

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

21121

---

---

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ACATLÁN

27

“COMPARATIVA ESTRUCTURAL Y ECONÓMICA ENTRE  
SISTEMAS DE MAMPOSTERÍA REFORZADA INTERIORMENTE  
Y CONFINADA, APLICANDO LA PROPUESTA A LAS  
NTC PARA MAMPOSTERÍA 2001”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :  
OMAR ULISES MORALES DÁVILA

ASESOR:  
ING. MANUEL GÓMEZ GUTIÉRREZ

**EJEMPLAR UNICO**

MEXICO 2003

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

II



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



# ÍNDICE

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS</b>	5
1.1 EL INICIO: EL HOMBRE Y SU HABITACIÓN	7
1.2 LAS PRIMERAS CIVILIZACIONES	8
1.3 LA MAMPOSTERÍA EN LAS GRANDES CIVILIZACIONES	10
<b>1.3.1 EGIPTO</b>	10
<b>1.3.2 GRECIA</b>	11
<b>1.3.3 ROMA</b>	11
1.4 LA MAMPOSTERÍA EN LAS CIVILIZACIONES PREHISPÁNICAS (MESOAMÉRICA)	15
<b>1.4.1 LOS OLMECAS</b>	16
<b>1.4.2 TEOTIHUACAN</b>	16
<b>1.4.3 LOS MAYAS</b>	17
<b>1.4.4 LOS AZTECAS</b>	19
1.5 LA MAMPOSTERÍA EN EL LEJANO ORIENTE (JAPÓN)	20
1.6 EL ADOBE EN AMÉRICA DEL NORTE	22
1.7 LA MAMPOSTERÍA HASTA EL SIGLO XIX	23
1.8 SURGIMIENTO DE LA MAMPOSTERÍA REFORZADA	26
1.9 EVOLUCIÓN DE LA MAMPOSTERÍA REFORZADA EN MÉXICO	28
1.10 MAMPOSTERÍA CONTEMPORÁNEA	30
<b>2 MATERIALES ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE MAMPOSTERÍA</b>	33
2.1 MAMPOSTERÍA	35
<b>2.1.1 DEFINICIÓN DE MAMPOSTERÍA</b>	35
<b>2.1.2 CLASIFICACIÓN DE LAS PIEZAS DE MAMPOSTERÍA</b>	35
2.1.2.1 Clasificación de Acuerdo a su Origen	35
2.1.2.2 Clasificación de Acuerdo a los Materiales Componentes	39
2.1.2.3 Clasificación de Acuerdo a las NTC para Mampostería	42
2.1.2.4 Clasificación de Acuerdo a su Uso y Acabado	44
<b>2.1.3 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS PIEZAS DE MAMPOSTERÍA</b>	45
2.1.3.1 Resistencia a la Compresión	45
2.1.3.2 Absorción	47
<b>2.1.4 PROPIEDADES MECÁNICAS DE MUROS DE MAMPOSTERÍA</b>	48
2.1.4.1 Resistencia a la Compresión	48
2.1.4.2 Resistencia a Compresión Diagonal	52
2.1.4.3 Resistencia al Aplastamiento	57
2.1.4.4 Resistencia a la Tensión	57



2.1.4.5	Módulo de Elasticidad	57
2.1.4.6	Módulo de Cortante	58
2.1.4.7	Aislamiento Acústico	59
2.1.4.8	Aislamiento Térmico	61
2.1.4.9	Eflorescencia en Muros	63
<b>2.1.5</b>	<b>CONDICIONES FAVORABLES Y DESFAVORABLES EN EL USO DE LA MAMPOSTERÍA</b>	63
2.1.5.1	Mampostería de Arcilla	63
2.1.5.2	Mampostería de Concreto	65
<b>2.1.6</b>	<b>ELABORACIÓN DE MAMPOSTERÍA ARTIFICIAL</b>	65
2.1.6.1	Teoría General de la Elaboración de Piezas de Arcilla	65
2.1.6.2	Elaboración Artesanal	70
2.1.6.3	Elaboración Mecanizada	72
<b>2.1.7</b>	<b>MEDIDAS COMERCIALES</b>	74
<b>2.1.8</b>	<b>PRUEBAS DE LABORATORIO</b>	78
2.1.8.1	Pruebas Sobre Piezas Sueltas	78
2.1.8.2	Pruebas Sobre Muretes	89
<b>2.2</b>	<b>MORTERO</b>	95
2.2.1	<b>DEFINICIÓN Y MATERIALES COMPONENTES</b>	95
2.2.2	<b>PROPIEDADES MECÁNICAS</b>	96
2.2.2.1	Módulo de Elasticidad y Resistencia a la Compresión	96
2.2.2.2	Resistencia a la Tensión	97
2.2.2.3	Adherencia	97
2.2.3	<b>CLASIFICACIÓN DE LOS MORTEROS DE ACUERDO A LOS CEMENTANTES UTILIZADOS PARA SU ELABORACIÓN</b>	99
2.2.3.1	Morteros Simples	100
2.2.3.2	Morteros Compuestos o Mixtos	101
2.2.3.3	Morteros Especiales	102
2.2.4	<b>PROPORCIONAMIENTO</b>	102
2.2.5	<b>RECOMENDACIONES PARA EL USO DEL MORTERO</b>	103
2.2.6	<b>INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LOS MORTEROS</b>	104
<b>2.3</b>	<b>CONCRETO</b>	104
2.3.1	<b>DEFINICIÓN Y MATERIALES COMPONENTES</b>	104
2.3.2	<b>TIPOS DE CONCRETO</b>	105
2.3.3	<b>PROPIEDADES MECÁNICAS</b>	106
2.3.3.1	Relación Agua – Cemento	106
2.3.3.2	Revenimiento	106
2.3.3.3	Resistencia a Compresión del Concreto	108
2.3.3.4	Resistencia a la Tensión del Concreto	110
2.3.3.5	Módulo de Elasticidad del Concreto	111
<b>2.4</b>	<b>MORTEROS Y CONCRETOS DE RELLENO</b>	112
<b>2.5</b>	<b>ACERO DE REFUERZO</b>	113
2.5.1	<b>GENERALIDADES DEL ACERO</b>	114
2.5.2	<b>BARRAS DE REFUERZO</b>	115
2.5.3	<b>CURVAS ESFUERZO – DEFORMACIÓN UNITARIA Y MÓDULO DE ELASTICIDAD</b>	116
2.5.4	<b>GRADOS Y RESISTENCIAS</b>	118



2.5.5	<b>BARRAS DE REFUERZO REVESTIDAS</b>	120
2.5.6	<b>MALLAS ELECTROSOLDADAS DE ALAMBRON</b>	120
<b>3</b>	<b>ANÁLISIS Y DISEÑO DE EDIFICACIONES DE MAMPOSTERÍA</b>	125
3.1	<b>ACCIONES</b>	127
3.1.1	<b>CLASIFICACIÓN DE LAS ACCIONES</b>	127
3.1.2	<b>COMBINACIÓN DE ACCIONES</b>	128
3.1.3	<b>DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES</b>	128
3.1.3.1	Cargas Permanentes (Cargas Muertas)	128
3.1.3.2	Cargas Variables (Cargas Vivas)	130
3.1.3.3	Cargas Accidentales	132
3.2	<b>CRITERIOS Y ELEMENTOS DE DISEÑO</b>	138
3.2.1	<b>ESTADO LÍMITE DE FALLA</b>	139
3.2.2	<b>ESTADO LÍMITE DE SERVICIO (Desplazamientos verticales y horizontales)</b>	139
3.2.3	<b>DISEÑO POR DURABILIDAD</b>	140
3.2.4	<b>FACTORES DE RESISTENCIA</b>	140
3.2.5	<b>HIPOTESIS PARA LA OBTENCIÓN DE RESISTENCIAS DE DISEÑO A FLEXION</b>	141
3.2.6	<b>RESISTENCIA DE LA MAMPOSTERÍA A CARGAS LATERALES</b>	142
3.2.7	<b>ASPECTOS GENERALES DE ANÁLISIS Y DISEÑO POR SISMO</b>	142
3.2.7.1.	Muros Divisorios, de Fachada y de Colindancia	142
3.2.7.2	Zonificación	142
3.2.7.3	Coeficiente Sísmico	145
3.2.7.4	Espectros de Diseño Sísmico	145
3.2.7.5	Factor de Comportamiento Sísmico	146
3.2.7.6	Reducción de Fuerzas Sísmicas y Desplazamientos	148
3.2.7.7	Condiciones de Regularidad de un Estructura	148
3.2.7.8	Separación de Edificios Colindantes	150
3.3	<b>MÉTODOS DE ANÁLISIS</b>	151
3.3.1	<b>CRITERIO GENERAL</b>	151
3.3.2	<b>ANÁLISIS POR CARGA VERTICAL</b>	151
3.3.2.1	Fuerzas y Momentos de diseño	152
3.3.2.2	Carga Vertical Resistente y Factor de Reducción por los Efectos de Excentricidad y Esbeltez	153
3.3.2.3	Efecto de las Restricciones a las deformaciones Laterales	154
3.3.3	<b>ANÁLISIS POR CARGAS LATERALES</b>	154
3.3.3.1	Métodos de Análisis Dinámico y Estático	160
3.3.3.2	Método Simplificado	167
3.3.3.3	Análisis por temperatura	169
3.4	<b>DETALLADO DEL ACERO DE REFUERZO</b>	169
3.4.1	<b>TAMAÑO DEL ACERO DE REFUERZO</b>	169



3.4.2	<b>COLOCACIÓN Y SEPARACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL</b>	170
3.4.3	<b>PROTECCIÓN DEL ACERO DE REFUERZO</b>	170
3.4.4	<b>DOBLECES DEL REFUERZO</b>	171
3.4.5	<b>ANCLAJE</b>	172
<b>4</b>	<b>SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PARA EDIFICACIONES DE MAMPOSTERÍA</b>	177
4.1	CLASIFICACIÓN Y TIPOS DE MUROS	179
4.1.1	<b>CLASIFICACIÓN DE MUROS DE ACUERDO A SU FUNCIÓN</b>	179
4.1.2	<b>CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A LA POSICIÓN DE LAS PIEZAS</b>	179
4.2	MUROS DIAFRAGMA	181
4.3	MAMPOSTERÍA CONFINADA	183
4.3.1	<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MAMPOSTERÍA CONFINADA</b>	183
4.3.2	<b>FUERZAS Y MOMENTOS DE DISEÑO</b>	187
4.3.3	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXOCOMPRESIÓN EN EL PLANO DEL MURO</b>	187
	4.3.3.1 Resistencia a Compresión de Muros Confinados	187
	4.3.3.2 Resistencia a Flexocompresión en el Plano del Muro	188
4.3.4	<b>RESISTENCIA A CARGAS LATERALES</b>	188
	4.3.4.1 Fuerza Cortante Resistida por la Mampostería	190
	4.3.4.2 Fuerza Cortante Resistida por el Acero de Refuerzo Horizontal	190
	4.3.4.3 Fuerza Cortante Resistida por Malla Electrosoldada Recubierta por Mortero	192
4.4	MAMPOSTERÍA REFORZADA INTERIORMENTE	193
4.4.1	<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MAMPOSTERÍA REFORZADA INTERIORMENTE</b>	193
4.4.2	<b>FUERZAS Y MOMENTOS DE DISEÑO</b>	198
4.4.3	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXOCOMPRESIÓN EN EL PLANO DEL MURO</b>	198
	4.4.3.1 Resistencia a Compresión de Mampostería con Refuerzo Interior	198
	4.4.3.2 Resistencia a Flexocompresión en el Plano del Muro	199
4.4.4	<b>RESISTENCIA A CARGAS LATERALES</b>	199
	4.4.4.1 Fuerza Cortante Resistida por la Mampostería	200
	4.4.4.2 Fuerza Cortante Resistida por el Acero de Refuerzo Horizontal	201
4.5	MAMPOSTERÍA NO CONFINADA NI REFORZADA	202
4.5.1	<b>FUERZAS Y MOMENTOS DE DISEÑO</b>	202
4.5.2	<b>REFUERZO POR INTEGRIDAD ESTRUCTURAL</b>	203
	4.5.2.1 Refuerzo Vertical	204
	4.5.2.2 Refuerzo Horizontal	204
4.5.3	<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXOCOMPRESIÓN EN EL PLANO DEL MURO</b>	204



4.5.3.1	Resistencia a Compresión	204
4.5.3.2	Resistencia a Flexocompresión	205
<b>4.5.4</b>	<b>RESISTENCIA A CARGAS LATERALES</b>	205
<b>4.6</b>	<b>SISTEMAS CONSTRUCTIVOS</b>	206
<b>4.6.1</b>	<b>SISTEMA NOVAMURO</b>	206
4.6.1.1	Descripción del Sistema	206
4.6.1.2	Características de los Materiales	206
4.6.1.3	Proceso Constructivo	208
<b>4.6.2</b>	<b>SISTEMA TABIMAX</b>	214
4.6.2.1	Descripción del Sistema	214
4.6.2.2	Características de los Materiales	215
4.6.2.3	Proceso Constructivo	216
<b>4.6.3</b>	<b>SISTEMA TRADICIONAL (Mampostería confinada con tabique rojo recocido)</b>	222
4.6.3.1	Descripción del Sistema	222
4.6.3.2	Características de los Materiales	222
4.6.3.3	Proceso Constructivo	224
<b>4.7</b>	<b>RECOMENDACIONES GENERALES EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE MAMPOSTERÍA</b>	227
<b>4.7.1</b>	<b>ANCLAJE DE CASTILLOS EN LA CIMENTACIÓN</b>	227
<b>4.7.2</b>	<b>CONSTRUCCIÓN DE FIRMES</b>	227
<b>4.7.3</b>	<b>TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES</b>	227
<b>4.7.4</b>	<b>TRATAMIENTO DE LA SUCCIÓN DE LAS PIEZAS</b>	227
<b>4.7.5</b>	<b>ESPEJOR DE LAS HILADAS Y ACABADOS DE LAS JUNTAS</b>	228
<b>4.7.6</b>	<b>FABRICACIÓN DEL MORTERO</b>	229
<b>4.7.7</b>	<b>CONSTRUCCIÓN DE LA MAMPOSTERÍA</b>	229
<b>4.7.8</b>	<b>RITMO DE LA CONSTRUCCIÓN</b>	230
<b>4.7.9</b>	<b>CUIDADO DE LOS MUROS DURANTE SU CONSTRUCCIÓN</b>	230
<b>4.7.10</b>	<b>COLOCACIÓN DE INSTALACIONES</b>	231
<b>4.7.11</b>	<b>ARMADO DE DALAS Y CASTILLOS</b>	231
<b>4.7.12</b>	<b>MANTENIMIENTO DE LA MAMPOSTERÍA</b>	232
<b>4.7.13</b>	<b>ERRORES COMUNES</b>	232
<b>5</b>	<b>COMPARATIVA ESTRUCTURAL</b>	233
5.1	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	235
5.2	CONSIDERACIONES GENERALES	235
5.3	PROYECTO CASA HABITACIÓN	236
5.3.1	REVISIÓN DE MUROS ANTE CARGAS VERTICALES	236
5.3.1.1	Sistema Tradicional (Mampostería Confinada Utilizando Tabique Rojo Recocido).	241
5.3.1.2	Sistema Tabimax.	254
5.3.1.3	Sistema Novamuro.	258
5.3.2	REVISIÓN DE MUROS SUJETOS A CARGAS HORIZONTALES (Sismo)	261



5.3.2.1	Sistema Tradicional (Mampostería Confinada Utilizando Tabique Rojo Recocido)	261
5.3.2.2	Sistema Tabimax	266
5.3.2.3	Sistema Novamuro	268
5.4	<b>PROYECTO: CONJUNTO HABITACIONAL (5 Niveles)</b>	270
5.4.1	<i>REVISIÓN DE MUROS ANTE CARGAS VERTICALES</i>	270
5.4.1.1	Sistema Tradicional (Mampostería Confinada Utilizando Tabique Rojo Recocido)	275
5.4.1.2	Sistema Tabimax	278
5.4.1.3	Sistema Novamuro	280
5.4.2	<i>REVISIÓN DE MUROS SUJETOS A CARGAS HORIZONTALES (Sismo)</i>	282
5.4.2.1	Sistema Tradicional (Mampostería Confinada Utilizando Tabique Rojo Recocido)	282
5.4.2.2	Sistema Tabimax	287
5.4.2.3	Sistema Novamuro	291
5.5	<b>COMPARATIVA ESTRUCTURAL</b>	295
5.5.1	<i>COMPARATIVA ANTE CARGAS VERTICALES</i>	295
5.5.2	<i>COMPARATIVA ANTE CARGAS HORIZONTALES</i>	298
5.6	<b>REVISIÓN DE ACERO</b>	300
5.6.1	<i>CASA HABITACIÓN</i>	300
5.6.2	<i>CONJUNTO HABITACIONAL</i>	304
<b>6</b>	<b>COMPARATIVA ECONÓMICA</b>	309
6.1	<b>DEFINICIONES GENERALES</b>	311
6.1.1	<i>COSTO</i>	311
6.1.1.1	Costos Históricos	311
6.1.1.2	Costo Promedio	311
6.1.1.3	Costo Predeterminado	311
6.1.2	<i>ANÁLISIS DE COSTOS</i>	311
6.1.3	<i>CARGO O COSTO DIRECTO</i>	311
6.1.3.1	Costo Base	312
6.1.4	<i>CARGO O COSTO INDIRECTO</i>	312
6.1.5	<i>CARGO O COSTO POR FINANCIAMIENTO</i>	312
6.1.6	<i>CARGO O COSTO POR UTILIDAD</i>	312
6.1.7	<i>COSTO UNITARIO</i>	313
6.1.8	<i>PRECIO UNITARIO</i>	313
6.1.9	<i>PRESUPUESTO</i>	313
6.2	<b>CONTRATOS DE OBRA Y SALARIOS</b>	313
6.2.1	<i>TIPOS DE CONTRATO</i>	313
6.2.1.1	Contrato por Administración	313
6.2.1.2	Contrato a Precio Alzado	314
6.2.1.3	Contrato a Precios Unitarios	314
6.2.2	<i>TIPOS DE SALARIO O SUELDO</i>	314
6.2.3	<i>FORMAS DE PAGO Y DURACIÓN DE LAS JORNADAS DE TRABAJO</i>	315



6.2.4	<i>PRESTACIONES</i>	315
6.2.4.1	Vacaciones	315
6.2.4.2	Prima Vacacional	316
6.2.4.3	Aguinaldo	316
6.2.4.4	INFONAVIT	316
6.2.4.5	Sistema de Ahorro para el Retiro (SAR)	316
6.2.5	<i>CUOTAS OBRERO PATRONALES AL IMSS</i>	316
6.2.5.1	Riesgo de Trabajo	316
6.2.5.2	Seguro de Enfermedades y Maternidad	318
6.2.5.3	Seguro de Invalidez y Vida	318
6.2.5.4	Seguro de Retiro, Cesantía en Edad Avanzada y Vejez	318
6.2.5.5	Seguro de Guarderías	319
6.2.6	<i>FACTOR DE DÍAS INHÁBILES</i>	320
6.2.7	<i>FACTOR DE SALARIO REAL</i>	321
6.2.8	<i>FORMACIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO</i>	321
6.2.8.1	Factores que Afectan a la Mano de Obra	321
6.2.8.2	Factor de Equipo de Seguridad	322
6.2.8.3	Factor de Herramienta Menor	322
6.2.8.4	Factor de Primer Mando	322
6.2.8.5	Factor de Zona	322
6.3	<b>MATERIALES</b>	323
6.3.1	<i>ABUNDANCIA Y ESCASEZ</i>	323
6.3.2	<i>PROVEEDORES</i>	323
6.3.3	<i>TRANSPORTE, FLETES Y ACARREO</i>	324
6.3.4	<i>ALMACENAMIENTO DE MATERIALES</i>	324
6.3.5	<i>COSTO DE ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES</i>	325
6.3.6	<i>RENDIMIENTO DE LOS MATERIALES</i>	325
6.3.7	<i>DETERMINACIÓN DE PIE TABLÓN (PT)</i>	325
6.4	<b>EQUIPO</b>	326
6.4.1	<i>CLASIFICACIÓN DEL EQUIPO PARA LA CONSTRUCCIÓN</i>	326
6.4.2	<i>MAQUINARIA PESADA</i>	326
6.4.2.1	Costos Horarios	326
6.5	<b>COMPARATIVA ECONÓMICA</b>	330
6.5.1	<i>DATOS GENERALES</i>	330
6.5.1.1	Casa Habitación	331
6.5.1.2	Conjunto Habitacional	332
6.5.2	<i>COSTOS BÁSICOS</i>	333
6.5.3	<i>PRECIOS UNITARIOS</i>	338
6.5.4	<i>PRESUPUESTO</i>	354
6.5.4.1	Casa Habitación	354
6.5.4.2	Conjunto Habitacional	355
6.5.5	<i>COMPARATIVA DE COSTOS</i>	356
6.6	<b>COMPARATIVA ECONÓMICO-ESTRUCTURAL</b>	358
	<b>CONCLUSIONES</b>	363



---

<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	367
<b>APÉNDICE A: RESUMEN DE NMX PARA PIEZAS DE MAMPOSTERÍA</b>	369
<b>APÉNDICE B: RESUMEN DE NMX PARA ACERO</b>	381
<b>APÉNDICE C: PESO VOLUMÉTRICO DE MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN</b>	393
<b>APÉNDICE D: GUÍA PARA LA REVISIÓN DE MUROS ANTE CARGAS VERTICALES Y HORIZONTALES</b>	399
<b>APÉNDICE E: SALARIOS, EQUIPOS DE TRABAJO Y RENDIMIENTOS EN LA CONSTRUCCIÓN</b>	411



---

---

# INTRODUCCIÓN

El uso de la mampostería ha evolucionado junto con el desarrollo hombre, desde el uso de las monumentales piezas de los egipcios, hasta las pequeñas dimensiones de nuestros tiempos.

El uso de la mampostería en nuestro país, como sistema constructivo, ha alcanzado gran importancia. Cerca del 90% de la vivienda es estructurada bajo este sistema. Sin embargo, poca es la importancia que se le ha dado a este tema, y como consecuencia son pocas las publicaciones especializadas en el estudio de estructuras de mampostería.

En el mercado actual existe una gran variedad de piezas de mampostería, desde las elaboradas artesanalmente hasta las elaboradas mediante procesos mecánicos. Las primeras son económicas pero de baja resistencia, mientras que las elaboradas de manera mecánica regularmente son de mayor resistencia pero su costo es más elevado.

Existen plantas productoras de piezas de mampostería de alta resistencia que ofrecen sistemas de construcción económicos y fáciles de ejecutar. A pesar de ello, actualmente se sigue observando que la mayoría de las casas habitación se construyen con mampostería artesanal, mientras que el uso de las piezas elaboradas de manera mecánica se orienta, generalmente, a la construcción de condominios de más de tres niveles. Parece ser que construir con piezas artesanales es más económico que con las piezas mecanizadas pero su baja resistencia no permite construir edificaciones de más de tres niveles y la necesidad de alcanzar mayores alturas con mampostería ha obligado a construir con piezas mecanizadas que ofrecen mayor resistencia aunque mayor costo. Sin embargo, ¿será esto cierto?, la duda surge, pues se pueden ver numerosas casas de interés social que se construyen con mampostería elaborada de manera mecanizada y que evidentemente deben ser más económicas que las tradicionales por su condición de mercado. Pero entonces ¿por qué se sigue construyendo, en la mayoría de los casos, con tabique artesanal si a la larga resulta más caro?.

La finalidad de esta tesis es la de entender esta situación mediante un estudio de factibilidad estructural y económica entre tres sistemas constructivos de mampostería, aplicado a las dos situaciones: una casa habitación y un conjunto habitacional de 5 niveles. El primer sistema constructivo es el tradicional de mampostería confinada utilizando tabique rojo recocido. El segundo es, nuevamente, el sistema tradicional de mampostería confinada pero utilizando piezas de tabique denominado Tabimax. El tercer sistema es el llamado Novamuro, un sistema de mampostería aparente reforzada interiormente, utilizando la combinación de dos piezas (Víntex y Múltex). Los dos últimos son sistemas empleando piezas de mampostería de la planta Novaceramic, dedicada a la producción de piezas de alta resistencia.

Otro de los objetivos es que, debido a la carencia de textos sobre el tema, se proporcione un trabajo que cubra los aspectos más importantes respecto a la construcción y análisis de muros de mampostería.



No es objetivo el resolver los problemas estructurales que presenten los proyectos, sino el de observar el comportamiento de las estructuras, bajo los tres sistemas constructivos propuestos, en las condiciones originales de los respectivos proyectos.

Actualmente, en México se está trabajando sobre nuevos proyectos de reestructuración de las Normas Técnicas Complementarias (NTC) para Mampostería, Concreto y Sismo (entre otras). Las propuestas a estas normas han sido presentadas en varios congresos, sin embargo aún no se han oficializado. En esta tesis se manejan estas propuestas sin dejar de considerar las especificaciones de las que actualmente están vigentes.

Con el fin de entender la importancia de la mampostería en el desarrollo de la habitación del hombre, en el capítulo 1 se menciona la evolución del uso de la mampostería, desde las cavernas hasta la actualidad, desde el simple uso de rocas hasta la creación de piezas artificiales, desde el uso de piezas de gran dimensión hasta el uso de piezas pequeñas pero de alta resistencia, desde el simple apilamiento de rocas hasta el uso de morteros para unir las piezas e incluso el surgimiento de la mampostería reforzada, desde la primera ley sobre construcciones de Hammurabi hasta los actuales reglamentos y estudios sobre mampostería reforzada. Se mencionan ejemplos de las principales civilizaciones que han surgido en el mundo a lo largo de la historia.

Para que en la actualidad las construcciones hechas a base de mampostería utilicen piezas de dimensiones relativamente pequeñas, se han tenido que hacer numerosas investigaciones sobre sus características mecánicas, físicas y químicas de los materiales que las conforman. Por ello, en el capítulo 2 se mencionan las principales características de los materiales más importantes en el desarrollo de edificaciones de mampostería en México, obedeciendo a los requisitos que establecen las NTC para Mampostería (tanto las vigentes como la propuesta de modificación del 2001), las NTC para Concreto y las Normas Mexicanas (NMX) correspondientes. También, se han elaborado pruebas de laboratorio para determinar las propiedades mecánicas de la mampostería a utilizar en los proyectos de esta tesis. Las pruebas se realizaron en el laboratorio de resistencia de materiales de ingeniería de la ENEP Acatlán, UNAM.

Sin embargo, el construir con mampostería no es simplemente unir piezas, hay que seguir una reglamentación para el mejor funcionamiento de las estructuras. El unir piezas prácticamente se traduce a que el muro soportará cargas gravitacionales, pero es sabido que sobre las estructuras actúan otro tipo de acciones, como son las sísmicas o las producidas por viento. En el capítulo 3 se mencionan los diversos tipos de acciones que actúan sobre una estructura, la manera en que se pueden combinar, criterios y elementos de diseño, los métodos de análisis y la manera en que se distribuye el acero de refuerzo en las estructuras de mampostería. Todo lo anterior conforme a lo establecido en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF), y a las propuestas de las NTC para Mampostería y Sismo.

En el capítulo 4 se describen los sistemas constructivos que se emplearán en la comparativa estructural y económica. Pero antes de la descripción de dichos sistemas, es



---

necesario conocer los tipos de muros que establecen las NTC para Mampostería, por lo que se han desarrollado las características y especificaciones mecánicas para cada tipo.

En el capítulo 5 se presentan los proyectos a estudiar para la comparativa estructural y económica. La idea es determinar la factibilidad estructural de los tres sistemas constructivos ante dos diferentes tipos de edificación. Las estructuras se han analizado por carga vertical y cargas horizontales producidas por sismo. Pudiese ser que la estructura de 5 niveles bajo un determinado sistema constructivo no soporte las solicitaciones a la que es sometida; sin embargo, tenga la suficiente resistencia para soportar dichas solicitaciones cuando se trate de una casa habitación. De igual manera, pudiese ser que el edificio de 5 niveles bajo un determinado sistema constructivo tenga la suficiente resistencia para soportar las solicitaciones a la que es sometido y, por lógica, tendrá una excesiva resistencia para una casa habitación que probablemente sea innecesaria. Para el desarrollo de este capítulo se han tomado las consideraciones establecidas en los capítulos 2, 3 y 4. Los valores de resistencia de diseño de la mampostería se han tomado de las pruebas de laboratorio realizadas en el capítulo 2.

Por otro lado, en el capítulo 6 se ha desarrollado un análisis de costos entre los diversos sistemas constructivos estudiados; es decir, una comparativa económica, para lo cual, primero se maneja la teoría respecto a costos, salarios, materiales y equipos utilizados en obra. Posteriormente, el análisis de precios, el presupuesto de los proyectos desarrollados y la diferencia porcentual de costos entre sistemas constructivos.

Debe mencionarse, además, el tema de las unidades. En la mayoría de los cursos de ciencias básicas y de ingeniería en nuestro país se utilizan las unidades del sistema internacional de medidas (SI), por lo que en este proyecto se utiliza el empleo del mismo por ser con el que se encuentra uno más familiarizado. Únicamente en las normas de la American Society for Testing and Materials, en sus especificaciones se utiliza el sistema inglés de medidas.

Al final se han anexado apéndices con los resúmenes de las NMX para piezas de mampostería y acero, pesos volumétricos de los principales materiales utilizados en la construcción, una guía para la revisión de muros ante cargas verticales y horizontales (método simplificado de análisis y el método estático), los salarios mínimos profesionales del año 2002, salarios de trabajadores, rendimiento de mano de obra y proporcionamientos para la elaboración de lechadas, morteros y concretos.



# Capítulo 1



## ANTECEDENTES HISTÓRICOS



## 1.1 EL INICIO: EL HOMBRE Y SU HABITACIÓN

La historia de la habitación comienza, de manera paralela, con la historia del hombre, ya el hombre prehistórico buscaba un lugar dónde guarecerse de las inclemencias del tiempo y peligros de la noche; lo hacía de forma instintiva, sin pensarlo, guiado solamente por la necesidad de protegerse de los elementos y de los animales que juzgaba peligrosos.



Figura 1.1 Las cuevas eran un refugio adecuado para el hombre primitivo

Las primeras habitaciones fueron rústicos abrigos de hojas, ramas, huecos de los troncos en los árboles, etc.. Las copas de los árboles fueron así mismo improvisadas y seguras habitaciones primitivas.

En la medida en que el hombre progresaba, realizando descubrimientos casuales pero de enorme importancia, encontraba mejores abrigos en las oquedades de las rocas, en las profundas cuevas formadas por la naturaleza (*fig. 1.1*).

Con el paso del tiempo, ya sea por la carencia de refugios naturales y/o la necesidad de trasladarse de un lugar a otro por alimentos o mejores condiciones de vida, comienza a construir viviendas artificiales, primeramente chozas, carpas (fáciles de transportar a otros sitios), y posteriormente construcciones mediante el apilamiento de rocas para construir lugares para protegerse. De esta manera surgió la mampostería, muy probablemente por tribus nómadas hace 15,000 años, y con ello las primeras familias. Así, el hombre progresaba y con él su vivienda.

La Técnica de apilar rocas seguramente se repitió a lo largo de la historia y en innumerables ocasiones debido a que la transmisión de ideas era muy lenta, prácticamente nula.

Con el asentamiento de las primeras aldeas, una de las primeras metodologías en el uso de la mampostería fue el uso del mortero de barro, así lo demuestran vestigios hallados desde las Islas de Aran, Irlanda, hasta Catal Hüyük, Anatolia, y que de igual manera sería utilizada en América por los incas en Ollantaytambo. Esta metodología permitió no sólo apilar rocas, sino que además le permitió acomodar el material pétreo de formas irregulares con mucha más facilidad y lograr mayores alturas.

Posteriormente, surge la invención de adobes hechos con lodo y barro hechos por la mano del hombre. Probablemente estas unidades fueron inventadas para sustituir a las rocas naturales que no en todos los lugares existían. Las piezas más antiguas que se han encontrado datan de, aproximadamente, el año 8,000 a.C., y fueron encontradas en excavaciones realizadas en Jericó, en el Medio Oriente. Las piezas encontradas tienen un peso aproximado a los 15 kg, elaboradas a mano (muestra de ello es que se han localizado huellas del hombre que las elaboró) y secadas



al sol. El uso de estas piezas se ha extendido a lo largo de la historia de la construcción debido a su resistencia, sencillez y durabilidad.

En sus inicios, las piezas de roca y adobes eran pequeñas y elaboradas con materiales maleables. Sin embargo, las unidades de barro hechas a mano se han encontrado de diversas dimensiones y formas, aunque no siempre lógicas. Un ejemplo claro es el uso de unidades cónicas, que pueden encontrarse en varias civilizaciones, con períodos de desarrollo semejante aunque distantes y desligadas unas de otras; tal es el caso de muros construidos en Mesopotamia, cuya antigüedad es de 7000 años, o en Dacha Prieta, Perú, con 5,000 años de antigüedad.

## 1.2 LAS PRIMERAS CIVILIZACIONES

Hasta los comienzos del siglo XX se había considerada a la civilización egipcia como la primera existente sobre la tierra, pero más de 50 años de investigaciones han revelado que en el siglo IV a.C. existió, en la antigua región de Sumeria, una importante civilización. Ciertamente de la civilización sumeria no existen restos tan brillantes como los de la egipcia, sino sólo montones de ladrillos y de tabiques de arcilla enterrados a mucha profundidad, en las cuales se encuentran narradas infinidad de aspectos de la vida de los sumerios.

La fabricación de piezas de mampostería vio su primer desarrollo en Sumeria, en el cuarto milenio a.C.. Los sumerios son considerados como los inventores de la civilización y la ingeniería, entre numerosos inventos destaca, para el área de la construcción, el molde, constituido por un marco de madera. De esta manera comenzó la producción rápida de piezas prácticamente iguales.

La creación del adobe permitió al hombre manifestarse libremente, desarrollando técnicas para colocar y juntar las piezas a fin de plasmar ideas a gran escala, pasando de una creación individual a una colectiva.

El adobe de manufactura rudimentaria, secado al sol y reforzado con materiales como excremento o paja fue muy efectivo, pero no fue sino hasta el año 3000 a.C. que aparecieron las primeras piezas horneadas y con ello la elaboración de ladrillos cerámicos.

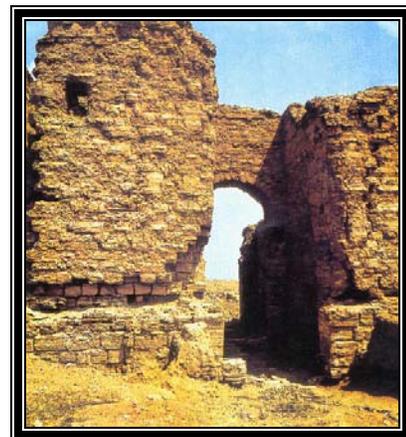


Figura 1.2 Zigurat, construida en el siglo IV a. de C. por la civilización mesopotámica

El primer templo de forma sumeria fue edificado en la ciudad de Uruk (2,900 a.C.). En las excavaciones arqueológicas practicadas allí aparecen los cimientos de construcciones verdaderamente monumentales, una colina artificial y el prototipo del zigurat o torre escalonada, el cual era indispensable en un templo sumerio. Este primer zigurat está enteramente construido con adobes unidos con capas de betún.



Para la construcción de la mampostería el ladrillo era asentado con mortero de betún o alquitrán (sustancia abundante en el suelo del Medio Oriente), al cual se añadía arena. Esta mampostería se convirtió en el material fundamental de las construcciones más importantes y permitió alturas crecientes de los zigurats. El de la ciudad de Ur (2,125 a.C.), con una base de 62 m por 43 m y una altura de 21 m, tenían un núcleo de adobe y un forro de mampostería de 2.4 m de espesor, hecho de ladrillos cerámicos asentados con mortero de betún, en el que se incorporó tejido de caña. El aspecto de estos zigurats debió ser espectacular. El Génesis relata la historia de uno de ellos, conocido como la Torre de Babel.

En Babilonia los ladrillos cerámicos tenían inscripciones en bajo relieve que relataban la construcción de la obra y nombraban a sus autores, en las obras más suntuosas estos ladrillos eran esmaltados, formando en alto relieve y en colores, el león, el toro y el dragón, que actuaban de guardianes y protectores. El grabado en piedra era muy común en ésta cultura, un claro ejemplo es el Código de Hammurabi (*cuadro 1.1*). En construcciones elevadas, donde ocurrían grandes esfuerzos, el mortero era reforzado con fibras de caña, lo que procuraba a la mampostería una considerable resistencia a la tensión (*fig 1.2*).

Cuadro 1.1 Ley respecto a construcciones del Código de Hammurabi

#### CÓDIGO DE HAMMURABI

En 1907, exploraciones francesas en las ruinas de Susa, se encontró el famoso monumento conocido como *Código de Hammurabi*, grabado en un magnífico basalto negro. Se puede observar un relieve con la imagen de Hammurabi que escucha las leyes de su dios Shamash. Este escrito, que data de 2000 años a de C., en la cual una de las leyes podría tratarse, de algún modo, el primer reglamento o ley sobre construcciones, en el cual se dice:

*“...los arquitectos tienen también su paga señalada en el Código, pero si la casa no está bien construida y cae, matando a su propietario, el arquitecto será castigado con la muerte. Si el que muere es el hijo del propietario, se matará al hijo del arquitecto, y si es un esclavo, el arquitecto dará esclavo por esclavo”*

El desarrollo del uso de la mampostería involucró rápidamente a la aplicación de las matemáticas. Las primeras construcciones siguieron la forma de las estructuras a que estaban acostumbrados con los antiguos materiales. Las innovaciones más importantes en el desarrollo de la arquitectura fueron la construcción de arcos y domos, siendo el primero el elemento estructural que permitió superar las limitaciones impuestas por las dimensiones de bloques de piedra y madera al salvar claros de consideración. En sus inicios, el arco únicamente era una aproximación a lo que sería un arco real, llamándolo arco falso, dando lugar al descubrimiento del principio de uno verdadero que soporta las cargas y las transmite a través de esfuerzos de compresión simple a sus apoyos. Así comienza la aplicación de leyes mecánicas de empuje y resistencia.

En excavaciones realizadas en las ruinas de Babilonia fue hallado un arco edificado alrededor del año 1,400 a.C., pero fue hasta la civilización romana cuando el arco alcanzó un alto nivel de refinamiento. Los desarrollos posteriores se limitaron a adaptaciones de diferentes formas. Los arcos islámicos y góticos permitieron el diseño de bóvedas nervadas, llegando al clímax de la arquitectura gótica y construcción con mampostería en el siglo XIII.



El uso de los domos precedió al de los arcos debido a que pueden construirse a partir de anillos horizontales de mampostería; es decir, pueden verse como paredes circulares que se cierran sobre si mismas. El uso de los domos, de manera importante, se realizó a partir del siglo I en Roma, durante los reinados de Nerón y Adrián. El domo del panteón en Roma ejerce un gran empuje sobre paredes masivas en todo su perímetro. El perfeccionamiento de este sistema permitió la construcción de la Catedral de Florencia e incluso el uso de medios domos como es el caso de la Catedral de Santa Sofía en Constantinopla.

## 1.3 LA MAMPOSTERÍA EN LAS GRANDES CIVILIZACIONES

### 1.3.1 EGIPTO

La arquitectura egipcia puede considerarse monumental, dado que las calizas, areniscas, granitos, basaltos y alabastros de la región se utilizaron para la construcción de edificios y tumbas de grandes dimensiones. Empleaban bloques colosales de roca traída de las montañas a lo largo del Nilo que se ajustaban a la perfección sin utilizar argamasa, y empleaban medios de elevación que desconocemos. Aunque la bóveda ya era conocida en ese tiempo, ésta no se empleaba en la arquitectura en piedra.

Los bloques eran desprendidos con cuñas metálicas, las cuales introducían en perforaciones previamente hechas. Una vez separados, estos bloques eran desbastados con ayuda de bolas y martillos de diorita para formar grandes monolitos que pesaban cientos de toneladas, como los usados en los núcleos de las pirámides o incluso tallados directamente en la forma de columnas, vigas y losas, como en los templos de Luxor. Estas "unidades de mampostería" ciclópea eran asentadas con morteros de yeso y cal.

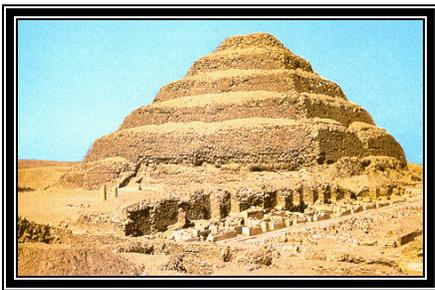


Figura 1.3 Pirámide escalonada de Saqqara, Egipto

En el antiguo imperio egipcio destaca la construcción de la pirámide escalonada de Saqqara (*fig 1.3*), construida con caliza local y alcanza los 61 m de altura, fue la primera tumba monumental real y una de las estructuras en piedra más antiguas de Egipto. De igual manera la pirámide de Keops, que llegó a alcanzar en su momento 146 metros de altura y está formada por cerca de 2.3 millones de bloques de piedra con un peso medio de 2.5 toneladas cada uno. Frente a la relativa abundancia de restos monumentales conservados,

apenas hay ejemplos de arquitectura domestica y construcciones civiles de las ciudades egipcias del Imperio Antiguo; puede suponerse su disposición sobre calles bien trazadas y planificadas, pero la utilización del adobe para levantar los palacios y viviendas no ha permitido su conservación hasta nuestros días.



Las obras egipcias comunes se construyeron de cañas o adobes; el ladrillo cerámico se usó rara vez.

### 1.3.2 GRECIA

Los griegos, conocedores de los templos en piedra de los egipcios, adoptaron una arquitectura de lujo y de exteriores y, si bien carecía de las ricas canteras egipcias, poseía los mejores mármoles para llevarla a cabo. Ellos sirvieron para revestir su gruesa mampostería de piedra caliza asentada con morteros de cal. Utilizaron la piedra caliza en el sur de Italia y Sicilia, el mármol en las islas griegas y en Asia Menor, y la caliza revestida con mármol en el continente. Más tarde, emplearon principalmente el mármol.

En Egipto y en Grecia la construcción importante es de piedra, rectilíneo; el arco era inexistente. Consecuentemente la arquitectura estaba limitada en sus posibilidades espaciales interiores por la escasa resistencia del material a la tensión. La piedra exigía claros pequeños para las vigas, y las losas y los espacios entre columnas tenían que ser reducidos (*fig 1.4*).

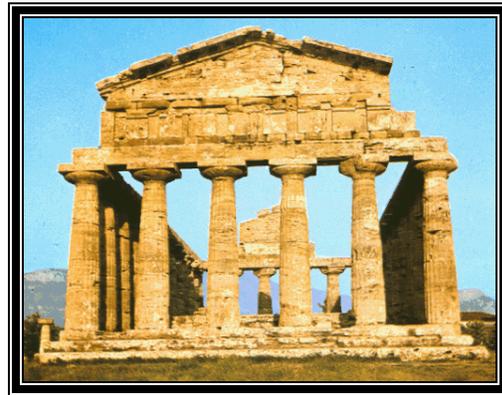


Figura 1.4 Ruinas del templo de Atenea en Poseidonia

### 1.3.3 ROMA

La piedra era el material de construcción más importante de los romanos, y realmente es increíble las edificaciones que lograron hacer simplemente con piedra, sin añadir ningún otro material, por ejemplo el acueducto de Segovia (*fig. 1.5*). Con ella pusieron cimientos, construyeron canales, murallas, puentes y bóvedas, y crearon toda una red de calzadas. Todos esto nos da una idea del cuidado y la habilidad con que tallaban las piedras.

Los canteros romanos aprendieron, además, que la piedra resiste mejor a los elementos si se coloca en el edificio en la misma posición en que estaba en la cantera y que las uniones de los bloques encajaban mejor si iban menguando ligeramente ambos lados desde el exterior hacia el interior. Otra técnica aún más ingeniosa, la llamada *anathyrosis*, consistía en vaciar un poco las caras laterales de cada bloque, de forma que el centro quedara ligeramente hundido y se tocaran los cuatro bordes. A su vez, los bordes de la cara frontal se pulían con un cincel para que el cantero pudiera medir cada esquina y asegurarse de que el bloque se había tallado correctamente. En cuanto al resto de la cara frontal, se dejaba sin pulir, ya que no tenía que apoyarse contra ninguna otra piedra. Aunque todas estas nuevas técnicas contribuyeron a mejorar el aspecto del edificio terminado, su función principal era crear una estructura más fuerte y evitar que se filtrara el agua por entre las piedras.

Los canteros también habían tenido que ingeniárselas para poder transportar sus bloques al pie de la obra, y para ello tuvieron que utilizar tanto la fuerza humana como la animal. Para



subir las piedras tenían diferentes recursos, los más importantes eran las grúas. También llaman la atención las distintas maneras que empleaban para sujetar los bloques de piedra:

- Dejando dos pequeños apéndices en el bloque, lo que permitía sujetarlo con una cuerda.
- Haciendo dos incisiones en forma de “U”, por donde pasaban dos cuerdas.
- Perforando el bloque de piedra con dos canales curvos interiores, por donde se introducían las cuerdas.
- Con una argolla que, mediante un pasador, se sujetaba a tres pequeños clavos-argolla enterrados en el bloque.

El principal material de construcción romano fue el sillar de piedra de cantería local y egipcia, utilizado junto con vigas de madera, tejas y baldosas cerámicas. La piedra elegida variaba desde la toba, el travertino y trufa volcánica del centro de Italia al brillante mármol blanco importado de Grecia y Asia Menor, los mármoles polícromos eran traídos desde las canteras de todo el mundo antiguo. A menudo se utilizaron finas placas de mármol como revestimiento para cubrir las paredes construidas de sillaría o sillarejo ligado con mortero de cemento, que junto a la argamasa (material equiparable al concreto actual), fueron invenciones romanas de esta época.

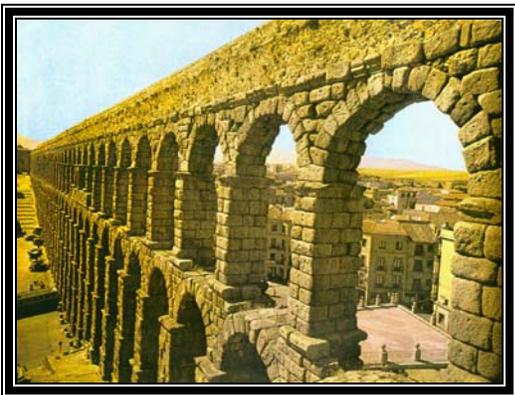


Figura 1.5 Acueducto romano de Segovia. Tiene una altura de 31m y sus sillares están sencillamente superpuestos, sin mortero que los una

La argamasa empezó a utilizarse por primera vez en las uniones de las piedras en el siglo II a. de C.. Aquella primera argamasa era bastante débil, y no se usaba más que para extender una capa fina entre los bloques, que seguían tallándose con toda perfección. No obstante, una vez que los romanos descubrieron la manera de hacer argamasa más resistente, las piedras dejaron de tallarse con tanto cuidado, pues ahora, gracias a la nueva argamasa, una serie de piedras pequeñas podían resultar tan fuertes como un bloque grande.

El material que proporcionó a los romanos su gran reputación como fabricantes de argamasa fue el aglomerante hidráulico llamado *pozzolana* (*puzolana*). Ellos creían que se trataba de un tipo especial de arena, pero en realidad se trata de ceniza procedente de las erupciones volcánicas de la prehistoria. La argamasa era más fuerte cuanto más cerca se encontraba la puzolana del antiguo volcán, ya que las cenizas que el viento había llevado hasta grandes distancias tendían a mezclarse con el suelo de la región donde se depositaban, y eso afectaba a la fuerza de la argamasa ya terminada. La puzolana toma su nombre de la ciudad italiana de Pozzuoli, que en época romana se llamaba Puteoli, de donde procede su nombre latino: *pulvis Puteolanus*.

Sin embargo, a los romanos les llevó bastante tiempo descubrir que podían encontrar puzolana en muchos otros lugares más cercanos que Puteoli.



La argamasa romana utilizaba la puzolana bajo la siguiente fórmula: normalmente eran de dos o tres partes de puzolana por cada una de cal. Los óxidos de sílice finamente pulverizados, contenidos en la puzolana, reaccionaban químicamente con el hidróxido de calcio en presencia del agua, para formar los componentes básicos de un aglomerante hidráulico.

Los constructores hacían la cal quemando piedra caliza en un horno, pero aunque este tipo de piedra era muy abundante en los alrededores de Roma, al igual que la puzolana, variaba muchísimo la calidad según los lugares donde se encontrara. Al final, la experiencia obtenida por varias generaciones de canteros romanos en combinar estos dos materiales tan variables para conseguir una argamasa de primera calidad, sirvió de ayuda a las generaciones posteriores para conseguir edificaciones igualmente duraderas cuando tuvieron que trabajar con los materiales casi desconocidos que se encontraban en los territorios más alejados de Roma.

Si bien los romanos no sabían por qué la "arena" de Putuoli y Baia (lugares en donde se encontraba esta arena) daba un resultado distinto y superior a la convencional, la aplicaron sabia y liberalmente en sus grandes construcciones portuarias, urbanas, viales e hidráulicas, tanto para asentar piedras o ladrillos formando mampostería, como para elaborar concreto añadiendo piedras, con el que construyeron muros, bases de pavimentos y cimentaciones. El molde de ese concreto en los muros, arcos y bóvedas estaba constituido por mampostería permanente de ladrillos de cerámica asentados con mortero, mientras que para formar las cúpulas tuvieron que desarrollar moldes provisionales (encofrados) de madera.

### **Las tejas y los ladrillos romanos**

En las zonas en que había buena arcilla y el sol calentaba lo suficiente, las primeras civilizaciones aprendieron a hacer ladrillos de barro cocido al sol. En cuanto a las tejas, las llamadas *tegulae*, se fabricaban también con arcilla pero, como se trata de una material que cuando está cocido al sol se deshace fácilmente con la lluvia, tuvieron que encontrar otro método de fabricación, y descubrieron que cociéndolas en un horno duraban mucho más. Así fue como dio comienzo realmente la historia de los ladrillos romanos.

La antigua Roma era una ciudad muy poblada y de callejuelas estrechas, en donde la mayor parte de la gente vivía en edificios altos de apartamentos, los llamados *insulae* (islas). Pero estos bloques, como muchas veces eran demasiado altos para que los sostuvieran sus muros, solían venirse abajo con bastante frecuencia, y como se calentaban por dentro con braseros y además estaban contruidos muy cerca unos de otros, no era raro que se destruyeran en incendios a gran escala. Y como, además, los grandiosos planes de construcción de edificios públicos exigía a veces la demolición de unos cuantos bloques, al final, toda esta destrucción proporcionaba a los romanos un suministro continuo de escombros. Los que procedían de las paredes y los suelos no servían para casi nada, pero las tejas cocidas al horno, que los romanos ya habían perfeccionado, solían recuperarse intactas, o como mucho rotas en dos o tres pedazos.

Cuando se les rompían los rebordes curvados, estas tejas se convertían en un material de construcción muy apreciado, lo cual dio lugar al nacimiento del ladrillo romano. Incluso



después, cuando ya los ladrillos se fabricaban expresamente cociéndolos al horno, seguían manteniendo más o menos las mismas proporciones de las tejas originales.

Pero los romanos no solían construir nunca sus edificios sólo con ladrillos. Éstos cumplían dos funciones principales: servir de fachada para la pared central de hormigón, y formar hileras de refuerzo que se incluían de vez en cuando y que recorrían la pared a todo lo largo de la construcción.

Los ladrillos más grandes se llamaban *bipedales*, medían unos sesenta centímetros de lado y unos siete de espesor. Cada uno de estos ladrillos se colocaba sobre la pared, ocupando todo su ancho, que medía como los bipedales, unos sesenta centímetros. Cada hilera recorría la pared a todo lo largo, y servía para reforzarla.

Los bipedales llevan muchas veces grabado el nombre del taller que los fabricó, y a veces incluso el del hombre que hizo cada ladrillo en particular. También hay algunos de ellos en los que aparece la fecha de fabricación, a la manera romana, poniendo el nombre de los cónsules, o los magistrados locales, elegidos para ese año.

La nueva racionalidad consistió principalmente en el desarrollo de diferentes sistemas para la construcción de muros, que eran más económicos y fáciles de levantar, particularmente empleando el nuevo mortero de cemento.

Los mármoles dieron esplendor a las construcciones romanas, al igual que a los edificios griegos anteriores, pero la argamasa les permitió levantar edificios imposibles de construir con el anterior sistema de estructuras adinteladas. El *opus caementicium* romano era una amalgama de piedras informes, cal y puzolana volcánica, que suministró a los arquitectos romanos los medios para cubrir espacios enormes con grandes arcos y bóvedas, y liberar al diseño arquitectónico de los modelos rectilíneos que se usaron en la arquitectura griega.

Las cubiertas concrecionadas hicieron posible la construcción de los grandes anfiteatros y baños del mundo romano, así como la cúpula del Panteón y algunos santuarios espectaculares en las colinas, como el de Fortuna Primigenia en Palestina (finales del siglo II d.C.). Debido a que los muros y cubiertas estaban hechas con moldes, los arquitectos comenzaron a experimentar con configuraciones irregulares que proporcionaban un cierto dramatismo al interior de los edificios. Aunque la argamasa romana podía ser revestida con gran variedad de materiales, el ladrillo de arcilla (tecnología sumeria) fue el más popular durante el imperio. De hecho, durante los dos siglos anteriores a nuestra era, el ladrillo llegó a ser apreciado por derecho propio como elemento de construcción en las fachadas de los edificios. Las fachadas de argamasa revestida de ladrillo se convirtieron rápidamente en el modelo favorito para los edificios grandes como las *insulae* o casas de apartamentos, las termas y los *horrea* o almacenes.

Las invenciones e innovaciones romanas significaron una verdadera revolución tecnológica de la construcción y tuvieron los siguientes efectos sustanciales:

- La posibilidad de realizar la construcción de cimentaciones más competentes.



- Simplificar la construcción de los muros. El muro romano de las construcciones públicas era tradicionalmente de mampostería de piedra natural o de ladrillos cerámicos asentados con mortero de cal, y en los muros más gruesos, el espacio entre dos muros delgados de mampostería era rellenado con pedacería de ladrillos o piedras acomodadas con mortero de arena y cal. En ambos casos el proceso de endurecimiento de estos morteros se producía únicamente por medio de la carbonatación de la cal y la ganancia de resistencia era muy lenta. La invención del mortero de cemento permitió a los romanos un sustantivo incremento en la rapidez de construcción, contribuyendo a que en breve tiempo se tuviera una infraestructura adecuada al proceso de expansión del imperio. Esto no se hubiera conseguido con morteros que solo tenían cal.
- Desarrollo de la tecnología del arco, bóveda y la cúpula, que si bien eran formas estructurales conocidas desde 3,500 años antes por los sumerios, estaban aprisionadas por las ajustadas restricciones impuestas al constructor por la piedra y el ladrillo.
- Realizar aberturas parciales o totales en los muros con el uso de arcos o bóvedas, proveyendo así una herramienta de gran potencial en el diseño de interiores.

Muchas de las obras romanas pudieron lograrse gracias a la revolución del mortero y del concreto. Una de las más notables es el Panteón, que se inició veintisiete años antes de Cristo. Era, en un inicio, un edificio clásico de planta rectangular soportado en columnas y construido en piedra, pero el emperador Adriano modificó sustancialmente el edificio aprovechando las nuevas tecnologías del concreto y de la mampostería, terminando aproximadamente en el año 118 después de Cristo. El Panteón es un edificio circular de mampostería y concreto con acabado de ladrillo en las paredes exteriores y mármoles en el interior, cubierto con un gran domo de concreto.

## 1.4 LA MAMPOSTERÍA EN LAS CIVILIZACIONES PREHISPÁNICAS (Mesoamérica)

En términos generales, podemos decir que la arquitectura mesoamericana es con base en piedra, con frecuencia cortada y adornada con relieves a lo largo de los paneles. Aparte de la piedra, era muy frecuente el uso del estuco para revestir las fachadas de los monumentos y sus muros interiores y en ocasiones para hacer esculturas.

Es muy rara la aparición del ladrillo pero, en cambio, muy frecuente el uso del adobe, sobre todo en las construcciones más modestas.

Las culturas antiguas de México erigieron estructuras de gran importancia utilizando mampostería de piedras naturales o artificiales, dando muestra del desarrollo alcanzado en técnicas constructivas.

Se construyen muros de contención en laderas de cerros, formando terrazas escalonadas, tanto para evitar la erosión como para aprovecharlas en el cultivo. En esta época se identifican herramientas y técnicas que favorecieron el desarrollo de la arquitectura (ligada fundamentalmente a la religión). Aparece el concepto de basamentos para templos, muros de contención y plataformas revestidas de piedra para casas, escalinatas sencillas o con alfardas,



rampas, el corte de la piedra y el recubrimiento de estuco, cierta orientación de los edificios, cinceles, plomadas, pulidores de pisos y muros, el mortero de cal y arena, etc.

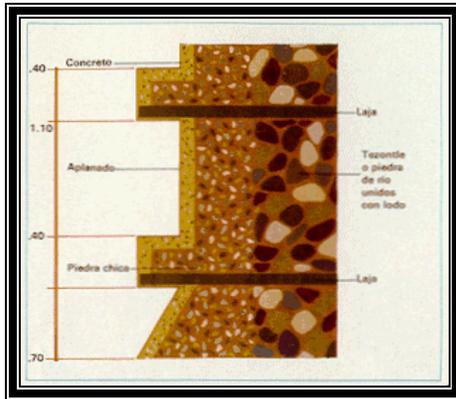


Figura 1.6 Esquema que explica la construcción de tablero sobre talud

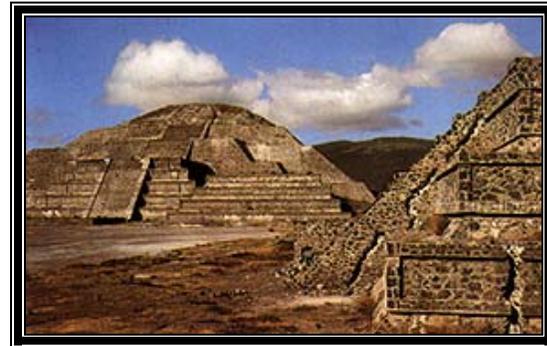


Figura 1.7 Pirámide del Sol, Teotihuacan. El estilo sería adoptado por varias culturas

### 1.4.1 LOS OLMECAS

Una de las estructuras más grandes de los olmecas (1200 a.C.) en La Venta es la pirámide construida de barro acumulado. Consiste en una pequeña plataforma rodeada de columnas de basalto situada al sur del patio ceremonial, así como el muro que rodeaba el patio, fueron construidos con bloques de barro rojo y amarillo unidos con barro rojo. Cuando menos una de las pirámides era escalonada. Nunca se utilizó el estuco para los muros o los suelos, ni la cal en la construcción. Los olmecas rara vez utilizaron piedra en sus edificios ya que no se encuentra en la región, sólo se usaba cuando el poder político fuese lo suficientemente importante para poder traerla desde lejos

### 1.4.2 TEOTIHUACAN

En la arquitectura teotihuacana es común encontrar taludes escalonados y la construcción en barro revestido de piedra (*fig. 1.6*). Hay indicios de que las casas ya tenían cimientos de piedra aunque los muros y techos fueran de materiales tan precarios que no han dejado huella.

Hay evidencias que sugieren la existencia de edificios públicos con muros de piedra y suelos de tierra compacta.

La pirámide del sol (*fig. 1.7*) está construida casi por completo de barro; el exterior revestido de piedra simplemente cortada pero no pulida.

El templo central de Quetzalcoatl es un gran basamento piramidal de cuatro cuerpos de talud y tablero de 50m de ancho en su base, construido por un relleno de piedra y tierra, y con



grandes troncos de árboles entre la mampostería, seguramente para transmitir al terreno el peso de la construcción. Esta construcción consiste en grandes pilares de lajas y relleno de piedra, compuesta por seis cuerpos revestidos totalmente de piedra. Los tableros están contruidos con grandes piedras muy bien labradas en su cara expuesta y en las juntas, de manera que la unión es perfecta; estas piedras son, en general, de altura uniforme en las hiladas pero de diferentes longitudes. En la parte ornamentada, que presenta grandes salientes, están habitualmente combinadas y ensambladas con cajas y espigas que penetran profundamente en la mampostería; las alfaradas de las escaleras se componen de piedras cortadas perpendicularmente a su inclinación, y en la parte baja otras con un corte especial para evitar resbalamientos. Todos los motivos decorativos de piedra están cubiertos por una fina capa de estuco de cal que cubre las irregularidades y perfecciona el modelado.

### ***1.4.3 LOS MAYAS***

La arquitectura de los mayas es tan característica como la griega, romana o gótica. Tiene variaciones locales, pero fundamentalmente es de una naturaleza única.

Las chozas de paja de la gente del pueblo, idéntica durante dos mil años, es rectangular, con los extremos redondos, y mide 6.7 m de largo por 3.65 m de ancho. Las paredes están hechas de palos recubiertos de lodo o de piedra sin labrar, y no pasan de 2.2 m de alto.

Las casas de los privilegiados, siempre cercanas a los edificios ceremoniales, eran de mampostería, con muros y bóvedas de piedras, pisos de estuco y casi siempre sobre terrazas o plataformas. Variaban mucho en disposición, desde unas cuantas habitaciones hasta complejos conjuntos de varias crujías que agrupaban cincuenta o más cuartos.

Es frecuente la presencia de banquetas a lo largo de los muros interiores, sobre las que se sentaban y dormían los moradores. Vigas empotradas en los paramentos de las bóvedas servían, además de elementos constructivos para reforzar la bóveda, para colgar enseres, víveres, vestidos y otros objetos, tal y como ocurre en la actualidad. Muy pocas son las residencias provistas de ventanas o ventilas.

La semejanza entre las casas techadas de paja y los edificios de piedra es notable, especialmente si se observan desde el interior. Este parecido sugiere que el declive de los techos de paja, dio lugar en un principio a la idea del techo de bóveda de piedras saledizas.

Los materiales para las construcciones de piedra se encontraban en abundancia, era un material muy fácil de trabajar. Por ejemplo, la piedra caliza que, al quemarla, proporciona la cal y la existencia de muchos depósitos de grava, que empleaban en la mezcla.

En la primitiva etapa formativa de Uaxactún comienzan a aparecer paredes bajas de piedra. Es dudoso que al principio de este periodo se hayan construido edificios de piedra propiamente dichos. Las paredes bajas de piedra que se han encontrado asociadas con vasijas antiguas en Chicanel eran simples muros de retención o frentes de plataformas bajas para sostener estructuras de materiales de poca duración. Sin embargo, al final del periodo, se encuentra la



primera construcción de piedra de grandes dimensiones, una pirámide construida para sostener una estructura de madera y paja.

El ejemplar maya más antiguo de arquitectura de piedra es la pirámide cubierta de estuco de Uaxactún. El notable estado de conservación en que se encuentra se debe a que poco después de haber sido terminada, fue cubierta por completo por una pirámide de mampostería, de piedras en bruto (*fig 1.8*).



Figura 1.8 Pirámide Maya ubicada en Uxmal

Esta pirámide de estuco, decorada con dieciséis mascarones de estuco, con cuatro escalinatas, es una maravilla de la arquitectura maya primitiva. Aunque fue construida de mampostería, es únicamente una subestructura y procede de una época anterior a los edificios de piedra propiamente dichos.

Los Mayas hicieron grandes aportaciones técnicas. El uso de la llamada "bóveda maya" que comenzó en el techado de tumbas, se generalizó y permitió la sustitución de techos de palmas por los de mampostería, obviamente más resistentes y duraderos, tanto a los edificios destinados al culto como en las residencias de los privilegiados.

Con el complejo de estelas de piedra y cerámica Tzakol introducido a Uaxactún (año 317), encontramos el ejemplar más antiguo de techado de bóveda de piedras saledizas del territorio maya. Tal vez ya en el año 278 se habían construido las primeras bóvedas saledizas. Los ejemplos más antiguos de éstas son muy toscos, se componen de lajas ordinarias y sin proporción, colocadas sobre una capa gruesa de mezcla y presentan una superficie muy dispareja.

Después de su introducción a Uaxactún, el techo de bóveda voladiza comenzó a extenderse en todas direcciones. Llegó a Copán en el extremo sudeste (año 435) a Oxkintok en el noroeste de Yucatán (año 475); a Tulum en el nordeste de Yucatán, cerca de (año 564); y probablemente al valle del Usumacinta (año 633). Antes del final de la Epoca Clásica (año 889), el techado de bóvedas de piedras saledizas había penetrado por todas partes del territorio maya pero no pasó del área maya propiamente dicha y no se le encuentra en ninguna de las regiones inmediatamente adyacentes.

Durante los mil doscientos años en que los antiguos mayas estuvieron construyendo edificios de piedra, surgieron diferencias en la arquitectura, no sólo de carácter temporal, sino también en



forma de variantes regionales, que se reflejan en lo diferentes tipos de unión de las piezas, en detalles de construcción y estilos de decoración.

Por muy hábilmente que los mayas hayan cortado y labrado los bloques de piedra individuales para sus edificios, las paredes tanto exteriores como interiores, fueron cubiertas originalmente de estuco de cal, tapando con él todas las juntas. Pero especialmente tratándose de los edificios de Yucatán no se hizo ningún esfuerzo para retallar las juntas.

#### **1.4.4 LOS AZTECAS**

El pueblo proveniente de Aztlán fundó la ciudad de Tenochtitlan en el año de 1325 (actual ciudad de México). La fundó en medio de un lago, tomando como punto de partida un islote conocido como Tenoch. En un principio no les fue posible construir sus templos con piedra, sino que los levantaban con paja y madera, fue en tiempos de Chimalpopoca cuando tuvieron acceso a éste material.

Los aztecas o mexicas construyeron muchas edificaciones en piedra, a destacar sus dimensiones extraordinarias, e innumerables pirámides rematadas por templos, entre los que destacaba por su tamaño el llamado templo mayor (*fig. 1.9*). Los palacios de la nobleza, erigidos en piedra, tenían su contrapunto en las casa de la periferia, construidas con materiales perecederos.

Del centro de la inmensa urbe partían tres calzadas, y un acueducto desde los manantiales de Chapultepec. Las tres calzadas que dividían la ciudad y comunicaban a la isla con la tierra firme fueron construidas con piedra sostenida por estacas de madera hincadas en el fondo del lago.

A pesar de todo, México-Tenochtitlan era una urbe planificada y cuadrículada, pero estaba expuesta al azote de las inundaciones. Para impedir las se llevaron a cabo obras de ingeniería consistentes en muros de contención. Estos muros también tenían la finalidad de separar el agua dulce de la salada. Para contar con un abastecimiento regular de agua potable se construyeron varios acueductos: uno en época de Moctezuma I, que traía el agua de Chapultepec y otro, que constaba de dos canales paralelos y venía de Coyoacán, levantado en tiempos de Ahuitzotl.

Según se sabe, la ciudad estaba provista de un sistema de desagües para evacuar las aguas residuales.

Todas las moradas de los nobles eran de mampostería, por lo general de un solo piso.



Figura 1.9 Esquema que representa lo que fue el templo mayor de los aztecas

Una característica de la arquitectura mexicana fue el doble templo, consistente en dos pirámides unidas, con sus propias escaleras y alfardas, una dedicada al dios de la guerra (Huitzilopochtli), y otra al dios del agua (Tláloc). La construcción del templo mayor se inició en el año 2-conejo (1390) y fue objeto de varias reconstrucciones (siete en total) y ampliado once veces para realizar su magnitud, pero también porque se hundía el terreno debajo de él. El basamento piramidal estaba compuesto por cuatro cuerpos en talud con un pasillo entre cada uno, construidos sobre una gran plataforma que medía aproximadamente 80x100 metros. Esta obra fue terminada en el año de 1487.

## 1.5 LA MAMPOSTERÍA EN EL LEJANO ORIENTE (Japón)

Los materiales utilizados en la arquitectura japonesa son muy variados. A través de la historia del Japón, las estructuras se componen principalmente de bastidores armados con madera y prácticamente no se observan las construcciones armadas con piedras y las razones son, por lo general, las siguientes:

- Frecuentes terremotos.
- Alta temperatura y humedad en verano.

Sin embargo, la piedra ha venido desempeñando una función importante dentro de la arquitectura tradicional.

En la época de Asuka (principalmente del Siglo VI al VII), tanto las formas y disposiciones de las construcciones como la tecnología estaban influenciadas por el continente chino y la península de Corea. En las tumbas de personajes influyentes se utilizó el granito cortado y llama la atención las cámaras de piedras labradas con alta precisión y estructuras especiales. Sin embargo, en las obras como templos de la misma época no se utilizaron las piedras.



La cámara interior de la Tumba Hanayamazuka (Siglo VII) fue construida con piedra laja apilada en forma de tejas (*figura 1.10*). Por la forma del apilado y la estructura de la cámara de piedra se aprecia la gran influencia de las tumbas coreanas.

En el templo de Horyuji (segunda mitad del Siglo VII), se utilizó la piedra para cimentación, pero no se utilizó la piedra para la estructura superior.

Durante la época de las Guerras Internas (desde la mitad del Siglo XVI hasta la mitad del Siglo XVII) cuando los

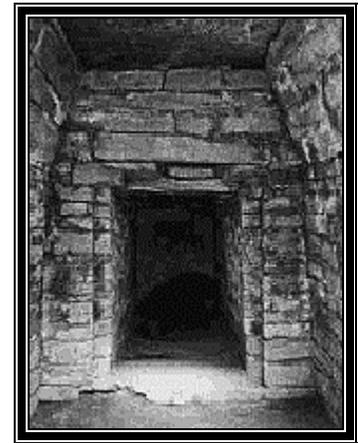


Figura 1.10 Cámara interior de la Tumba Hanayamazuka

influyentes se disputaban la hegemonía del poder, se construyeron gran cantidad de castillos en un plazo corto. Especialmente para que las principales construcciones tuvieran funciones defensivas, en distintas regiones se desarrolló la técnica de construcción de muros de piedra.

El tipo de construcciones varía en las distintas regiones del territorio japonés; es decir, en distintos lugares se observa el desarrollo propio de cada región como la construcción de cultivos escalonados y terraplenes vinculados con las viviendas y la agricultura. Especialmente en las zonas de intensos temporales, se desarrolló la técnica de los muros de piedra.

En las regiones donde los tifones causan intensos daños, se construyeron muros de piedra en los alrededores de la vivienda para protegerse de los temporales. En la *figura 1.11* se muestra una construcción que se ha rellenado con piedra apilada entre el muro y la vivienda para evitar la entrada de los vientos. En general, las villas se construían con muros continuos de piedra para protegerse de los temporales.

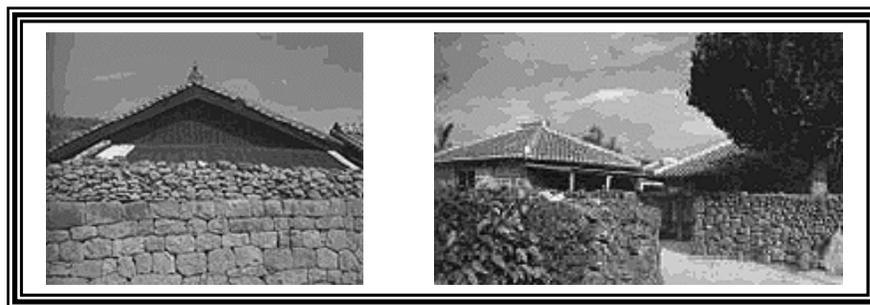


Figura 1.11 Viviendas de Wakayama

Desde mediados del Siglo XIX hasta la primera mitad del Siglo XX, en las ciudades se construyeron muchos edificios de ladrillo y mampostería de piedra que les da un aspecto urbano occidental. Sin embargo, debido a los daños sufridos por el gran terremoto de 1923, se adoptaron las estructuras que no ejerzan cargas sobre las piedras, aun cuando se trate de lograr la sensación del material de piedra de los edificios de estilo occidental.



Para la construcción del Palacio del Parlamento Nacional en Tokio (1936), se utilizaron las piedras de unos 40 lugares del país. Cerca de 25,500 toneladas de granito y 2,800 de mármol.

Para el Hotel Imperial, Tokio (1923), se utilizaron como principales materiales de terminación la piedra "OTAN" tallados con dibujos geométricos y ladrillos amarillos, aunque la estructura principal era de concreto reforzado.

En la década de los 70's comenzó a adoptarse el método de revestimiento de piedra en seco y el método de paneles de concreto premoldeado con piedras fijadas de antemano, en lugar del método húmedo, y los materiales de piedra fueron introducidos activamente para la construcción de rascacielos.

El método de paneles de concreto consiste en fijar la piedra llenando con mortero el espacio entre el cuerpo del edificio. El método húmedo es un método de instalación sobre estructuras metálicas con la tecnología de muro de cortina de concreto premoldeado con piedras fijadas de antemano preparadas en fábrica. En el método seco cada placa de piedra se instala con herrajes metálicos de fijación sobre las paredes de concreto armado; se exige no sólo la habilidad de los instaladores de piedra sino una alta precisión para el labrado de las piedras.

## 1.6 EL ADOBE EN AMERICA DEL NORTE

Las construcciones de adobe representan las estructuras más antiguas del sud-oeste de los Estados Unidos que aún están en pie. Existen aún edificaciones de misiones religiosas y casas privadas. Los colonizadores de la región construyeron las casas de adobe porque el material en la zona era abundante. No había bosques o grandes cantidades de rocas, de manera que construyeron con lo que tenían a mano. Resulta que hoy día se ha "descubierto" que ésta es la manera de elegir los materiales de construcción. Casi seguro que el material más abundante en una región es, asimismo, el que mejor se adapta al clima y al medio ambiente.

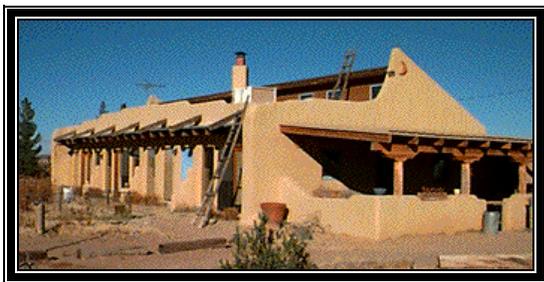


Fig. 1.12 Casas construidas con adobe

Cuando se construyeron los ferrocarriles, se facilitó el transporte de materiales de construcción a larga distancia y las construcciones en el sud-oeste americano comenzaron a usar otros materiales, cambiando asimismo la arquitectura local. Muchas de las

casas continuaron siendo de adobe (*fig. 1.12*), pero no porque era el material preferido, sino por ser el más económico. El adobe se convirtió en el material "de los pobres", cuyas familias participaban en la fabricación de la mezcla usando los pies, y volcando la misma dentro de formas de madera para fabricar los ladrillos. Lo importante es que ellos no dependían de otros para obtener los materiales de construcción. Actualmente aún existen los que eligen al adobe porque no pueden construir con ningún otro material, pero han aparecido numerosos grupos que han elegido al adobe simplemente porque les gusta.



Mientras que muchos consideran que el adobe es el material "de los pobres", otros piensan que sólo los ricos pueden hacerse una casa de adobe. En lugares como Santa Fe (Nuevo México), las casas de adobe diseñadas a gusto del cliente llegan a costar más de 100,000 dólares. Lo cierto es que una casa de adobe puede ser construida en Nuevo México a precios más económicos. Los ladrillos de adobe son producidos en corralones de adobe, en forma industrial. Los futuros dueños de casas de adobe se dividen, casi en igual número, entre los que optan por convertirse en constructores y los que pagan a un constructor especializado.

A la paja se la considera comúnmente como parte esencial del ladrillo de adobe. Esto no es cierto y los ladrillos de adobe contemporáneos no la usan. Su uso se creyó importante para dar rigidez al adobe, o evitar agrietamientos al secarse. Lo cierto es que si la proporción de arcilla y arena es la correcta, no se la necesita. Si el adobe se agrieta al secarse es porque tiene mucha arcilla

## 1.7 LA MAMPOSTERÍA HASTA EL SIGLO XIX

Después de Roma, el avance de la tecnología de la mampostería en Europa se detiene por varios siglos, se deja de fabricar ladrillos; los morteros de cemento y el concreto, desaparecen, perdiendo su tecnología, siendo rescatada trece siglos después por Smeaton, quien en 1756 reconoció la necesidad de usar en Inglaterra una mezcla de cal y puzolana italiana para la reconstrucción de partes que estarían sumergidas.

En el siglo XII el arco sumerio y romano de medio punto cede el paso al arco apuntado gótico y a la bóveda de crucería que posibilitan cubrir grandes claros y transforman la estructuración tradicional de las obras de mampostería. Se sustituyen así gruesos muros laterales por muros esbeltos, y la pequeña ventana románica por grandes ventanas. Se alcanza así una arquitectura de equilibrio, en donde el empleo de mampostería de arcilla o piedra con juntas gruesas de morteros de cal proveía, para estas construcciones la posibilidad de modificar su geometría inicial para acomodarse a las líneas resultantes de las fuerzas generadas por las cargas verticales y los empujes laterales, manteniendo al conjunto en una estabilidad de compresión en todas sus secciones y elementos.

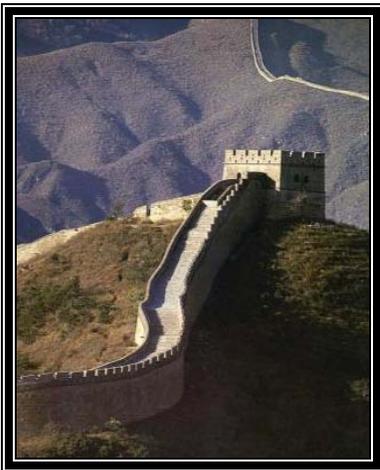


Figura 1.13 La Gran Muralla China.

La mampostería era aplicada también en otras partes del mundo. La gran muralla china (*fig 1.13*) se construyó con tierra y piedra, y se revistió de ladrillos de arcilla unidos con mortero de cal por su lado oriental. Tiene una anchura de 4.6 a 9.1 metros en su base y se estrecha hasta 3.7 metros en la parte más alta. La altura media es de 7.6 metros sin tener en cuenta el parapeto almenado. Hay atalayas de casi doce metros de altura situadas a intervalos de casi 180 metros. Varios cientos de kilómetros de la Gran Muralla permanecen intactos en los tramos orientales (de 5,000km que llegaron a ser).

supre  
sonada armada con ramas gruesas. En regiones montañosas,



con lo que se encontrara en el sitio. Se estima que durante el reinado de Qin se utilizaron 180 millones de metros cúbicos de adobe. Únicamente durante la dinastía de los Ming se utilizó piedra o ladrillo para el revestimiento.

Las paredes de la muralla china oscilaban entre los seis y los dieciséis metros. La anchura, sin embargo, casi siempre era la misma (lo suficiente para permitir el cómodo paso de cinco caballos en batería a galope tendido o de diez hombres a pie (*fig. 1.14*).

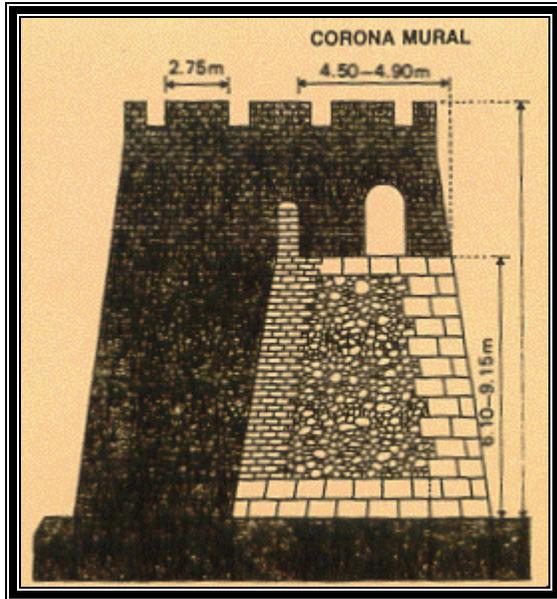


Figura. 1.14 Sección de una de las torres vigía que de cada 100 a 200 metros se yerguen en los muros de la gran muralla

Los Árabes emplearon la mampostería en sus mezquitas y minaretes, desarrollando una construcción masiva en sus espesores, delicadísima en sus cierres y detallado y conteniendo muchas veces un increíble alarde geométrico.

En la época medieval, en Europa Occidental, la mampostería fue importante para controlar desastrosos fuegos que destruían ciudades. Por ejemplo, después del gran fuego de 1666, Londres deja de ser una ciudad de madera para convertirse en una de mampostería.

Las fortalezas jugaban un papel importante en las guerras medievales, los primeros castillos (*fig. 1.15*) fueron simples torres rodeadas por empalizadas. En las fortificaciones había mucha madera que fue sustituyéndose por piedra a partir del siglo XII. Las murallas se fueron haciendo más gruesas y altas, reforzándose con taludes.



Figura 1.15 Castillo de Villalonso en Zamora, España

En 1620, el rey de Inglaterra Jacobo I, había proclamado el espesor mínimo de los muros en sótanos y primeros niveles en dos y medio espesores de ladrillo, ella fue seguida en 1625 por otra ordenanza que especificaba las dimensiones del ladrillo estándar.

Con la llegada de la revolución industrial (siglo XVIII), los objetivos de materiales de construcción se enfocaron al hierro, acero y concreto; en Inglaterra, se



extendió la aplicación de la mampostería de ladrillos de arcilla. Las grandes plantas para fabricar ladrillos se ubicaron en la vecindad de las minas de carbón por ser un combustible abundante y barato.

El cambio de combustible (de carbón a gas) y el rediseño de los hornos fueron un paso importante en el mejoramiento de la producción de las piezas, principalmente en países como Dinamarca, en donde era muy grande la necesidad de economizar combustible. El perfeccionamiento del horno fue acompañado de maquinaria auxiliar: trituradoras, molinos, y mezcladoras para las materias primas; extrusoras y prensas mecánicas para el formado de unidades. Se realizó un análisis racional de las materias primas, una medición exacta de temperaturas del horno y una formulación de las normas para impedir el agrietamiento en ladrillos. Indudablemente la sustitución de la vía empírica por métodos científicos representaron el cambio más significativo durante la revolución industrial.

Sin embargo, la edificación con mampostería se ve disminuida con la invención del cemento Portland en 1824 y a el refinamiento en la producción de acero a inicios del siglo XIX, que permitieron nuevos sistemas de construcción a base de concreto reforzado.

La mampostería de ladrillo llega al nuevo mundo traída por los europeos. En las colonias de la costa Atlántica norteamericana se realizaron grandes producciones artesanales de ladrillos de arcilla empleando prácticamente los mismos moldes que miles de años atrás inventaron los sumerios. Los ladrillos fueron utilizados para construir edificios de mampostería dando formalidad inglesa a las partes antiguas de muchas ciudades norteamericanas y particularmente a las del estado de Virginia.

En Perú el ladrillo no se fabrica localmente, se trae como lastre en barcos. Por ello, la construcción es principalmente de adobe y caña hasta bien entrado el siglo XX. La gran Penitenciaría de Lima fue la excepción, ya que para su construcción en 1856 se instaló una fábrica donde se moldearon casi siete millones de ladrillos de cerámica. La mampostería se elaboró con mortero de cal.

Entre finales del siglo XVIII y el siglo XIX ocurrieron en Europa los siguientes avances:

- En 1796, se patenta el "cemento romano" que era, estrictamente hablando, una cal hidráulica.
- En 1824 se inventa y patenta el cemento portland.
- Entre 1820 y 1840, se inventa la máquina para extruir ladrillos de arcilla, se usa por primera vez mampostería reforzada, y se inventa el horno de producción continua.
- Entre 1850 y 1870 se inventa y patenta el bloque de concreto, el ladrillo silico-calcareo y el concreto armado.



## 1.8 SURGIMIENTO DE LA MAMPOSTERÍA REFORZADA

Brunel, el insigne ingeniero británico, propuso en 1813 el refuerzo de una chimenea en construcción con mampostería reforzada con barras de hierro forjado. Sin embargo fue con la construcción del túnel bajo el Támesis, en 1825, que aplicó por primera vez dicho material, con él construyó dos accesos verticales al túnel que tenían 15 m de diámetro y 20 m de profundidad, con paredes de ladrillo de arcilla de 75 cm de espesor reforzadas verticalmente con pernos de hierro forjado de 25 mm de diámetro y zunchos circunferenciales de platabanda de 200 mm de ancho y 12 mm de espesor, que se iban colocando conforme iba avanzando el proceso de construcción. Los accesos fueron construidos sobre el suelo hasta una altura de 12 m y luego hundidos excavando la tierra de su interior a manera de arcos. Brunel y Pasley ensayaron posteriormente vigas de mampostería reforzada con pernos de hierro forjado con claros de 6 y 7 m cargándolas hasta la rotura; ella ocurrió por la falla en tensión del refuerzo. A pesar de intentarlo los investigadores no pudieron llegar a métodos racionales de diseño.

El tema de la mampostería reforzada desaparece por 50 años, hasta que en 1889 el ingeniero francés Paul Cottancin patentó un método para reforzar y construir edificios de mampostería.

A finales del siglo XIX y principios del XX, la tecnología de la mampostería no podía satisfacer los requerimientos que los nuevos sistemas estructurales establecían, como lo era la demanda de edificios de gran altura. Un ejemplo se tiene en la ciudad de Chicago, en dónde la mampostería dejó de utilizarse como elemento estructural, siendo sustituida por un sistema de marcos esqueléticos de hierro, la mampostería fue utilizada únicamente como fachada, panel o protección contra el fuego.

El fin de la mampostería sin reforzar se puede ejemplificar con el edificio Monadnock en Chicago (*figura 1.16*). Se trata de un edificio (de los primeros de gran altura a fines del siglo XIX) de mampostería no reforzada de 17 niveles construido entre 1889 y 1891. Evidentemente, este sistema de construcción no satisfacía las demandas de las nuevas sociedades modernas e industrializadas.

En este rascacielos primitivo, de estructura de mampostería, las cargas gravitatorias son conducidas hacia los cimientos a través de los muros (actuando como columnas), y las cargas horizontales son también resistidas por los mismos muros actuando como pantallas de mampostería (a manera de voladizos empotrados en la cimentación).

En el caso del edificio Monadnock, en el nivel de planta baja los muros exceden los 2.10 m de espesor, lo que implica que a este nivel, la superficie ocupada por los muros estructurales llegue alrededor del 20% de la superficie de la planta (configurando un elevadísimo nivel de interferencia con el proyecto arquitectónico, generando serios problemas a la circulación horizontal). Si analizamos el cociente entre la carga de utilización de la estructura contra el peso total de la estructura, veremos que este índice es bastante bajo; es decir, mucha masa



Figura 1.16 Edificio Monadnock, Chicago.  
Edificio de 17 niveles de mampostería no reforzada

estructural para poca carga de explotación. Esto nos lleva a pensar que dicha altura (64 metros) está muy cerca del límite de altura para este sistema constructivo.

El edificio Monadnock es el último rascacielos en que se empleó este método de construcción, y representa un hito en la historia de los rascacielos.

Se consideró, en general, a la mampostería y al concreto como sistemas antiguos e incluso pasados de moda por su baja resistencia a la tensión.

La introducción del hierro y acero como elemento de refuerzo provocó que la tecnología del concreto se desarrollara rápidamente con complejos sistemas de refuerzo; no así la mampostería, cuya investigación casi desapareció.

El arquitecto español, Antonio Gaudí (finales del siglo XIX y principios del XX), fue el único que buscó la innovación en formas y diseño de mampostería estructural, siempre tomando en cuenta la economía y la eficiencia.

En 1920 se construyeron varias obras de mampostería reforzada en la India, desde luego motivados por las dificultades económicas del país y la necesidad de buscar alternativas estructurales al concreto reforzado y acero por su alto costo. Se inició la investigación extensiva en el desempeño estructural de la mampostería reforzada interiormente, se ensayaron un total de 682 especímenes entre vigas, losas, columnas y arcos. Este trabajo condujo no solo a un nuevo sistema estructural de bajo costo sino que constituye la primera investigación organizada de mampostería reforzada y las primeras bases analíticas del comportamiento estructural de la mampostería.

Japón, un país también sometido a acciones sísmicas importantes, construyó en las primeras décadas del siglo pasado muros de mampostería reforzada en edificios y en obras de contención, puentes, silos y chimeneas.

En los Estados Unidos se inició en 1913 una investigación apoyada por los fabricantes de ladrillos de arcilla para el estudio experimental de la mampostería reforzada, sentando las bases para otras investigaciones similares de otras partes del mundo.



En Europa, en cambio, fue hasta 1940 cuando ingenieros y arquitectos comenzaron el estudio formal de la capacidad resistente y diseño de los muros de mampostería, cien años después de las investigaciones con el concreto. En esa época se realizaron extensas pruebas de laboratorio, obteniendo datos suficientes para el desarrollo del primer método de diseño racional para la mampostería.

Las primeras recomendaciones, guías de diseño y construcción de mampostería en los Estados Unidos, fueron realizadas en los años 50's del siglo XX, su primer reglamento de diseño de mampostería fue publicado en 1966.

## 1.9 EVOLUCIÓN DE LA MAMPOSTERÍA REFORZADA EN MÉXICO

En la década de los 40's del siglo pasado era común el acero con límite de fluencia ( $f_y$ ) de  $2500 \text{ kg/cm}^2$  y que la mampostería se reforzara con 4 varillas del número 3 y estribos de alambón a cada 20 cm, armado que sigue siendo tradicional aún en esta época, a pesar de que han aparecido aceros de mejor calidad. A finales de los años 50's del siglo pasado, ese refuerzo seguía vigente no obstante la reglamentación estricta del reglamento después de ocurrir el sismo del 28 de julio de 1957. En esa época, aparecen en el mercado de México las primeras armaduras electrosoldadas para reforzar muros, cuya finalidad era sustituir el armado tradicional con aceros de mejor calidad ( $4000 \text{ kg/cm}^2$  en esos años), y cumplir con la normatividad de ese tiempo. Los muros de piezas huecas debían de tener cuando menos 20 cm de ancho y tener una varilla de 1.3 cm a cada 60 cm anclada en las trabes si el área tributaria del muro era mayor a  $15 \text{ m}^2$ ; mientras que los muros divisorios se debían confinar con postes metálicos en su perímetro o mediante malla en sus caras. El objetivo del refuerzo era evitar la falla frágil de los muros después de agrietarse.

Los primeros trabajos de investigación realizados en México fueron en la década de los 60's del siglo pasado, en los laboratorios de resistencia de materiales de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

En el Reglamento de Construcciones de 1966<sup>1.1</sup> aparecen requisitos específicos de refuerzo de las dalas y castillos para estructuras de mampostería de mas de 5m de altura. Se pide que los castillos se coloquen en las intersecciones entre muros, en los extremos y a separaciones que no excedan las 3/4 partes de la altura; la dala se debería poner en todo extremo horizontal de muro, salvo que existiera algún otro elemento de concreto. Para la resistencia del concreto se pedía un mínimo de  $140 \text{ kg/cm}^2$ , y el acero de dalas y castillos debería tener al menos cuatro varillas, cuya área no debía ser menor que  $0.1 f'c/f_y$  por el área transversal del castillo, pero no mayor que  $0.1 f'c/f_y t^2$  (t es el espesor del muro). Decía, también, que el diámetro de los estribos no debería ser menor a 0.6 cm con separación máxima de 20 cm, sin especificar el esfuerzo de fluencia. Si el refuerzo era interior, se pedía que se colocara refuerzo equivalente.

<sup>1.1</sup> Diario Oficial de la Federación a 9 de febrero de 1966.



Posteriormente, en el Instituto de Ingeniería, se hizo el estudio formal del comportamiento y las prácticas constructivas nacionales en estructuras de mampostería en la década de los 70's del siglo XX.

En noviembre de 1976 aparece un nuevo reglamento que se basa en criterio probabilista, se implementan las Normas Técnicas Complementarias (NTC) para diseño de estructuras de distintos tipos, entre ellas las de mampostería; esto era con la finalidad de actualizar las normas de diseño de una manera menos complicada, al menos eso se decía. Cabe mencionar que las NTC no eran de carácter obligatorio. El cambio principal se refiere al criterio de diseño de las estructuras, el cual ahora se hacía para que los elementos fallaran, pero para cargas mayores a las de servicio, esto es, con un criterio de resistencia. Respecto a la mampostería, los cambios principales fueron: aparece el concepto de muro confinado y muro con refuerzo interior, estableciéndose las características para cada uno; si el muro con refuerzo interior cumplía con los requisitos ahí establecidas, se permitía incrementar su resistencia a cortante en un 50%; también se permitía el mismo incremento en porcentaje para la compresión axial (pero no mayor a 15 kg/cm<sup>2</sup>); en muros confinados se permitía incrementar en 4 kg/cm<sup>2</sup> la resistencia a compresión de la mampostería.

Para muros confinados, los castillos y dalas debían tener un concreto con  $f'c$  mayor a 150 kg/cm<sup>2</sup> y se aumentó al doble la cantidad de refuerzo longitudinal respecto al valor que antes se pedía; ahora el área debería ser mayor a  $0.2 f'c/fy$  por el área del castillo. Aparece una expresión para calcular el área de refuerzo en estribos,  $1000S/(fydc)$ , y se pide que la separación no sea mayor a  $1.5 dc$  ó 20 cm, la menor de ellas; la distancia entre castillos se pide que no sea mayor a 1.5 veces la altura del muro o cada cuatro metros. Para los muros con refuerzo interior se pedían cantidades de refuerzo muy altas, cuando menos 0.0007 del área transversal del muro en una dirección (horizontal o vertical), pero su suma de ambas cuantías no debería ser menor a 0.002. Además, en todo extremo o intersección de muros, o cada 3 metros, deberían ir colados dos huecos consecutivos cada uno de ellos con una varilla de 3/8" (con  $fy = 4200\text{kg/cm}^2$  o refuerzo equivalente); además, el refuerzo interior adicional se debía colocar a una separación no mayor a seis veces el espesor del muro ó 90 cm.

Para las NTC para Mampostería de 1976, la finalidad de aumentar las cantidades de refuerzo era dar a los muros cierta capacidad de deformación para que poder aplicar factores de ductilidad mayores a la unidad: 1.5 para piezas huecas con refuerzo interior o confinadas, y 2 para piezas macizas confinadas.

En septiembre 19 y 20 de 1985 ocurren dos temblores de gran intensidad causando numerosos daños en estructuras, principalmente de concreto, haciendo necesaria la aparición de unas normas de emergencia y posteriormente, en 1987<sup>1,2</sup>, un nuevo Reglamento de Construcciones. Los cambios principales para el refuerzo de estructuras de mampostería consistieron en incrementar el factor de resistencia de mamposterías confinadas y con refuerzo interior de 0.6 a 0.7, y se elimina el incremento en resistencia a cortante para mamposterías con refuerzo interior; permitiendo, solo en el caso de colocar acero de refuerzo en las juntas horizontales del mortero, incrementar 25% la resistencia a cortante, esto es aplicable tanto a muros confinados, como con refuerzo interior.

<sup>1,2</sup> Diario Oficial de la Federación a 3 de julio de 1987.



Se observa como se hizo menos estricto el reglamento con las mamposterías en comparación con las estructuras de acero y concreto, además se permite incrementar la resistencia a cortante de la mampostería cuando se utiliza refuerzo horizontal entre las juntas del mortero. Esto último fue debido al excelente comportamiento observado en mamposterías reforzadas de esa manera, las cuales tuvieron capacidad de soportar altos niveles de carga para deformaciones importantes.

La versión de las NTCM del año 1996 tiene modificaciones menores tendientes a aclarar la aplicación de las normas.

Estudios recientes en mamposterías demuestran que se pueden alcanzar resistencias nominales de diseño a cortante de  $5 \text{ kg/cm}^2$  e incluso mayores, han permitido determinar que es necesario modificar algunos de los criterios para el estudio del comportamiento sísmico de las mamposterías, aún para cantidades de refuerzo menores a las indicadas actualmente en las normas.

En el año 2001, se dieron a conocer las propuestas de Normas que próximamente entrarán en vigor. En los siguientes capítulos se muestra la propuesta a las NTC de Mampostería y Sismo.

## 1.10 MAMPOSTERÍA CONTEMPORÁNEA

Por su forma de trabajo estructural, la mampostería actual puede clasificarse como estructural o no estructural, principalmente.

Como se verá, las piezas pueden ser muy diversas, desde macizas hasta huecas, de piedras naturales hasta artificiales, desde hechas a mano hasta hechas mediante un proceso mecanizado.

Un muro de mampostería debe de tener la capacidad para resistir, por lo menos, su propio peso y las cargas laterales que correspondan en elementos no estructurales. Aunque de poco serviría un muro de estas características por lo que un muro estructural debe resistir, además, las cargas muertas y vivas de la construcción y las fuerzas laterales causadas por sismo y/o viento.

Los sistemas actuales de estructuración a base de mampostería difieren bastante de los utilizados en épocas remotas. Su potencial estructural es aun explorado mediante la investigación experimental que nos reporta un mayor entendimiento de su desempeño estructural.

Las actuales edificaciones de mampostería son mucho más esbeltas y mucho más eficientes (*fig. 1.17*). Su diseño, de acuerdo con las especificaciones vigentes, asegura un desempeño adecuado aún en casos de actividad sísmica o exposición al fuego.

Al quedar prácticamente perfeccionado el método de obra, en la actualidad se trata de buscar el ingenio sobre la expresión de cada construcción. Después del período en el cual se adoptaban muchas expresiones con alta sensación de lujo y uso masivo de piedras pulidas, actualmente se



destaca la tendencia de incorporar los diseños con una sensación de volumen peculiar de las piedras o la naturaleza aleatoria. Así continuarán incansablemente los experimentos y las pruebas para introducir la mampostería en las construcciones y lograr nuevos atractivos.



**Figura 1.17** Conjunto habitacional Bosques de Alba II, Cuautitlán Izcalli, Méx;  
ejemplo de los actuales sistemas de edificación con mampostería



## CAPÍTULO 1

---



# Capítulo 2

## MATERIALES ESTRUCTURALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE MAMPOSTERÍA



- MAMPOSTERÍA
- PRUEBAS DE LABORATORIO
- MORTERO, CONCRETO Y ACERO



## 2.1 MAMPOSTERÍA

### 2.1.1 DEFINICIÓN DE MAMPOSTERÍA

Obra hecha con mampuestos sin sujeción a hiladas y tamaños; es decir, con piedra sin labrar que se puede colocar con la mano en obra.

Antiguamente la palabra mampostería se refería al arte de construir con piedra. En la actualidad el término abarca todo tipo de materiales para construcción que consiste en unidades pegadas entre sí con mortero o algún cementante; por ejemplo, ladrillo, piedra, productos de loseta de barro, bloques de yeso, bloques de concreto y en ocasiones trabajos de bloque de vidrio.

Las características del trabajo de mampostería son el resultado de las propiedades de las unidades de mampostería, del mortero y de los métodos de pegado, reforzado, anclado, atado, unión, etc., de las unidades en un conjunto.

### 2.1.2 CLASIFICACIÓN DE LAS PIEZAS DE MAMPOSTERÍA

#### 2.1.2.1 Clasificación de Acuerdo a su Origen.

Para toda construcción de mampostería, el componente básico es la unidad o pieza, las cuales, por su origen, pueden ser naturales o artificiales.

##### *I. Mampostería Natural.*

Son las piezas que se toman directamente de su estado natural; es decir, tal y como se encuentran en la naturaleza. Estas pueden utilizarse sin labrar o labradas. En México se distinguen tres tipos de mampostería de acuerdo a la forma en que han sido labradas (*fig. 2.1*):

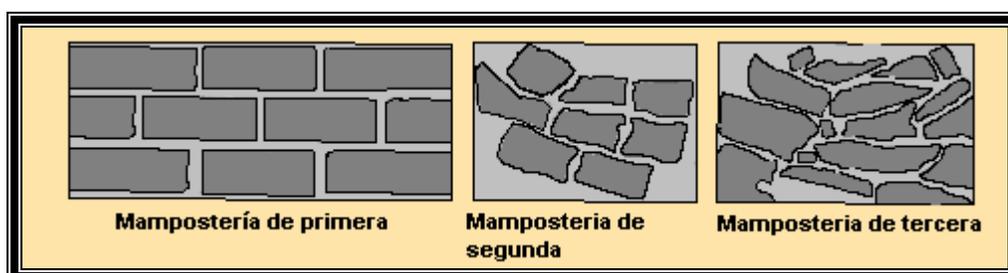


Figura 2.1 Tipos de mampostería natural.

- a) **Mampostería de primera** La piedra se labra en paralelepípedos regulares, con su cara expuesta de forma rectangular. La forma en que se nombra a este tipo de mampostería es la de sillares.

- b) **Mampostería de segunda** La piedra natural se labra formando paralelepípedos aunque no de forma regular, esto debido a que se sigue la configuración natural que tiene la piedra al salir de la cantera; por lo tanto, su forma es más bien variable.
- c) **Mampostería de tercera** La piedra se utiliza con la forma irregular con que salió de la cantera, aunque en su colocación se procura que la cara expuesta sea lo más plana posible.

Para casos estructurales, lo que nos interesa conocer de las piezas naturales (piedras), es su peso y dureza (a menos que se trate de piezas que además de tener un uso estructural vaya a ser decorativo, entonces el color también será importante).

De acuerdo a sus propiedades físicas, podemos clasificar a las piedras como duras o blandas. Si al romper una piedra los trozos que resulten tienen los bordes redondeados, se trata de una piedra blanda; caso opuesto, si al romperse los trozos tienen bordes angulosos con ciertas aristas, la piedra es dura.

Actualmente, la mampostería natural se utiliza, principalmente, en cimentaciones, muros de fachadas, chimeneas y muros de contención.

Entre las principales piedras duras tenemos al mármol, areniscas, y granitos.

El siguiente listado son algunas consideraciones que se deben tomar en cuenta para el empleo de piedras naturales en la fabricación de elementos estructurales:

- Resistencia a la intemperie
- No deben ser quebradizas
- Su superficie debe ser lo suficientemente rugosa para que el mortero se adhiera bien
- Debe tener ausencia de grietas y rajaduras
- Los bancos de materiales deben estar lo más cerca posible a la obra para optimizar costos

Las piedras utilizadas tienen propiedades muy variables. En la *tabla 2.1* se dan características aproximadas de algunas piedras usadas en la construcción.

Tabla 2.1 Propiedades mecánicas de piedras naturales<sup>2.1</sup> (ver sección 2.1.4)

PIEDRA	PESO VOL. SECO (t/m <sup>3</sup> )	Resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la tensión en flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )
Areniscas	1.75 - 2.65	150 - 3200	60 - 120	40,000 - 200,000
Basaltos	2.3 - 3.0	800 - 5800	200 - 300	100,000 - 300,000
Granito natural	2.4 - 3.2	800 - 3000	100 - 200	400,000 - 500,000
Mármol	2.4 - 2.85	300 - 3000	35 - 200	900,000

<sup>2.1</sup> Las propiedades mecánicas pueden verse en la sección 2.1.4.1.



En la *tabla 2.2* se muestra la resistencia a compresión y cortante de piedras naturales, mampostería de tercera (piedra sin labrar).

**Tabla 2.2 Resistencia a compresión y cortante de mampostería de tercera<sup>2.2</sup>**

Tipo de mortero	f*m (kg/cm <sup>2</sup> )	v* (kg/cm <sup>2</sup> )
Mampostería junteada con mortero de resistencia a compresión no < a 50kg/cm <sup>2</sup>	20	0.6
Mampostería junteada con mortero de resistencia a compresión < a 50kg/cm <sup>2</sup>	15	0.4

## ***II. Mampostería Artificial***

Son las piezas de mampostería que no se obtienen directamente de la naturaleza, sino que son elaboradas por el hombre de manera artesanal o de manera mecanizada; es decir, la mampostería artificial se divide en mampostería elaborada artesanalmente y la elaborada de manera mecanizada.

Son múltiples las subdivisiones que pueden surgir de la mampostería artificial, una de ellas es de acuerdo a la materia prima con que están elaboradas. La materia prima más empleada para la elaboración de piezas de mampostería son: el barro o arcillas y el concreto (con agregados normales o ligeros).

Aunque no son de uso muy común, actualmente también se utilizan los siguientes materiales:

- Bloque sílico calcáreo, compuesto de arena sílica y cal hidratada, cocido en autoclaves bajo vapor y presión
- Arena con cal
- Bloque de concreto celular (concreto ligero)
- Concreto laminado (tabletas de cemento reforzado con fibras sintéticas)

Existe una gran diversidad de tipos mampostería artificial, la calidad varía de acuerdo a la materia prima que se emplee para su fabricación, a los procedimientos para su elaboración (artesanal o mecanizada) y/o a la geometría que tengan las piezas.

Las piezas que se utilicen en elementos estructurales deberán cumplir con los requisitos de calidad que especifique la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial para cada material. En particular deberán aplicarse las siguientes normas (*tabla 2.3*).

<sup>2.2</sup> Las propiedades mecánicas de resistencia a la compresión y cortante de la mampostería pueden verse en las secciones 2.1.4.1 y 2.1.4.2 respectivamente.

Tabla 2.3 Normas para la fabricación de ladrillos<sup>2,3</sup>

NORMA	PIEZA
NMX-C-6	Ladrillos y bloques cerámicos de barro, arcilla o similares.
NMX-C-10	Bloques, ladrillos o tabiques y tabicones de concreto.
NMX-C-404	Bloques, tabiques, ladrillos y tabicones para uso estructural

Las piezas de mampostería deben cumplir con ciertas características, las cuales son:

- Ser homogéneas
- Ser porosas sin exceso para una mejor adherencia con el mortero
- Tener buena sonoridad al ser golpeadas
- Estar bien moldeadas y tener aristas vivas
- Facilidad para ser cortadas

Las partes de un ladrillo o tabique reciben los nombres indicados en la *figura 2.2*.

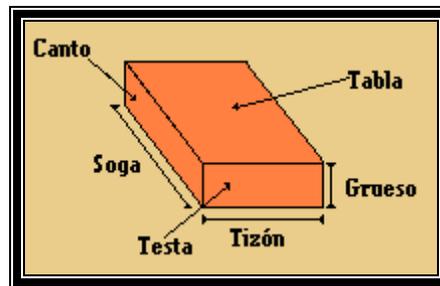


Figura 2.2 Partes del ladrillo o tabique.

- Tabla = cada una de las dos caras mayores (soga x tizón)
- Canto = cada una de las dos caras medias (soga x grueso)
- Testa = cada una de las dos caras menores (grueso x tizón)

Según la NMX C-404, las piezas artificiales, cuyo uso es con fin estructural, se clasifican en: tabiques, bloques y tabicones, además de que deben de tener las siguientes características:

- a) **Tabique:** fabricado con arcillas comprimidas o extruídas mediante un proceso de cocción o de otros materiales con procesos diferentes, de forma prismática. Las dimensiones mínimas nominales, sin incluir la junta de albañilería, deben ser de 5x10x19cm (alto x ancho x largo)
- b) **Bloque:** fabricado por moldeo del concreto y/o de otros materiales, puede ser macizo o hueco. Sus dimensiones mínimas deben ser de 10x10x30 cm (altura x ancho x largo). Las dimensiones nominales de las piezas, incluida la junta de albañilería de 1 cm de espesor, deben basarse en el módulo de 10

<sup>2,3</sup> Las especificaciones más importantes de estas normas se muestran en el apéndice A.



cm en múltiplos o submúltiplos. Las dimensiones de la pared deben ser de 2.5 cm como mínimo

- c) **Tabicón:** fabricado de concreto u otros materiales. Las dimensiones nominales mínimas, no incluyen la junta de albañilería, deben ser de 6x10x24 cm (alto x ancho x largo)

En esta norma se establece que para localidades que cuenten con un reglamento de construcción posterior a los sismos de México de 1985, y que además incluya disposiciones de diseño sismorresistente para estructuras de mampostería, regirán las normatividades indicadas en dicho reglamento referentes a los requisitos de dimensiones nominales mínimas, áreas netas mínimas y espesores mínimos de paredes de piezas macizas y huecas. En caso contrario regirán las especificaciones de la NMX C-404.

## 2.1.2.2 Clasificación de Acuerdo a los Materiales Componentes

### I. *Mampostería Elaborada con Arcilla o Barro*

Las piezas de barro recocido se fabrican con tierra arcillosa o barro común que contenga una pequeña dosis de arena. Hay varios tipos de piezas que se fabrican dependiendo del uso al que se destinen, pudiendo intervenir como material estructural o de recubrimiento.

Como elementos estructurales se fabrica el tabique de 6x13x27 aproximadamente y los ladrillos o soleras de diferentes dimensiones, empleándose en muros, arcos y bóvedas.

Como materiales de recubrimiento se fabrican las tejas y ladrillos de dimensiones y formas diversas, las más comunes son de 13 x 27 (rectangular) y 27 x 27 (cuadrado), ambos con espesores de 2.0cm (espesor mínimo recomendable, salvo el caso de los ladrillos para enladrillado de azoteas que podrá tener 1.5cm de espesor).

Existen diferentes tipos de tabique dependiendo de su dosificación y del grado de cocción que tenga en su fabricación. Por ejemplo:

- a) **Tabique tierno:** De color anaranjado, tiene una mayor dosis de arena y menor cocción, por lo que su resistencia a los agentes externos como el viento y la lluvia son reducidos
- b) **Tabique recocido:** De color rojo, su horneado es uniforme, recomendable para muros de carga por su resistencia, sobre todo a la intemperie
- c) **Tabique recocho.** Se llaman así los ladrillos que estaban en el centro del horno (al cocerlos) donde es más alta la temperatura y son los mejor cocidos. Son de color morado, rojo encendido o amarillo dependiendo del tipo de arcilla empleada, es vidrioso debido a su cocimiento excesivo. Tiene demanda para muros aparentes debido a la variedad de tonos que presenta
- d) **Refractarios.** Es otro tipo de ladrillo cuya finalidad es resistir la acción de un fuego intenso. Se fabrican con arcilla pura refractaria, que se prepara realizando el desengrase de la arcilla con cemento de alfarero o con arena muy fina,

dsecando la masa y llevando la cocción hasta el rojo blanco. Se usan para el revestimiento interno de hogares, chimeneas, hornos, etc. En el mercado hay mucha variedad tipos aplicables a los distintos trabajos; algunos de ellos pueden verse en la *figura 2.3*

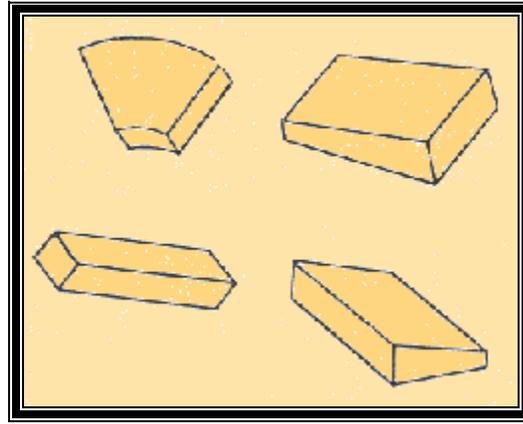


Figura 2.3 Algunos tipos de ladrillos refractarios.

Según la norma NMX-C-006 los ladrillos y bloques cerámicos de arcilla, barro o similares, por su fabricación, se clasifican en dos tipos:

- a) ***Hechos en Máquina o mecanizada (Mq)*** con cuatro subtipos señalados en la *tabla 2.4*, cuyas características se muestran en la *tabla 2.6*
- b) ***Hechos a mano o artesanal (Mn)*** como se indica en la *tabla 2.5*

Tabla 2.4 Ladrillos y bloques hechos de forma mecanizada<sup>2.4</sup>

Tipo	Subtipo	Designación	Grados de Calidad			
Mq	MqM	Ladrillos macizos	A	B	C	D
	MqP	Perforados	B	C	D	
	MqHv	Huecos verticales	C	D		
	MqHh	Huecos horizontales	D	E		

Tabla 2.5 Ladrillos y bloques hechos de forma artesanal

Tipo	Designación	Grados de Calidad			
Mn	Ladrillos macizos	E			

<sup>2.4</sup> Los grados de calidad se especifican en el apéndice A.



Tabla 2.6 Características de ladrillos y bloques hechos de forma mecanizada

Subtipo	Características
MqP	Ladrillos compactos en toda su masa. Admiten perforaciones perpendiculares a sus caras mayores, tales que el volumen total sea < al 15% del volumen del ladrillo. El área transversal de cada perforación será $\leq 6 \text{ cm}^2$ , con una distancia mínima de 18 mm del borde exterior del ladrillo a uno de los lados de la perforación y a 30mm entre perforaciones.
MqP	Ladrillos con perforaciones perpendiculares a las caras mayores, tales que el volumen total de dichas sea > 15% y $\leq 35\%$ del volumen del ladrillo. El área transversal de cada perforación será $\leq 6 \text{ cm}^2$ y distribuidas lo más uniforme posible sobre la superficie total. El espesor de las cáscaras debe ser $\geq 15 \text{ mm}$ . El espesor de las paredes debe ser $\leq 5 \text{ mm}$ en cualquier sentido.
MqHv	Bloques en que los huecos son perpendiculares a la cara de apoyo del ladrillo o bloque y el volumen total de los huecos debe ser > 35% del volumen total del ladrillo o bloque. Las cáscaras del ladrillo o bloque deben tener un espesor $\geq 22\text{mm}$ . Las paredes interiores deben tener un espesor $\geq 8 \text{ mm}$ en cualquier sentido. El área transversal de cada hueco debe ser < 20% del área total del ladrillo o bloque.
MqHh	Bloques cuyos huecos son paralelos a la cara de apoyo, el volumen total de los huecos será > 40% del volumen total del bloque. La cáscara del bloque debe tener un espesor $\geq 15\text{mm}$ , o a 18mm en caso de una cáscara doble (con perforaciones hasta del 33%). Las paredes deben tener un espesor $\geq 8\text{mm}$ .

## II. Mampostería Elaborada con Concreto

Se entiende por bloque, ladrillo o tabique y tabicón de concreto, el material de construcción de forma prismática, sólido o con huecos, fabricado con cementos y agregados gruesos y finos. Entre los agregados finos está la arena natural como el más común, aunque también se usa la caliza, el granito triturado, mármol, tezontle, cenizas volcánicas y piedra pómez. Para los agregados gruesos se emplea generalmente la grava, la piedra triturada, la escoria de altos hornos o cualquier material denso que no sea suave ni frágil.

El proporcionamiento de los materiales anteriores debe ser, aproximadamente, el indicado en la *tabla 2.7*:

Tabla 2.7 Proporcionamiento de materiales para la elaboración de piezas de concreto<sup>2.5</sup>

Material	Proporcionamiento
Agregado grueso	40 – 50% del volumen total
Cemento	25 – 55% de los agregados
Relación de volúmenes cemento-agregados	1:6 – 1:11

Las cualidades que tienen los bloques de concreto es que son poco absorbentes, reduciéndose la humedad en la superficie de contacto con el agua sin penetrar mayormente con lo que el ensalitramiento es mínimo. Dependiendo de sus espesores aumentará su resistencia al fuego, pudiéndose determinar el espesor conveniente del muro a utilizar de acuerdo con el tamaño y uso del edificio (*tabla 2.8*).

<sup>2.5</sup> Todas estas mezclas deberán curarse y fraguar adecuadamente para probar las muestras a los 28 días de elaborados los bloques.

Tabla 2.8 Grado de resistencia al fuego de muros de mampostería de concreto

Agregado	Espesor mínimo en paredes (cm)			
	4 horas	3 horas	2 horas	1 hora
Pómez	12.0	10.0	8.2	5.4
Arcillas expansivas	14.5	12.2	9.6	6.6
Grava y arena común	17.0	12.8	11.5	7.6

Según la norma NMX-C-010 los ladrillos, bloques, tabiques y tabicones, por su fabricación, se clasifican en dos tipos:

- Tipo I:** Bloques huecos y sólidos, con los subtipos RBH70, RBH60, RBH40, para bloques huecos; y RBS100, RBS70 y RBS40, para bloques sólidos.
- Tipo II:** Ladrillos o tabiques y tabicones huecos y sólidos, con los subtipos: RLH100, RLH70, para el grupo de huecos; RLS175, RLS100 y RLS50 para el grupo de sólidos.

Esta clasificación y características de los subgrupos se muestra en las *tablas 2.9 y 2.10*.

Tabla 2.9 Clasificación de ladrillos, bloques, tabiques y tabicones según la norma NMX-C-010

TIPO	SUBTIPO	
I	Huecos	RBH70, RBH60 y RBH40
	Sólidos	RBS100, RBS70 y RBS40
II	Huecos	RLH100 y RLH70
	Sólidos	RLS175, RLS100 y RLS50

Tabla 2.10 Características de los subtipos de ladrillos, bloques, tabiques y tabicones según la norma NMX-C-010

SUBTIPO	CARACTERÍSTICAS
RBH70, RBH60, RBS100 y RLS175	Se usan en muros exteriores o interiores, de carga o de relleno. Son de baja absorción por lo que se pueden usar sin recubrimiento.
RBH40, RBS70, RLH70 y RLS100	Se usan en muros exteriores o interiores, de carga o de relleno. Deben protegerse de la intemperie con recubrimientos o selladores impermeables.
RBS40 y RLS50	Se usan en muros interiores de relleno. Son altamente absorbentes por lo que en caso de usarlos en exteriores deberán recubrirse adecuadamente.

### 2.1.2.3 Clasificación de Acuerdo a las NTC para Mampostería

Las piezas que tengan como finalidad uso estructural pueden ser macizas o huecas.



## I. Piezas Macizas

Se consideran como piezas macizas aquellas cuya sección transversal menos favorable tenga un área neta del 75% o más del área total y cuyas paredes exteriores no tengan menos de 2.0 cm de espesor.

La prueba o ensayo en obra del ladrillo se hace frotando uno contra otro, en cuyo frotamiento los ladrillos no deberán desmoronarse y presentarán una masa homogénea. Al ser golpeado con un objeto duro debe tener un sonido metálico. Partiendo uno de ellos, no deberá presentar esas pintitas blancas que es el caliche; este caliche actúa de manera expansiva dentro de la masa del ladrillo, llegando con el tiempo a disgregar el material.

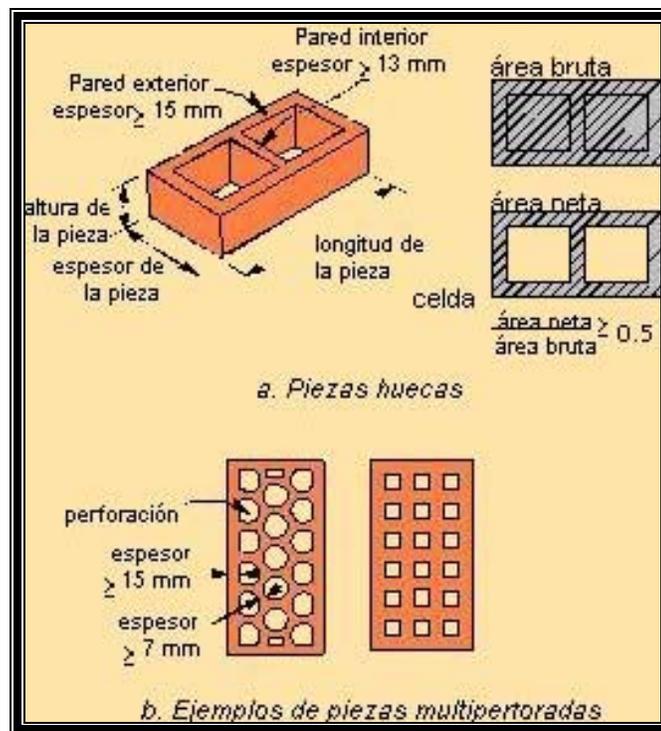


Figura 2.4 Características de las piezas huecas y multiperforadas.

## II. Piezas Huecas y Multiperforadas (fig. 2.4 y 2.5)

Se consideran como piezas huecas aquellas cuya sección transversal menos favorable tenga un área neta del 50% o más del área total, y cuyas paredes exteriores no tengan menos de 1.5 cm de espesor. Si las piezas huecas tienen de dos a cuatro celdas, el espesor mínimo que deben tener las paredes interiores es de 1.3 cm. Para piezas multiperforadas (piezas con más de siete perforaciones o alvéolos), el espesor mínimo que deben tener las paredes interiores es de 0.7 cm, siempre y cuando las dimensiones de las perforaciones sean iguales y su distribución sea uniforme.

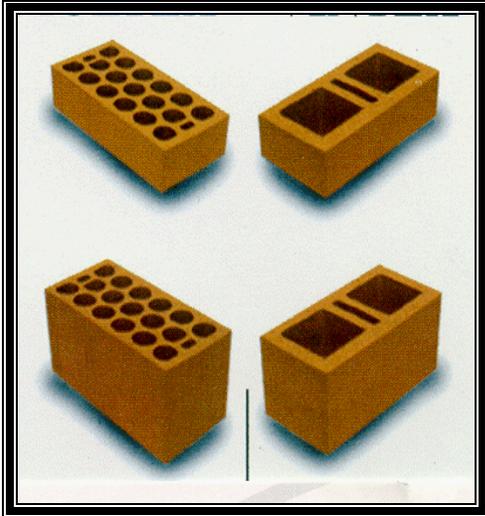


Figura 2.5 Piezas multiperforadas y huecas

Las ventajas de las piezas huecas son:

- Menos peso a igualdad de volumen con los macizos
- Se necesita menos combustible en su cocción
- En igualdad de calidad, resultan más baratos que los macizos, ya que para su fabricación se requiere menos pasta
- Menor coste de acarreo
- Mayor poder aislante que los macizos por las cámaras de aire que tienen

#### 2.1.2.4 Clasificación de Acuerdo a su Uso y Acabado

##### *I. De Acuerdo a su Uso*

- a) Mampostería Estructural. Su finalidad es proporcionar resistencia a la construcción. En ocasiones puede ser aparente, lo que la convertiría a su vez en mampostería de acabados.
- b) Mampostería de Acabados. Su uso no es propiamente estructural, sino más bien el de proporcionar estética a las construcciones.
- c) Mampostería para Pavimentos. La mampostería para pavimentos es una mampostería muy densa y dura que se fabrica de arcilla refractaria, arcilla semi-refractaria o de lutita.

##### *II. De Acuerdo a su Acabado*

- a) **Natural:** la superficie no tiene vidriado ni recubrimiento alguno; está cocida al color natural del material que forma el cuerpo de la pieza. Esta mampostería puede tener los siguientes acabados:
  - **Acabado liso o terso:** La superficie es plana como la forma del molde durante su manufactura
  - **Superficie escariada:** la superficie es acanalada como sale del molde; esto aumenta la adhesión con el mortero, el yeso o el estuco
  - **Superficie peinada:** la superficie es alterada por ralladuras paralelas para producir una textura deseada o para aumentar la adhesión con el mortero, yeso o estuco
  - **Acabado rugoso:** la superficie está cruzada en su totalidad por cortes de alambre, etc., para proporcionarle una textura deseada o para aumentar la adhesión con el mortero, el yeso o el estuco



b) **Vidriado:** éstos son recubrimientos vítreos compuestos que se funden sobre la superficie de la pieza. Este acabado se puede clasificar de la siguiente manera:

- **El vidriado de color** de cerámica es un recubrimiento superficial de un producto vítreo de cerámica con colorante que se adhiere al calor dándole a las piezas un acabado satinado o brillante
- **El vidriado transparente** de cerámica es un recubrimiento superficial de un producto vítreo de cerámica , con cierto tinte o translúcido , que se aplica a fuego y da a las piezas un acabado lustroso
- **El vidriado no lustroso** es un recubrimiento superficial de un producto vítreo de cerámica, que se aplica a fuego y que da a las piezas un acabado semejante al del satín o mate
- **El vidriado a la sal** es un recubrimiento superficial de un producto vítreo lustroso que se forma por la reacción química de los vapores de algunas sales o productos químicos expedidos durante el cocimiento.

### 2.1.3 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS PIEZAS DE MAMPOSTERÍA

#### 2.1.3.1 Resistencia a la Compresión

La resistencia a la compresión es una de las propiedades mecánicas más importantes que debemos conocer de las piezas de mampostería. De acuerdo a las NTC para Mampostería, la resistencia a compresión, para cada tipo de piezas, se determina con el ensaye especificado en la norma NMX-C-036.

Para diseño, se emplea un valor de la resistencia ( $f_p^*$ ) medida sobre el área bruta, que se determina como el que es alcanzado por lo menos por el 98% de las piezas producidas. La irregularidad de la forma de las piezas dificulta definir su resistencia real sobre el área neta del material. Por esto es usual definir la resistencia sobre el área bruta; es decir, el área dada por las dimensiones exteriores. Es importante mencionar que antes de ensayar las piezas, es necesario que se encuentren secas y las superficies de apoyo estén pintadas con goma laca antes de cabecearlas, esto con la intención de impedir que las piezas absorban humedad y de esta manera alteren su resistencia.

La resistencia de diseño se determina de la información registrada, de forma estadística, sobre dicho producto o las especificadas por el fabricante; o bien, por el ensaye de piezas ya sea en planta o en la obra.

En el caso de ensaye de piezas, se toman tres muestras de lotes diferentes de la producción, cada una con 10 piezas. Las 30 piezas obtenidas se ensayan en laboratorios

acreditados por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

De esta manera, tenemos que la resistencia de diseño se calcula con la *ecuación 2.1*:

**Ecuación 2.1**

$$f_p^* = \frac{\overline{f_p}}{1 + 2.5C_p}$$

*En donde:*

$f_p^*$  = resistencia de diseño a compresión de las piezas.

$\overline{f_p}$  = media de la resistencia a compresión de las piezas, referida al área bruta.

$C_p$  = coeficiente de variación de la resistencia a compresión de las piezas.

El valor de  $C_p$  está condicionado a lo referido en la *tabla 2.11*.

**Tabla 2.11 Valores de  $C_p$**

$C_p$	Condición
No menor a 0.20	para piezas provenientes de plantas mecanizadas que cumplan con las especificaciones de la norma NMX-C-404.
No menor a 0.30	para piezas de fabricación mecanizada que no cuenten con un sistema de control de calidad.
No menor a 0.35	para piezas de producción artesanal.

La *tabla 2.12* proporciona características representativas de las propiedades mecánicas de las piezas de uso más frecuente. Se presentan rangos de valores de pesos volumétricos medios, resistencias medias a compresión y coeficientes de variación de las resistencias obtenidas de muestras de piezas fabricadas por distintos productores. Puede apreciarse que incluso para un tipo dado de piedra existen variaciones grandes en las resistencias promedio y en el control de calidad, reflejado por los coeficientes de variación, de los productos de diversa procedencia. Aún cuando estos datos se obtuvieron en la década de los 70's, es preocupante encontrar en la actualidad, para algunas piezas, valores similares o mayores de coeficientes de variación.

Dos materiales importantes no mencionados en la tabla son el adobe y el tabique de suelo-cemento. El primero es un material muy usado en el medio rural, es un tabique de barro sin cocer, mezclado con fibras de distintos tipos (estiércol, paja, hojas, etc.) y secado al aire libre. Su resistencia es del orden de 15 kg/cm<sup>2</sup>. Se fabrica mezclando suelos de ciertas características con cemento portland.



Tabla 2.12. Características típicas de algunas piezas artificiales (ver sección 2.1.4)

Material	Resistencia a compresión $f'_p$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Coefficiente de variación, $C_v$	Peso Volumétrico (t/m <sup>3</sup> )	
Tabique rojo de barro recocido	35 - 115	10 - 30	1.30 - 1.50	
Tabique extruído perforado verticalmente	150 - 430	11 - 25	1.65 - 1.96	
	310 - 570	15 - 20	1.61 - 2.06	
	150 - 400	11 - 26	1.66 - 2.20	
Tabique extruído macizo	375 - 900	5 - 16	1.73 - 2.05	
Tabique extruído, huecos horizontales	75 - 80	13 - 18	1.25 - 1.32	
	50 - 80	16 - 30	1.69 - 1.78	
Bloques de concreto				
	Ligero	20 - 50	10 - 26	0.95 - 1.21
	Intermedio	20 - 80	7 - 29	1.32 - 1.70
Pesado	70 - 145	7 - 28	1.79 - 2.15	
Tabicón	45 - 120	11 - 35	1.05 - 1.6	
Silicio Calcáreo	175 - 200	11 - 15	1.79	

La norma NMX-C-404 indica valores de resistencia mínima a la compresión para las piezas de mampostería que se utilizan con fines estructurales. Estos valores son de 60 kg/cm<sup>2</sup> para bloques y tabiques recocidos y de 100 kg/cm<sup>2</sup> para tabique extruído con hueco vertical y tabicones.

### 2.1.3.2 Absorción

La absorción es la medida de la porosidad, nos indica la filtración de humedad a través de la pieza y su tendencia a la disgregación. Una pieza porosa tiene menos resistencia que una más densa.

Las propiedades de absorción variarán de acuerdo al tipo de materiales y procesos utilizados para la elaboración de las piezas, así como de su horneado.

Esta prueba consiste en secar cinco mitades de piezas (ladrillos por ejemplo), las cuales se pesan al enfriarse. Una vez pesadas, se sumergen en agua a temperaturas entre 16 y 30°C durante 24 horas. Una vez saturadas las piezas, se sacan y se seca el exceso de agua con un trapo húmedo para ser pesados inmediatamente. La absorción se obtiene de dividir el peso de la muestra seca entre el peso de la muestra saturada.

Las piezas comúnmente están entre porcentajes de absorción del 1 al 25%, aunque una pieza normal generalmente se encuentra por debajo del 20%.

Para determinar la absorción de las piezas debe seguirse la norma NMX-C-037 (ver apéndice A).

## 2.1.4 PROPIEDADES MECÁNICAS DE MUROS DE MAMPOSTERÍA

### 2.1.4.1 Resistencia a la Compresión

La determinación de la resistencia de diseño a compresión ( $f_m^*$ ) de la mampostería, sobre área bruta, se realiza con alguno de los siguientes procedimientos:

- I. *Ensayes de pilas construidas con las piezas y morteros que se emplearán en la obra.*
- II. *A partir de la resistencia de diseño de las piezas y el mortero.*
- III. *Valores indicativos.*

El valor de la resistencia referido en las NTC para Mampostería es a 28 días. Si se considera que el muro recibirá las acciones de diseño antes de este lapso, se debe evaluar la resistencia para el tiempo estimado de acuerdo al inciso I de ésta sección.

#### I. *Ensayes de Pilas Construidas con las Piezas y Morteros que se Emplearán en la Obra*

Este ensaye se utiliza para obtener un índice de la resistencia a compresión de la mampostería y estudiar la forma de relación esfuerzo-deformación y el efecto de las diferentes variables.

Consiste en formar pilas con un mínimo de tres piezas sobrepuestas hasta obtener una relación altura a espesor de la pila entre dos y cinco (fig. 2.6), las cuales deben ensayarse a los 28 días de elaboradas. Deben realizarse por lo menos nueve pilas en total, con piezas de tres lotes diferentes y con tres pilas del mismo producto de cada lote.

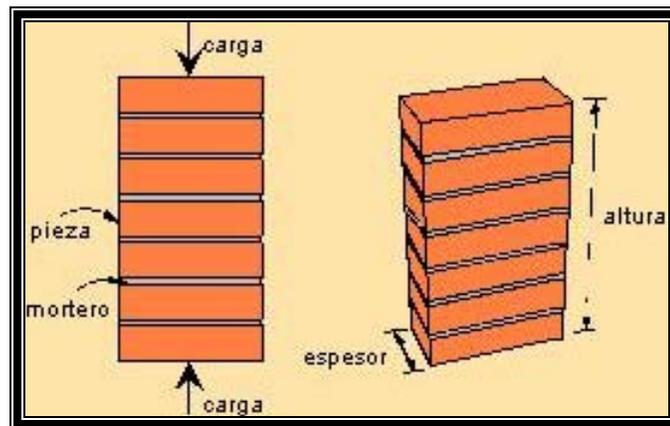


Figura 2.6 Pilas de piezas sobrepuestas de mampostería para ensayo a compresión

El esfuerzo medio obtenido, calculado sobre el área bruta, se corrige multiplicándolo por los factores de la *tabla 2.13*.

Tabla 2.13 Factores correctivos para las resistencias de pilas con diferentes relaciones altura a espesor<sup>2.6</sup>

<b>Relación altura a espesor de la pila</b>	2	3	4	5
<b>Factor correctivo</b>	0.75	0.90	1.00	1.05

La resistencia de diseño a compresión se calcula con la *ecuación 2.2*:

Ecuación 2.2

$$f_m^* = \frac{\overline{f_m}}{1 + 2.5 c_m}$$

En donde:

$f_m^*$  = resistencia de diseño a compresión de la mampostería.

$\overline{f_m}$  = media de la resistencia a compresión de las pilas, corregida por su relación altura a espesor y referida al área bruta.

$c_m$  = coeficiente de variación de la resistencia a compresión de las pilas de mampostería, en ningún caso se tomará inferior a 0.15.

El uso de este mecanismo de prueba es muy común debido a facilidad de construcción y ensaye del espécimen, en los que considerablemente, se reproducen los modos de falla observados en muros a escala natural y en que para una pila de esas proporciones, las restricciones a las deformaciones transversales introducidas por las cabezas de la máquina de ensaye no influyen de manera importante en el comportamiento.

El comportamiento y los modos de falla de la mampostería ante cargas axiales dependen en forma importante de la interacción de piezas y mortero; éste ensaye de una pila puede interpretarse de siguiente manera: las piezas y el mortero tienen características esfuerzo-deformación diferentes; por tanto, al ser sometidos a un mismo esfuerzo se produce una interacción entre ambos que consiste en que el material menos deformable, las piezas en general, restringe las deformaciones transversales del material más deformable introduciendo en él esfuerzos de compresión de dirección transversal. Por lo contrario, en el material menos deformable se introducen esfuerzos transversales de tensión que disminuyen su resistencia respecto a la que se obtiene en el ensaye de compresión simple de material aislado.

En el ensaye a compresión de pilas de mampostería el modo de falla más común es a través de grietas verticales en las piezas, producidas por las deformaciones transversales incrementadas por el efecto de las deformaciones del mortero en las juntas. Cuando este agrietamiento vertical se vuelve excesivo, se produce la inestabilidad del elemento y su falla. Para piezas de baja resistencia, la falla se presenta por aplastamiento en compresión de las piezas mismas. El aplastamiento del mortero no ocasiona la falla cuando los esfuerzos son puramente axiales, ya que éste, cuando se aplasta es retenido por fricción por las piezas y el conjunto puede soportar cargas mayores; sin embargo, en elementos esbeltos el aplastamiento del mortero puede provocar problemas de inestabilidad.

<sup>2.6</sup> Para relaciones altura a espesor intermedias se interpolará linealmente.

La relación esfuerzo-deformación registrada en ensayos de pilas a compresión es prácticamente lineal hasta la falla, que se presenta en general en forma brusca. Únicamente para piezas de baja resistencia la curva tiende a ser parabólica y la falla se produce en forma paulatina.

El mortero tiene influencia poco significativa dentro del intervalo de proporcionamientos estudiados, ya que la resistencia de las pilas es aproximadamente proporcional a la de las piezas, pero distinguiéndose claramente las piezas a base de cemento de las de barro. La resistencia a la compresión de la mampostería puede estimarse con la *ecuación 2.3*:

**Ecuación 2.3**

$$f_m^* = 0.45f_p^* \quad \text{para piezas de barro y sílico-calcáreas}$$

$$f_m^* = 0.60f_p^* \quad \text{para piezas de concreto}$$

En donde:  
 $f_m^*$  = resistencia a la compresión de la mampostería.  
 $f_p^*$  = resistencia a la compresión de la pieza.

En el caso de piezas de barro la primera expresión es válida tanto para piezas barro recocido como para piezas de barro extruidas con perforaciones verticales u horizontales. En el caso de morteros con proporción cemento-arena el factor que relaciona la resistencia a la compresión de las piezas y de la mampostería puede sustituirse por 0.50 en el caso de piezas de barro o piezas sílico-calcáreas y por 0.65 en el caso de piezas de concreto.

## II. A Partir de la Resistencia de Diseño de las Piezas y el Mortero

- a) Para bloques y tabiques de concreto cuya relación altura a espesor no menor a 0.5, y con  $f_p^* \geq 100 \text{ kg/cm}^2$ , la resistencia de diseño a compresión puede ser la que indica la *tabla 2.14*.

**Tabla 2.14 Resistencia de diseño a compresión de la mampostería de piezas de concreto ( $f_m^*$ , sobre área bruta)<sup>2.7</sup>**

$f_p^*$ kg/cm <sup>2</sup>	$f_m^*$ , kg/cm <sup>2</sup>		
	Mortero I	Mortero II	Mortero III
100	50	45	40
150	75	60	60
200	100	90	80

Los valores  $f_m^*$  de la *tabla 2.14* son válidos únicamente para los siguientes casos:

- Para piezas que cumplen con la resistencia  $f_p^*$  señalada en ella y con la *sección 2.1.2*

<sup>2.7</sup> Para valores intermedios se interpolará linealmente.



- Para mampostería con espesores de junta horizontal que se encuentren entre 1 y 1.2cm en caso de que las piezas sean de fabricación mecanizada, o de 1.5cm si son de fabricación artesanal
- Para otros casos se debe determinar la resistencia de acuerdo con el ensaye de pilas como se mencionó en el inciso *I* de esta sección.

b) Para piezas de barro con relación altura a espesor no menor a 0.5, la resistencia de diseño a compresión puede ser la que se obtiene de la *tabla 2.15*.

**Tabla 2.15 Resistencia de diseño a compresión de la mampostería de piezas de barro ( $f_m^*$ , sobre área bruta)<sup>2,8</sup>**

$f_p^*$ kg/cm <sup>2</sup>	$f_m^*$ kg/cm <sup>2</sup>		
	Mortero I	Mortero II	Mortero III
60	20	20	20
75	30	30	25
100	40	40	30
150	60	60	40
200	80	70	50
300	120	90	70
400	140	110	90
500	160	130	110

Los valores  $f_m^*$  de la *tabla 2.15* son válidos únicamente para piezas que cumplan con lo siguiente:

- La resistencia  $f_p^*$  señalada en dicha tabla y con la *sección 2.1.2*
- Para mampostería con espesores de junta horizontal que se encuentren entre 1.0 y 1.2cm si las piezas son de fabricación mecanizada, o de 1.5 cm si son de fabricación artesanal
- Para otros casos se debe determinar la resistencia de acuerdo con el ensaye de pilas como se mencionó en el inciso *I* de esta sección.

### ***III. Valores Indicativos***

En caso de no realizarse determinaciones experimentales, las NTC para Mampostería permiten emplear los valores de  $f_m^*$  que se presentan en la *tabla 2.16* para distintos tipos de piezas y morteros.

<sup>2,8</sup> Para valores intermedios se interpolará linealmente.

**Tabla 2.16 Resistencia de diseño a compresión de la mampostería ( $f_m^*$ ) para algunos tipos de piezas, sobre área bruta<sup>2,9</sup>**

Tipo de pieza	$f_m^*$ kg/cm <sup>2</sup>		
	Mortero I	Mortero II	Mortero III
Tabique de barro recocido ( $f_p^* \geq 60$ kg/cm <sup>2</sup> )	15	15	15
Tabique de barro con huecos verticales ( $f_p^* \geq 120$ kg/cm <sup>2</sup> )	40	40	30
Bloque de concreto (pesado <sup>1</sup> ) ( $f_p^* \geq 100$ kg/cm <sup>2</sup> )	20	15	15
Tabique de concreto (tabicón) ( $f_p^* \geq 100$ kg/cm <sup>2</sup> )	20	15	15

Los valores  $f_m^*$  de la *tabla 2.16* son válidos únicamente para piezas que cumplan con lo siguiente:

- La resistencia  $f_p^*$  señalada en dicha tabla y con la *sección 2.1.2*
- Para mampostería con espesores de junta horizontal que se encuentren entre 1.0 y 1.2cm si las piezas son de fabricación mecanizada, o de 1.5cm si son de fabricación artesanal
- Para otros casos se debe determinar la resistencia de acuerdo con el ensaye de pilas como se mencionó en el inciso *I* de esta sección.

### 2.1.4.2 Resistencia a Compresión Diagonal

Son diversos los casos en las que un muro de mampostería puede verse sometido a tensión diagonal. Uno de los casos, y sin duda el más importante, es cuando la estructura de mampostería se ve sometida a un efecto sísmico; sin embargo, no es el único caso pues existen muchas otras situaciones en las que se pueden producir este tipo de sollicitación en la mampostería (al producirse hundimientos diferenciales en una edificación de mampostería, o bajo la acción de cargas gravitacionales y no existe una distribución uniforme de cargas verticales en un determinado muro).

De lo anterior radica la importancia de conocer el comportamiento mecánico de la mampostería no reforzada bajo este tipo de sollicitaciones, pues es el tipo de acción que con mayor frecuencia produce su falla.

<sup>2,9</sup> Con peso volumétrico neto, en estado seco, no menor que 2000 kg/m<sup>3</sup>.



Para analizar el comportamiento de la mampostería en tensión diagonal se utiliza un ensaye de compresión diagonal.

De acuerdo a las NTC de Mampostería, la resistencia de diseño a compresión diagonal de la mampostería ( $v_m^*$ ), sobre área bruta de la diagonal, se determina con alguno de los siguientes procedimientos:

- I. Ensayes de muretes contruidos con las piezas y morteros que se emplearán en la obra.
- II. Valores indicativos.

### ***I. Ensayes de Muretes***

Este ensaye consiste en aplicar una compresión diagonal a un murete de dimensiones aproximadamente cuadradas en las que la base sea formada por lo menos de una y media piezas. Los muretes se ensayarán sometiéndolos a una carga de compresión a lo largo de su diagonal. Al aplicar la carga se produce un estado de esfuerzos de compresión a lo largo de dicha diagonal al mismo tiempo que se produce un estado de esfuerzos de tensión a lo largo de la diagonal perpendicular a la que produce la compresión.

El esfuerzo cortante medio se determina dividiendo la carga máxima entre el área bruta del murete medida sobre la misma diagonal.

Los muretes deben ensayarse a la edad de 28 días. En caso de que el muro recibiera las acciones de diseño antes de este lapso, se debe evaluar la resistencia para el tiempo estimado. En la elaboración, curado, transporte, almacenamiento, cabeceado y procedimiento de ensaye de los muretes se debe seguir la Norma Mexicana que corresponda.

Las NTC para Mampostería sugieren que a prueba se realice en nueve muretes (*fig. 2.7*), mínimo, contruidos con piezas provenientes de por lo menos tres lotes diferentes; es decir, por cada lote tres muretes. A partir de ello se obtendrá el esfuerzo resistente en cada prueba mediante la *ecuación 2.4*:

**Ecuación 2.4**

$$v^* = \frac{P_R}{Db}$$

**En donde:**

$v^*$  = esfuerzo cortante resistente de la mampostería empleada.

$P_R$  = fuerza diagonal resistente sobre murete.

$D$  = distancia diagonal en murete.

$b$  = espesor del murete.

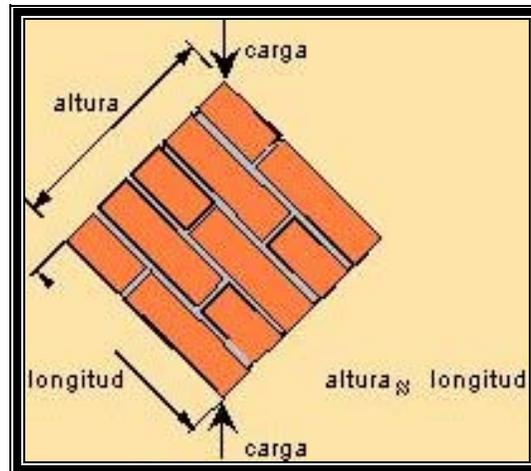


Figura 2.7. Murete para prueba en compresión diagonal

La resistencia de diseño a compresión diagonal ( $v_m^*$ ) se calcula con la *ecuación 2.5*:

**Ecuación 2.5**

$$v_m^* = \frac{\overline{v_m}}{1 + 2.5 c_v}$$

*En donde:*

$\overline{v_m^*}$  = resistencia de diseño a compresión diagonal de la mampostería.

$\overline{v_m}$  = media de la resistencia a compresión diagonal de muretes, sobre área bruta medida a lo largo de la diagonal paralela a la carga

$c_v$  = coeficiente de variación de la resistencia a compresión diagonal de muretes, que en ningún caso será < a 0.20.

Para muros que dispongan de algún sistema de refuerzo cuya contribución a la resistencia se quiera evaluar o que tengan características que no pueden representarse en el tamaño del murete, las pruebas de compresión diagonal descritas deben realizarse en muros de al menos 2 m de lado.

Como en el caso de la mampostería no reforzada, el esfuerzo resistente a la tensión es mucho menor que el esfuerzo resistente a la compresión de la mampostería, aunque se trate de un ensaye de compresión diagonal, el modo de falla es en prácticamente todos los casos por tensión diagonal.

La falla de un muro a causa del efecto de fuerzas cortantes ocurre, regularmente, a través de grietas inclinadas originadas por tensiones diagonales. Debido a la debilidad de la unión del mortero con la pieza, estas grietas se forman generalmente a lo largo de las juntas; sin embargo, las grietas en ocasiones pueden atravesar tanto las piezas como el mortero, esto ocurre cuando las piezas son de baja resistencia y tienen buena adherencia con el mortero.

La *figura 2.8* muestra los principales tipos de falla de la mampostería en un ensaye de compresión diagonal, los cuales son:



- 1) **Cuando el agrietamiento diagonal atraviesa las piezas:** este tipo de falla se da cuando la resistencia a la tensión de las piezas es menor que la resistencia de adherencia del mortero con las piezas
- 2) **Cuando el agrietamiento se produce en las juntas:** este tipo de falla cuando la resistencia de las piezas es mayor que la resistencia de adherencia del mortero con las .piezas, ocurriendo el agrietamiento en el elemento débil que en este caso es la junta
- 3) **Cuando el agrietamiento se produce de una manera mixta:** este tipo de falla se da cuando el esfuerzo resistente a la tensión de las piezas es semejante a la adherencia entre piezas y mortero, por lo que el agrietamiento diagonal se da tanto en las piezas como en las juntas.

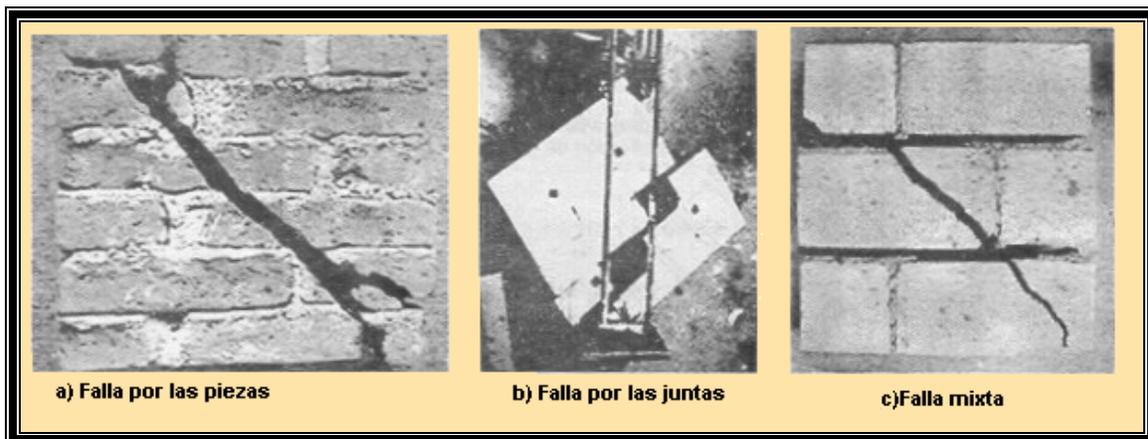


Figura 2.8 Tipos de fallas de la mampostería en un ensaye a tensión diagonal

La *figura 2.9* muestra curvas típicas carga-deformación obtenidas de ensayos de muretes cuadrados. Puede verse que las resistencias, a excepción para piezas huecas, son aproximadamente uniformes para los distintos tipos de piezas. También se observa que la resistencia se reduce cuando se emplean morteros con bajo contenido de cemento.

Las curvas esfuerzo-deformación obtenidas distan mucho de ser lineales y los especímenes pierden mucha rigidez antes de llegar a su esfuerzo máximo. Su comportamiento, en general, se caracteriza por un primer tramo prácticamente lineal hasta que se produce el primer agrietamiento diagonal. Puede verse que el tipo de pieza y el tipo de mortero no influyen significativamente en la deformación a la cual se produce este primer agrietamiento diagonal. El tipo de pieza y mortero tienen una pequeña influencia en el esfuerzo cortante para el cual se produce este agrietamiento y el tipo de mortero en la rigidez de la mampostería después del agrietamiento.

En este tipo curvas, la pendiente representa el módulo de rigidez a cortante  $G$ , que es una medida de cuanto deformación a cortante sufre la mampostería bajo un determinado nivel de esfuerzo cortante.

La calidad del mortero afecta la resistencia. La diferencia es sensible entre un mortero con proporcionamiento volumétrico 1:0:3 y 1:2:9 (cemento:cal:arena). El esfuerzo cortante resistente varía generalmente entre 2 y 10 kg/cm<sup>2</sup> lo cual depende del tipo de pieza; las

resistencias menores corresponden a piezas de muy baja resistencia en compresión y a piezas con huecos muy grandes y superficies lisas. Las resistencias mayores corresponden a piezas de superficies rugosas o con huecos pequeños en los que se introduce el mortero, proporcionando un anclaje mecánico.

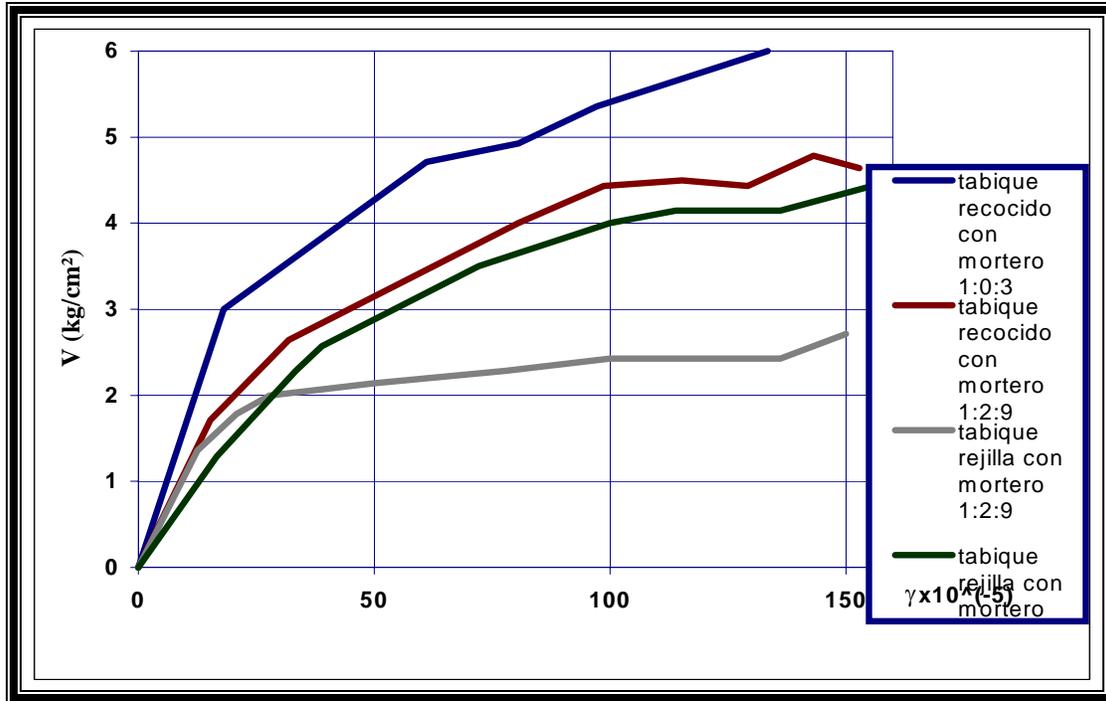


Figura 2.9 Curvas esfuerzo deformación obtenidas de ensayos de compresión diagonal

## II. Valores indicativos

En caso de no realizarse ensayos de muretes, las NTC para Mampostería permiten tomar los valores de la resistencia de diseño a compresión diagonal de la *tabla 2.17*.

Tabla 2.17 Resistencia de diseño a compresión diagonal para algunos tipos de mampostería, sobre área bruta<sup>2.10</sup>

Pieza	Tipo de mortero	$v_m^* \text{ }^{2.11}$ , kg/cm <sup>2</sup>
Tabique de barro recocido ( $f_p^* \geq 60 \text{ kg/cm}^2$ )	I	3.5
	II y III	3
Tabique de barro con huecos verticales ( $f_p^* \geq 120 \text{ kg/cm}^2$ )	I	3
	II y III	2
Bloque de concreto (pesado <sup>2</sup> ) ( $f_p^* \geq 100 \text{ kg/cm}^2$ )	I	3.5
	II y III	2.5
Tabique de concreto (tabicón) ( $f_p^* \geq 100 \text{ kg/cm}^2$ )	I	3
	II y III	2

<sup>2.10</sup> Con peso volumétrico neto, en estado seco, no menor que 2000 kg/m<sup>3</sup>.

<sup>2.11</sup> Cuando el valor de la tabla sea  $> 0.8\sqrt{f_m^*}$ , en kg/cm<sup>2</sup> se tomará este último valor como  $v_m^*$ .



Los valores  $v_m^*$  de la *tabla 2.17* son válidos únicamente cuando:

- Las piezas cumplen con la resistencia  $f_p^*$  señalada en ella y con la *sección 2.1.2*.
- Para mampostería con espesores de junta horizontal comprendidos entre 1.0 y 1.2 cm.
- Para otros casos se debe determinar la resistencia la resistencia de acuerdo con el ensayo de muretes como se mencionó en el inciso *I* de esta sección.

Se ha visto que el esfuerzo cortante resistente, cuando la falla es por tensión diagonal, es proporcional a la raíz cuadrada de la resistencia en compresión. Cuando la falla se presenta a través de la piezas, el esfuerzo cortante resistente de la mampostería puede aproximarse como  $v_m^* = \sqrt{f^* m}$ . Por ejemplo, para una mampostería de tabiques de barro rojo con una resistencia a la compresión  $f_p^* = 70 \text{ kg/cm}^2$ , su resistencia a la compresión de la mampostería ( $f_m^*$ ) será aproximadamente  $32 \text{ kg/cm}^2$  y su resistencia a esfuerzo cortante de  $5.6 \text{ kg/cm}^2$ .

A partir de resultados de muros sin refuerzo se ha visto que para mamposterías en que no se puede anticipar si el agrietamiento diagonal ocurrirá a través de las piezas la expresión:  $v_m^* = 0.8\sqrt{f^* m}$  es en general conservadora y que su aproximación es aceptable. Por ejemplo, para el caso de una mampostería hecha por bloques de concreto pesado con una resistencia a la compresión  $f_p^* = 120 \text{ kg/cm}^2$ , su resistencia a la compresión de la mampostería ( $f_m^*$ ) será aproximadamente  $72 \text{ kg/cm}^2$  y su resistencia a esfuerzo cortante de aproximadamente  $6.8 \text{ kg/cm}^2$ .

### 2.1.4.3 Resistencia al Aplastamiento

Las NTC de mampostería indican que el esfuerzo de contacto no debe ser mayor a  $0.6f_m^*$  cuando una carga concentrada se transmita directamente a la mampostería.

### 2.1.4.4 Resistencia a la Tensión

Se considera que es nula la resistencia a esfuerzos de tensión perpendiculares a las juntas de la mampostería. Para obtener resistencia a la tensión debe reforzarse con el acero necesario.

### 2.1.4.5 Módulo de Elasticidad

El módulo de elasticidad de la mampostería ( $E_m$ ) se determina a través de alguno de los siguientes procedimientos, tal y como se indican en las NTC para Mampostería:

## I. Ensayes de Pilas Construidas con las Piezas y Morteros que se Emplearán en la Obra

Se ensayan pilas del tipo, a la edad y en la cantidad indicados en la *sección 2.1.4.1 - I*.

La determinación del módulo de elasticidad para cargas de corta duración se realiza de acuerdo a lo especificado en la NMX correspondiente.

Para la determinación del módulo de elasticidad para cargas sostenidas se deben considerar las deformaciones diferidas debidas al flujo plástico de las piezas y el mortero.

El módulo de elasticidad para cargas de corta duración obtenida del ensaye de pilas se puede dividir entre 2.3 en el caso de piezas de concreto, o entre 1.7 para piezas de barro u otro material que no sea concreto.

## II. Determinación a Partir de la Resistencia de Diseño a Compresión de la Mampostería

Los módulos de elasticidad obtenidos de los ensayos son un poco más sensibles que la resistencia a la calidad del mortero, especialmente para piezas de tabique por el mayor número de juntas por unidad de longitud. Los resultados permiten proponer las siguientes relaciones aproximadas (*ecuaciones 2.6*):

Ecuaciones 2.6

<b>a) Para mampostería de tabiques y bloques de concreto:</b>	
$E_m = 800 f_m^*$	para cargas de corta duración
$E_m = 350 f_m^*$	para cargas sostenidas
<b>b) Para mampostería de tabique de barro y otras piezas, excepto las de concreto:</b>	
$E_m = 600 f_m^*$	para cargas de corta duración
$E_m = 350 f_m^*$	para cargas sostenidas

Los ensayos realizados y los valores del módulo de elasticidad presentados se refieren al efecto de compresión axial en dirección normal a las juntas. Hay que considerar que la diferente densidad de juntas en distintas direcciones ocasiona una ortotropía en el material. Sin embargo en la mayoría de los casos en que las propiedades elásticas son obtenidas con esfuerzos normales a las juntas, se justifica que se considere a la mampostería como un material isotrópico.

### 2.1.4.6 Módulo de Cortante

Las NTC para Mampostería establecen que la determinación del módulo de cortante de la mampostería ( $G_m$ ) se realiza con alguno de los procedimientos indicados a continuación:



## I. Ensayes de Muretes Construidos con las Piezas y Morteros que se Emplearán en la Obra

Se ensayan muretes del tipo, edad y cantidad señalados en la *sección 2.1.4.2-I*. El módulo de cortante se determina según lo especificado en la Norma Mexicana correspondiente.

## II. Determinación a Partir del Módulo de Elasticidad a Cortante de la Mampostería

Este procedimiento se aplica únicamente si el módulo de elasticidad se determinó de acuerdo a la *sección 2.1.4.5 II*.

Para este caso, el módulo de cortante de la mampostería se puede tomar como (*ecuación 2.7*):

Ecuación 2.7

$$G_m = 0.4 E_m$$

En donde:

$G_m$  = módulo de cortante de la mampostería.

$E_m$  = módulo de elasticidad de la mampostería.

### 2.1.4.7 Aislamiento Acústico

Existen tres factores que intervienen en el aislamiento acústico (*fig. 2.10*):

1. Absorción del sonido
2. Transmisión del sonido
3. Reflexión del sonido.

La absorción del sonido depende, principalmente, de la textura exterior del muro y la transmisión dependerá de su densidad.

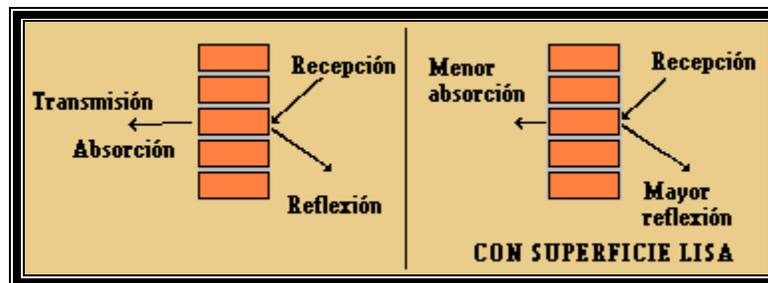


Figura 2.10 Factores de aislamiento acústico

La *tabla 2.18* muestra algunos tipos de sonidos y los decibeles (unidad de intensidad de sonido) que representan.

**Tabla 2.18 Decibeles para algunos tipos de sonido**

TIPO DE RUIDO	DECIBELES		TIPOS DE SONIDO
<b>Muy débil</b>	0 - 20	0	Sonido apenas audible.
		10	Susurro de hojas con brisa suave.
		20	Cuchicheo medio a 1.20m de distancia.
<b>Débil</b>	20-40	20-30	Hogar tranquilo, oficina privada, música suave de radio en una habitación.
		40	Auditorio promedio voz de una conversación normal.
<b>Moderado</b>	40 – 60		Oficina promedio, casa familiar ruidosa, televisión, ruidos en calles comerciales.
<b>Fuerte</b>	60 - 80		Oficina ruidosa, fábrica promedio, radio y televisión a volumen medio, conversación en voz alta, patio de juegos de niños.
<b>Muy Fuerte</b>	80 - 100		Motocicleta acelerando, silbato de policía, fábrica ruidosa, bandas musicales, ruido de ferrocarril, ruido de avión.
<b>Ensordecedor</b>	> 100		Ruidos que producen dolor en el oído como remachadoras, pistolas neumáticas, fábricas de calderas, trueno de rayo, artillería, etc.

La *tabla 2.19* muestra la pérdida por transmisión de decibeles para algunos tipos de bloques.

**Tabla 2.19 Pérdida por transmisión de decibeles para algunos tipos de bloques**

Bloques huecos	Espesor nominal (cm)	Pérdida por transmisión en decibeles	
		Pintado	Sin pintar
<b>Agregado</b>	10	38-44	32-38
	15	57	36-45
	20	52	33-48
<b>Pómez (ligero)</b>	10	45	42
	15	51	49
	20	53	52
<b>Arena y grava (concreto)</b>	10	45	42
	15	51	49
	20	53	52
Bloques sólidos	Espesor nominal (cm)	Pérdida por transmisión en decibeles	
Agregado		Pintado	Sin pintar
<b>Pómez (ligero)</b>	10	-	26-32
	15	31-49	25-40
<b>Arena y grava (concreto)</b>	10	49	35
	15	-	45

Existen edificaciones, como salas de espectáculos, en las que habrá no sólo de tomarse en cuenta la absorción del sonido, sino que además la reflexión del mismo que suele provocar reverberaciones que obligan a utilizar algún recubrimiento con alguna característica especial.



### 2.1.4.8 Aislamiento Térmico

El aislamiento térmico protege a un edificio de la pérdida excesiva de calor en invierno y de la ganancia de calor en verano. En climas fríos el problema de la pérdida de calor es un factor económico importante en cualquier proyecto de construcción que afecta al diseño, a la elección de materiales y a los detalles de construcción.

La transmisión del calor se hace por conducción, convección y radiación; los edificios pierden calor en las tres formas. Las principales áreas de pérdida de calor son las losas (azotea principalmente), muros, pisos y ventanas.

Regularmente, el bloque entre más sólido y seco esté, mayor será su aislamiento térmico.

De igual manera, mientras más denso es un material, mejor es su conductividad. En la *tabla 2.20* se muestran algunos materiales aislantes utilizados en la construcción.

La resistencia térmica ( $R$ ) de un cuerpo o placa (en este caso un muro *figura 2.11*), se define por la ecuación de flujo de calor (*ecuaciones 2.8*):

**Ecuaciones 2.8**

$$R = \frac{1}{U} = \frac{A \cdot \Delta T \cdot \Delta t}{\Delta Q} = \frac{L}{k}$$

siendo  $k = \frac{\Delta Q \cdot L}{\Delta t \cdot A \cdot \Delta T}$ ;  $\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ ;  $c = \frac{C}{m}$ ;  $C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$ ;  $U = \frac{\Delta Q}{\Delta t \cdot A \cdot \Delta T}$

*En donde:*  
**R** = resistencia térmica del muro.  
**U** = coeficiente de transmisión del calor.  
**A** = área o superficie del muro en estudio.  
**ΔQ** = cantidad de calor.  
**Δt** = incremento del tiempo.  
**ΔT** = incremento o disminución de temperatura.  
**L** = espesor del muro.  
**k** = conductividad térmica del material.  
**c** = calor específico del material.  
**C** = capacidad térmica del material.  
**m** = masa del cuerpo.

Para determinar la pérdida de calor se considera la cantidad perdida en un intervalo de tiempo y un área determinada. El coeficiente de transmisión de calor ( $U$ ) es la cantidad de calor en kilocalorías transmitida en una hora a través de un  $m^2$  para incrementar la temperatura del aire en el otro lado del mundo  $1^\circ\text{Celsius}$ .

Las *tablas 2.21-a* y *2.21-b* muestran la resistencia térmica para muros de distintos tipos de bloques.

Tabla 2.20 Materiales aislantes utilizados en la construcción

FORMA FÍSICA	TIPO DE MATERIAL	USOS PRINCIPALES
Polvos.	Aserrín, aerogel de sílice.	Rellenador.
Materiales fibrosos sueltos.	Gránulos de corcho, lana de vidrio, lana mineral, mica, perlita.	Áreas planas como espacios de aire situados arriba de losas.
Aislamiento de lecho o colchoneta.	Lana de vidrio, lana mineral, fibras de madera, papel, tela, malla de alambre, aluminio.	Espacios de aire, particularmente en muros verticales y superficies planas, para reducir la conducción y la convección.
Cartón, lámina y aislamiento integrante.	Corcho, fibra, pulpa de papel, vidrio celular, fibra de vidrio, perlas de plástico.	Cubiertas para muros, para aumentar su resistencia y reducir a su vez la pérdida de calor.
Aislamiento reflexivo.	Papel de aluminio.	En todos los tipos de espacios refrigerados o de ambiente controlado.
Tipos especiales de aislamiento y refractarios en bloques y ladrillos.	Bloque aislante hecho de corcho, vidrio expandido, 85% de magnesia, perlas de plástico, bloque o ladrillo refractario.	Problemas especiales de temperatura controlada y aislamiento a alta temperatura; por ejemplo, cámaras refrigeradoras, hogares de caldera, chimeneas, etc.
Aislamiento del tipo de espuma.	Tablas rígidas, poliestireno y poliuretano.	Aislamiento para aplicación en interiores o exteriores para muros situados arriba o abajo del terreno.

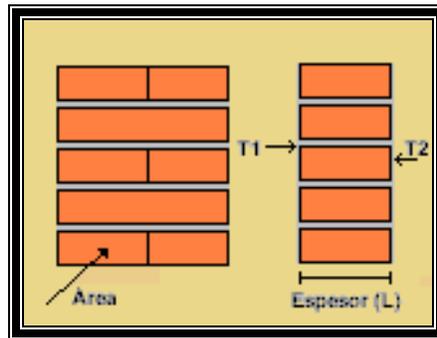


Figura 2.11 Resistencia térmica de un muro

Tabla 2.21-a Resistencia térmica para muros de distintos bloques

Tipo de pieza de concreto	Espesor del muro (cm)	R			
		Sin aplanado	Aplanado de 13 cm	Aplanado de 2 cm	Aplanado sobre cartón aislante de 1.3 cm
Agregado de arena y grava	20 – 30	1.89 – 2.04	2.04 – 2.22	3.23 – 3.33	4.55
Agregado de ceniza	20 – 30	2.7 – 2.85	2.85 – 3.03	4.00 – 4.17	5.26
Agregado de lutita, arcilla o escoria	20 – 30	3.03 – 3.13	3.13 – 3.23	4.35	5.26
Piezas huecas		2.94 – 3.85	3.03 – 4.17	4.17 – 5.26	5.26 – 6.67



Tabla 2.21-b Resistencia térmica para piezas de mampostería

Testa	Grueso (mm)	Tizón	R	
			Con inserciones	Sin inserciones
92.075	193.675	396.825	6.5	3.7
92.075	193.675	193.675	6.5	3.7
142.875	193.675	396.825	5.6	8.9
142.875	193.675	193.675	5.6	8.9
193.675	193.675	396.825	7.5	11.1
193.675	193.675	193.675	7.5	11.1
244.875	193.675	396.825	9.4	13.0
244.875	193.675	193.675	9.4	13.0
295.275	193.675	396.825	11.3	14.9

### 2.1.4.9 Eflorescencia en Muros

La eflorescencia es un polvo blanquecino de cristalización que se forma sobre los muros de mampostería de arcilla y que se debe a sales solubles en agua que se depositan sobre la superficie al evaporarse el agua. La eflorescencia aparece cuando hay sales solubles en los materiales del muro y humedad, ocasionando que dichas sales salgan a la superficie. La eflorescencia debe removerse tan pronto como sea posible para evitar la formación de carbonato de calcio, un depósito mineral muy difícil de remover.

Para prevenir la eflorescencia es necesario verificar los tipos de ladrillo, la cantidad y la calidad del agua que se use, el tipo de mortero y en particular el tipo de aditivo (en caso de usarse alguno).

La limpieza del ladrillo se hace por lo general con cepillos y agua limpia o con una solución débil de ácido muriático (clorhídrico) con enjuague posterior con agua limpia. Es recomendable consultar al fabricante del ladrillo seleccionado en cuanto a los mejores métodos para limpiar su material.

## 2.1.5 CONDICIONES FAVORABLES Y DESFAVORABLES EN EL USO DE MAMPOSTERÍA

### 2.1.5.1 Mampostería de Arcilla

#### a) Condiciones favorables:

- Como elementos de carga, cuando es importante la resistencia a la compresión. Los productos de arcilla cocida pueden tener altas resistencias a compresión, incluso cuando están húmedos, y por tanto son resistentes a los impactos y a la erosión.

- En dónde deba llevarse el mantenimiento al mínimo y la superficie tenga posibilidades de recibir uso rudo.
- Los ladrillos y tejas son resistentes a los agentes atmosféricos y pueden permanecer sin ninguna protección superficial, con lo cual se ahorran costos. Sin embargo, las obras de ladrillos expuestos a menudo son considerados sin acabado y, por lo tanto, no siempre son aceptados.
- Los productos de arcilla cocida proporcionan una excelente resistencia al fuego. En donde se requiera resistencia al fuego deben revisarse los reglamentos locales, estatales y reglamentos de clasificación para el fuego.
- Cuando el color y la textura del ladrillo sean factores de diseño deseables.
- En donde es importante la conservación de energía (acústica y térmica). Los ladrillos sólidos tienen una alta capacidad térmica, necesaria para la mayoría de los climas, excepto para las zonas predominantemente húmedas; los ladrillos perforados (con perforaciones verticales) pueden emplearse para muros con cavidad, que proporcionan aislamiento térmico, o (con perforaciones perpendiculares a la cara del muro) para muros con ventilación o rejilla.
- La porosidad de la arcilla quemada permite movimientos de humedad, sin producir cambios dimensionales significativos. Las construcciones de tejas y ladrillos pueden “respirar”.
- Los ladrillos rotos y de mala calidad son usados para otros propósitos, por lo tanto no se desperdician.
- El proceso de producción puede ser extremadamente intensivo en mano de obra y crear muchos puestos de trabajo incluso para trabajadores no capacitados.

b) **Condiciones desfavorables:**

- En donde hay esfuerzos severos de tensión o de empuje lateral que no puedan cubrirse con la resistencia de la construcción de ladrillo reforzado.
- Cuando exista una condición severa de presencia de agua abajo del terreno y haya una fuerza hidrostática intensa.
- En donde sean importantes o necesarios radios muy pequeños.
- Respecto al proceso de elaboración de estas piezas, el proceso de cocción tiene un consumo de combustible relativamente alto. En muchos países, en donde se emplea leña, grandes áreas forestales han desaparecido causando un serio daño ecológico. Aún en donde hay leña disponible, ésta es generalmente muy cara, pero ello también es cierto para los otros combustibles. Por consiguiente, los productos de arcilla cocida de buena calidad tienden a ser caros.
- Los hornos de campo simple no siempre producen ladrillos uniformes y de buena calidad, y generalmente funcionan con ineficiencia en cuanto al combustible. Las inversiones de capital en hornos eficientes en cuanto al consumo de combustible son altos, los cuales producen buenos ladrillos a menudo son demasiado caros para los pequeños productores. Tampoco se justifica si no hay una demanda grande y continua de ladrillos.
- Un defecto común de los ladrillos es “el caliche” (o “la expansión de la cal”), esto es, un debilitamiento o rotura de los ladrillos, que es causado por la hidratación de las partículas de cal viva, producidas por la caliza que esta presente en las arcillas con la que se fabricó los ladrillos.



- Otro defecto es la “eflorescencia” (*sección 2.1.4.9*) , que aparece temporalmente sobre la superficie del ladrillo, y es causada por las sales solubles inherentes en la arcilla o el agua del proceso.

### 2.1.5.2 Mampostería de Concreto

#### a) Condiciones favorables:

- Cuando el diseño requiere muros de mampostería resistentes al fuego (deben revisarse los códigos locales, estatales y reglamentos afines), de buena resistencia mecánica (principalmente resistencia a la compresión), relativamente ligeros.
- Cuando se requiere una mampostería de respaldo para ladrillo de arcilla, piedra, u otro material de vista.
- Cuando el color y la textura sean factores deseables de diseño.
- Como mampostería para divisiones, de buena resistencia, de bajo peso y resistente al fuego, ya sea apta o no para soportar cargas.
- Para muros exteriores resistentes, relativamente ligeros, resistentes al fuego, ya sea apta o no para soportar cargas.

#### b) Condiciones desfavorables:

- En donde se requieren muros exteriores impermeables que no necesiten mantenimiento posterior para que conserven tal condición.
- En donde se espere un uso extremadamente intenso.
- Cuando son importantes la resistencia a la tensión y la resistencia al empuje lateral.

## 2.1.6 ELABORACIÓN DE PIEZAS DE MAMPOSTERÍA ARTIFICIAL

### 2.1.6.1 Teoría General de la Elaboración de Piezas de Arcilla

La técnica de la arcilla cocida en la producción de ladrillos para construcción tiene más de 4,000 años. Se basa en el principio de que los suelos arcillosos (que contienen de 20 a 50% de arcilla), experimentan reacciones irreversibles cuando son sometidos a temperaturas de 850 a 1,000 °C, con lo cual las partículas se unen unas a otras como un material cerámico vídrioso.

Para este proceso hay una gran variedad de suelos adecuados, siendo la propiedad esencial la plasticidad para facilitar el moldeado. Aunque esto depende del contenido de arcilla, las proporciones excesivas de ésta pueden causar fuertes contracciones y agrietamientos, lo que es inadecuado en la fabricación de ladrillos. La calidad de los productos de arcilla cocida varía no sólo al tipo y cantidad de los otros componentes del suelo sino también con el tipo del mineral de la arcilla. Para producir ladrillos de buena calidad se necesita realizar cuidadosos ensayos del suelo.

La producción de ladrillos cocidos ha alcanzado un alto nivel de mecanización y automatización en muchos países, pero los métodos tradicionales de producción en pequeña escala aún están vigentes en la mayoría de países en desarrollo. De esta manera hay una gran variedad de métodos mecanizados y no mecanizados para la extracción, preparación, moldeado, secado y cocido de la arcilla.

### ***I. Extracción de Arcilla***

Los depósitos de arcilla se encuentran, generalmente, al pie de colinas o en tierra agrícola cercana a ríos<sup>2.12</sup>.

Los criterios para seleccionar la materia prima adecuada son: la calidad de la arcilla, disponibilidad al nivel superficial y la cercanía de una carretera transitable para el transporte.

La excavación manual en plantas de producción de pequeña y mediana escala generalmente se realiza a una profundidad menor de 2 m. (Después de excavar grandes áreas, estas pueden volver a emplearse para la agricultura.).

Para plantas de fabricación de ladrillos en gran escala se necesitan métodos mecánicos que emplean dragalinas y excavadoras de cucharas de diferentes tipos. Estos métodos requieren proporcionalmente menos área de excavación, pero hacen cortes profundos en el paisaje.

### ***II. Preparación de la Arcilla***

La preparación de la arcilla incluye la selección, trituración, cernido y proporcionamiento, antes que el material sea mezclado, humedecido y atemperado.

La selección se realiza recogiendo las raíces, piedras, pedazos de caliza, etc., o en algunos casos lavando el suelo.

La trituración es necesaria pues la arcilla seca usualmente forma terrones duros. En laboratorios es común machacarla manualmente. Sin embargo, se han desarrollado máquinas trituradoras simples intensivas en mano de obra.

El cernido es necesario para retirar todas las partículas más grandes de 0.5 mm para ladrillos.

El proporcionamiento es requerido si la distribución granulométrica o el contenido de arcilla es insatisfactorio. En algunos casos se añade a la arcilla cáscara de arroz que sirve como combustible, para obtener ladrillos más livianos y más uniformemente cocidos.

---

<sup>2.12</sup> Esta situación en ocasiones genera intereses conflictivos entre el empleo de la tierra para fabricación de ladrillos y para la agricultura.



Es necesario un mezclado completo y una correcta cantidad de agua. Ya que el mezclado manual (tradicionalmente pisoteando con pies descalzos) es laborioso y a menudo insatisfactorio, se prefieren mezcladores accionados con motor. El esfuerzo para el mezclado puede reducirse enormemente permitiendo que el agua se filtre a través de la estructura de arcilla por algunos días o incluso meses. Este proceso, conocido como “atemperamiento”, permite que se realicen cambios químicos y físicos, mejorando las características para su moldeado. La arcilla debe mantenerse cubierta para evitar un secado prematuro.

### ***III. Moldeado***

El moldeado se realiza a mano o con métodos mecanizados.

Los métodos de moldeado manual emplean simples moldes de madera: La arcilla se amasa formando una bola, la cual se deposita en el molde y se corta el sobrante.

Hay dos técnicas tradicionales para sacar el ladrillo del molde:

- a) El método del moldeado deslizante, en el cual el molde se mantiene húmedo y la arcilla es mezclada con más agua.
- b) El método del moldeado con arena, en el cual la bola de arcilla se cubre con arena para evitar que se pegue al molde.

Los ladrillos hechos con el método del moldeado deslizante son susceptibles de desplomarse y distorsionarse, mientras que el método del moldeado con arena produce ladrillos más firmes y con mejor forma. Cuando no se dispone de arena, también puede emplearse tierra arcillosa fina.

Otro método para moldear y desmoldar las piezas es el uso de mesas de moldeado. Se obtienen ladrillos con formas más exactas, con menos esfuerzo y mayor producción. Cuando el moldeado se realiza igual que con los moldes de madera, los ladrillos son expulsados mediante una palanca accionada con el pie.

Los talleres de ladrillos mecanizados emplean máquinas que extruyen la arcilla por un troquel para formar una columna de arcilla, que es cortado con alambre en piezas del tamaño de un ladrillo. Este método produce ladrillos más densos y resistentes, que también pueden ser perforados.

Una solución intermedia es el moldeado de ladrillos con compresión mecánica. Dos máquinas producidas en Bélgica (CERAMAN y TERSTARAM) fueron diseñadas especialmente para este propósito, pero también son empleadas para fabricar ladrillos de suelo estabilizado, secados al aire. La compresión mecánica permite contenidos de humedad considerablemente bajos, acortando así el periodo de secado.

#### ***IV. Secado***

Es probable que los ladrillos crudos se aplasten en el horno, bajo el peso de los que están encima; se pueden contraer y agrietarse durante el cocido; el agua expulsada puede condensarse en los ladrillos fríos, lejanos a la fuente de calor; o se puede generar vapores creando presiones excesivas en los ladrillos; y, finalmente, se necesita mucho combustible para eliminar el agua restante. Por ello, es vital un secado completo.

El secado debe ser relativamente lento, esto es, la velocidad a la cual la humedad se evapora de la superficie no debe ser más rápida que la velocidad a la cual se puede expandir por los finos poros del ladrillo crudo. Los ladrillos deben estar rodeados por aire, por lo que deben ser apilados con suficientes espacios vacíos entre sí.

El secado natural se hace a la intemperie bajo el sol, pero es aconsejable un recubrimiento protector (láminas plásticas, hojas o hierba) para evitar un secado rápido. Si es probable que llueva, el secado debe realizarse bajo techo. Aunque tradicionalmente, los ladrillos sólo se hacen en la estación seca.

El secado artificial (empleado en las grandes plantas mecanizadas) se realiza en cámaras especiales que hacen uso del calor recuperado de los hornos o zonas de enfriamiento.

La contracción debido al secado es inevitable y no causa serios problemas si es menor de 7% de contracción lineal. No se debe exceder de una contracción lineal de 10%. Si es necesario, debe reducirse la proporción de arcilla añadiendo arena o chomota (desechos de ladrillos pulverizados).

#### ***V. Cocción***

Hay dos tipos de hornos para cocer ladrillos: horno intermitente y continuo.

Los hornos intermitentes incluyen mordazas y hornos “Scove” (hornos de campo tradicionales), hornos de tiro de aire superior y los de tiro de aire inferior. La eficiencia del combustible es muy baja, pero se adaptan a las cambiantes demandas del mercado. Varían en tamaño desde 10,000 a 100,000 ladrillos.

Los hornos continuos incluyen varias versiones del horno “Hoffmann” (particularmente el horno de trinchera de “Bull”) y el horno de tiro de aire forzado. Son muy eficientes en el consumo del combustible. Los hornos túnel, en los cuales los ladrillos pasan a través de un fuego estacionario, son demasiado sofisticados y costosos.

Las mordazas básicamente son una pila de ladrillos crudos esparcidos con material combustible (por ejemplo, carbón de piedra triturado, cáscaras de arroz, estiércol). En la base de la mordaza se dejan algunos orificios en donde se prende el fuego. Los orificios se cierran y se deja arder el combustible, lo cual puede tomar pocos días o varias semanas. Los ladrillos cerca al centro de la mordaza serán más duros. Es necesario seleccionarlos, ya que



aproximadamente 20 o 30% serán inservibles. Estos son recocidos o empleados en la base, en los lados o en la parte superior de la mordaza.

Los hornos “Scove”, revocados en ambos lados con barro, básicamente son iguales que las mordazas, excepto que los túneles se construyen a través de la base de la pila para alimentar combustible adicional. Este es el mejor método para quemar madera.

Los hornos con tiro de aire superior (también conocido como horno Escocés) funcionan igual que los “Scove”, excepto que los túneles y las paredes son permanentes.

Los hornos con tiro de aire inferior tienen un techo abovedado permanente. Los gases calientes del combustible quemado en los lados del horno, se elevan hacia el techo arqueado y descienden entre los ladrillos por la succión de la chimenea, a través del piso perforado para salir por la chimenea.

El horno “Hoffmann”, que originalmente era circular pero ahora más comúnmente es oval, es un horno multicámaras en el cual el aire de combustión es precalentado enfriando ladrillos en algunas cámaras, y pasa por la zona del fuego, desde la cual los gases de evacuación precalientan los ladrillos crudos. Mientras los ladrillos enfriados son retirados de un lado de la cámara vacía, los ladrillos crudos son apilados en el otro lado. El combustible es alimentado por la parte superior, a través de los orificios en el techo arqueado permanente. La producción diaria es de aproximadamente 10,000 ladrillos.

El horno de trinchera de “Bull” funciona bajo el principio del horno “Hoffmann”, excepto que se omite el costoso techo abovedado y los gases de evacuación salen por chimeneas de metal intercambiables de 16 m de alto con una amplia base, que se acoplan en los orificios de ventilación ubicados en la parte superior del horno. El combustible, generalmente carbón de piedra triturado es alimentado por los orificios de la parte superior. Dependiendo del tamaño del horno la producción diaria puede variar entre 10,000 y 23,000 ladrillos, siendo el 70% de ellos de alta calidad.

El horno con tiro de aire forzado es una versión mejorada de horno de trinchera de “Bull”, en el que las paredes transversales temporales de ladrillos crudos dejan aberturas en los lados alternos, haciendo que el aire caliente viaje una gran distancia en zigzag, obteniendo una mayor transferencia de calor en una cantidad dada de combustible-calefactor (madera y piedra de carbón). Para proporcionar el tiro de aire necesario se instalan ventiladores. Es posible una producción diaria de 30,000 ladrillos.

La madera, el carbón y el petróleo son los principales tipos de combustible empleados. El carbón se emplea para cualquier propósito, mientras que la madera es poco adecuada en mordazas y el petróleo no se emplea en mordaza, en hornos con tipo de aire inferior, hornos de trinchera de “Bull” y hornos con tirado aire forzado.

Tabla 2.22 Escalas de Producción en la Fabricación de Ladrillos

Escala de Producción	Número de Ladrillos por día (promedio)	Ejemplos de procesos utilizados	Apropiado para el área de mercado
Pequeña	1,000	Hecho a mano, quemado en mordaza.	Pueblos rurales
Mediana	10,000	Prensa mecanizados, horno de trinchera de "Bull"	Ciudades cercanas
Grande	100,000	Completamente automático, cortado con alambre expulsado, horno de tunal.	Áreas industrializadas en gran demanda y buena infraestructura.

Tabla 2.23 Requerimientos Comunes de Combustible para hornos

Tipo de Horno	Requerimiento de calor (MJ/1000 Ladrillos)	Cantidad de Combustible requerido (toneles/1000 Ladrillos)		
		Madera	Carbón	Aceite
<b>Intermitente</b>				
Mordaza	7,000	(0.44)	0.26	(0.16)
Scove	16,000	1.00	0.59	0.36
Scotch	16,000	1.00	0.59	0.36
Corriente Aire hacia abajo	15,500	0.97	0.57	(0.35)
<b>Continuo</b>				
Hoffmann Original	2000	0.13	0.07	0.05
Hoffmann Moderno	5000	0.31	0.19	0.11
Trichera de Bull	4500	0.28	0.17	(0.10)
Habla (corr. fuerte)	3000	0.19	0.11	(0.07)
Túnel	4000	(0.25)	(0.15)	0.09
<b>Nota:</b> Las cifras que están entre paréntesis indican que el combustible no es adecuado para este horno.				

### 2.1.6.2 Elaboración Artesanal

En la *tabla 2.24* se muestra el proceso de elaboración artesanal de piezas de mampostería de arcilla.



**Tabla 2.24 Proceso de elaboración artesanal de piezas de arcilla**



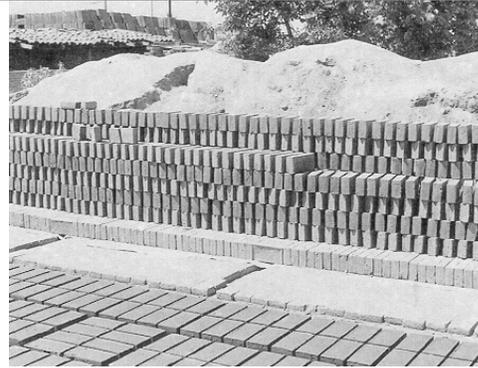
1. Extracción de la materia prima (arena y arcilla).



2. Mezcla de la arena y el barro desmoronado para aumentar su absorción de agua para formar una mezcla moldeable.



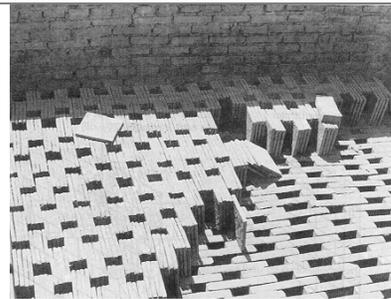
3. Moldeo de las piezas sobre terreno plano y arenoso y de medidas ligeramente mayores al resultado final debido a la contracción sufrida en el proceso secado y cocción.



4. Una vez oreadas las piezas, se estiban formando pilas en celosía para lograr un secado rápido; una vez secas se protegen del sol en un cobertizo abierto para evitar su agrietamiento.



5. Acomodo de las piezas en el horno, colocándose primero el tabique, después las piezas delgadas, cerrándose con tabique para evitar pérdida de calor.



6. Terminado el proceso de cocción, hay que esperar de tres a cuatro días para su enfriamiento gradual. En la fotografía se puede observar el acomodo de las piezas para la distribución del calor (900 °C). Estiba del material terminado, listo para su venta y distribución.

### 2.1.6.3 Elaboración Mecanizada.

En la *tabla 2.25* se muestra el proceso de elaboración mecanizada de piezas de mampostería de arcilla.

Tabla 2.25 Proceso de elaboración mecanizada de piezas de arcilla





5. En la prensa de extrusión se consigue eliminar la mayor parte del aire encontrado en la mezcla, obteniendo un producto de gran compacidad (determinante para la calidad del producto que se obtiene)



6. La prensa descarga en forma continua una barra que es tozada mediante un cortador automático, el cual permite cortes a distancias regulables. La boquilla empleada a la salida de la prensa determina la forma del ladrillo y si éste es hueco o macizo.



7. El ladrillo crudo es alimentado al elevador automático que tiene una carrera ascendente y descendente, y permite disponer los ladrillos en estanterías, las que una vez llenas son retiradas por los carros transportadores que las trasladan a los secadores naturales y posteriormente a los artificiales, donde son colocados a manera de permitir el flujo de aire a través de ellos. En el secado artificial se exponen los ladrillos al paso de los gases calientes provenientes del horno, durante un lapso de 3 días aproximadamente.



8. Una vez seco el ladrillo, es alimentado el horno para su cocimiento, que se efectúa de 900 a 1,000 °C y a fuego directo. Durante el progresivo aumento de la temperatura (hasta llegar a los 1,000 °C aprox.), se producen los cambios físicos y químicos que le otorgan la dureza, durabilidad y calidad estructural deseada.

9. Los paquetes de tabiques y ladrillos son envueltos con plástico retráctil y entregados en obra sobre tarimas de madera, lo que reduce las mermas y evita los costos de maniobra por manejo a granel.



## 2.1.7 MEDIDAS COMERCIALES

Existen en el mercado una gran cantidad de piezas de mampostería, de distintas marcas, formas, tamaños, materiales y características mecánicas. Las siguientes tablas muestran las medidas y características más importantes de las piezas tanto comunes como novedosas en el mercado actual.

Los datos especificados son los proporcionados por los diversos fabricantes, en el caso de piezas elaboradas de manera mecanizada. Para el caso de las propiedades mecánicas, es recomendable verificar que cumplan con lo establecido en las NTC para Mampostería. Para las piezas elaboradas de manera artesanal, sus propiedades mecánicas deberán estar sujetas a lo establecido en las NTC para Mampostería.

Tabla 2.26 Medidas comerciales de piezas de mampostería artesanal

PRODUCTO	Grueso (cm)	Tizón (cm)	Soga (cm)
Tabique rojo de barro recocido hecho a mano	6	12	24
	6.5	13	26
	5.5	11.5	23
	5	12	24
	6	11.5	23
Bloques de concreto: ligero, intermedio, pesado	10	20	40
	20	20	40
Tabicón	7	14	28
	8	12.5	26
	7.5	13	25
	12	20	40
Ladrillo	3	13	26
	3	12	24
	3	11.5	23
Adobe	10	15	25
	9	15	32
	20	30	40
	20	25	45
Bloques huecos de concreto	19	10	39
	19	12	39
	19	15	39



Tabla 2.27 Piezas elaboradas de manera mecanizada<sup>2,13</sup>

Nombre	Medidas (cm)	Peso/Pza (kg)	Pzas/m <sup>2</sup> c/junta de 1cm	Peso/m <sup>2</sup> sin mortero p/juntas (kg)	Absorción % en peso	Resist a la comp. (kg/cm <sup>2</sup> ) $f'_d$
Loseta 24	2x24x24	2.1	16.0	36.00	16	220
Loseta 12	2x12x24	1.05	30.7	32.24	16	220
Cintilla	2x6x24	0.5	57.1	28.55	16	220
Ladrillo multex confinado	6x10x23	1.3	59.5	77.35	16	140
	12x10x23	2.6	32.0	83.20		
	6x12x24	1.7	57.1	97.07		
	12x12x24	3.4	30.7	104.38		
Celosía multex	12x6x24	1.7	30.7	52.19	16	90
	12x12x24	3.4		104.38		
Tabimax	12x10x23	2.5	32.0	80	16	122
AREMAX	12x8x24	1.85	30.7	56.8	16	60
	8x12x24		44.5			
Ladrillo Vintex	6x10x23	1.3	59.5	77.35	16	140
	12x10x23	2.6	32.0	83.20		
	6x12x24	1.6	57.1	91.36		
	12x12x24	3.2	30.7	98.24		
Celosia vintex 6-12	12x6x24	1.6	30.7	49.120	16	70

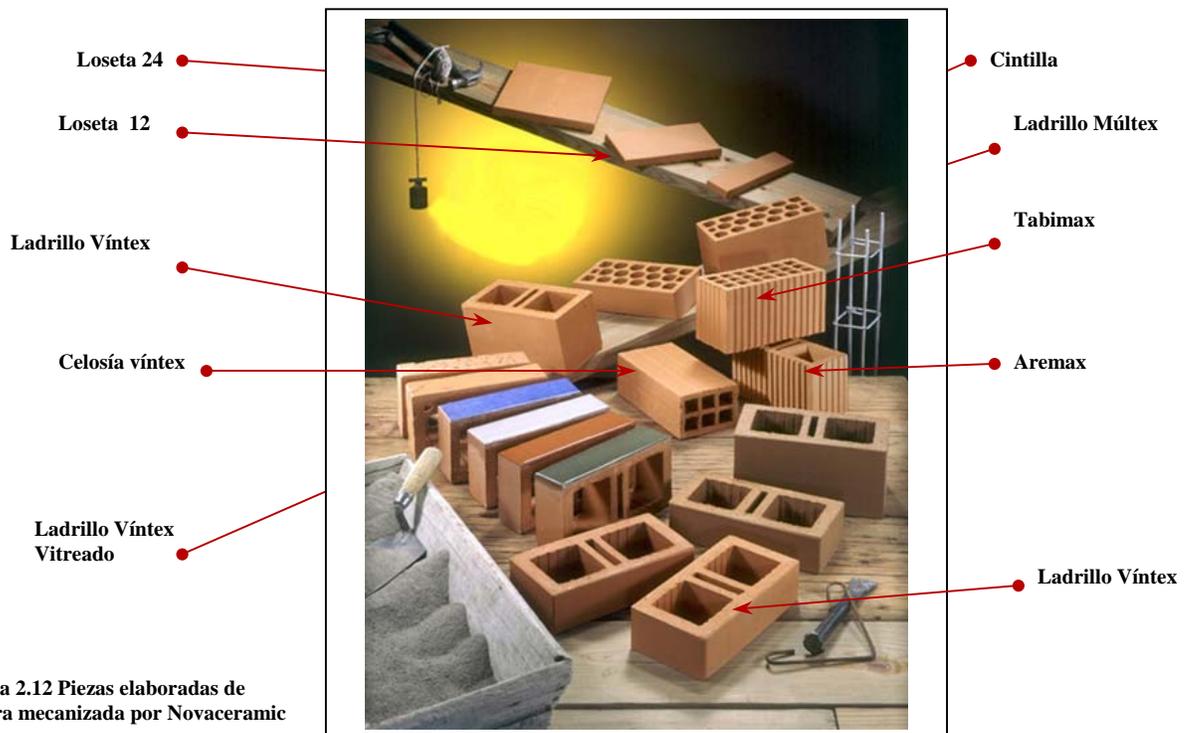


Figura 2.12 Piezas elaboradas de manera mecanizada por Novaceramic

<sup>2,13</sup> Datos proporcionados por la Planta Novaceramic.

Tabla 2.28 Piezas elaboradas de manera mecanizada<sup>2,14</sup>

Nombre y características	Medidas (cm)	Pzas / m <sup>2</sup>	Peso/pza (kg)
Ladrillo cerámico hueco no portante. Recomendado para construir paredes exteriores que no deban soportar peso, y para el relleno de estructuras de hormigón ( edificios torres ). <i>Fig 2.13a</i>	18 x 18 x 25	20	4.5
Ladrillo cerámico hueco portante. Es utilizado para la construcción de paredes exteriores e interiores que deban soportar peso. <i>Fig 2.13b</i>	18 x 18 x 25 ( 16 tubos )	20	5
Ladrillo cerámico hueco no portante Utilizado para la construcción de paredes interiores ( tabiques ). <i>Fig 2.13c</i>	12 x 18 x 25	20	2,9
Ladrillo cerámico hueco no portante Se utilizada para la construcción de paredes divisorias Es recomendado en lugares reducidos, para ganar lugar. <i>Fig 2.13d</i>	18x18x25	20	2.5
Ladrillo cerámico hueco "Peine" Este ladrillo es empleado para construir encadenados inferior y superior de viviendas, evitando así la construcción de los encofrados. <i>Fig 2.13e</i>	18x18x25	4 ml	3.9
Ladrillo cerámico hueco caravista utilizado para la construcción de muros y tabiques. Acústico, aislante, decorativo, económico, resistente, excelente color y superficie. Evita revestimientos. Fácil mantenimiento. Uniformidad de medidas. <i>Fig 2.13f</i>	10x15x20	29	2.5
Ladrillo cerámico hueco caravista utilizado para la construcción de muros y tabiques. Acústico, aislante, decorativo, económico, resistente, excelente color y superficie. Evita revestimientos. Fácil mantenimiento. Uniformidad de medidas. <i>Fig 2.13g</i>	18x18x25	20	5.5
Ladrillo cerámico para viguetas pretensadas. Se utiliza para la construcción de lozas alivianadas. <i>Fig 2.13h</i>	12.5x42x25	8	7.3
Ladrillo cerámico hueco portante. Se utiliza para construir paredes interiores que deben soportar peso, o en paredes en las cuales se deban colocar cañerías de agua y energía. <i>Fig 2.13i</i>	12x18x25	20	3.65



Figura 2.13 Piezas elaboradas de manera mecanizada por Cerámica García

<sup>2,14</sup> Datos proporcionados por la Planta Cerámica García.



Tabla 2.29 Bloques de concreto más usuales

Tipo Entero	Tipo Medio	Esquina	Tipo U	Tipo Columna
AxBxC	AxBxC	AxBxC	AxBxC	AxBxC
10x20x40	10x20x20	-	12x20x40 12x20x20	20x20x40
12x20x40	12x20x20	12x20x40	15x20x40 15x20x20	22x20x40
15x20x40 20x20x40	15x20x20 20x20x20	15x20x40 -	20x20x40 20x20x20	25x20x40 30x20x40

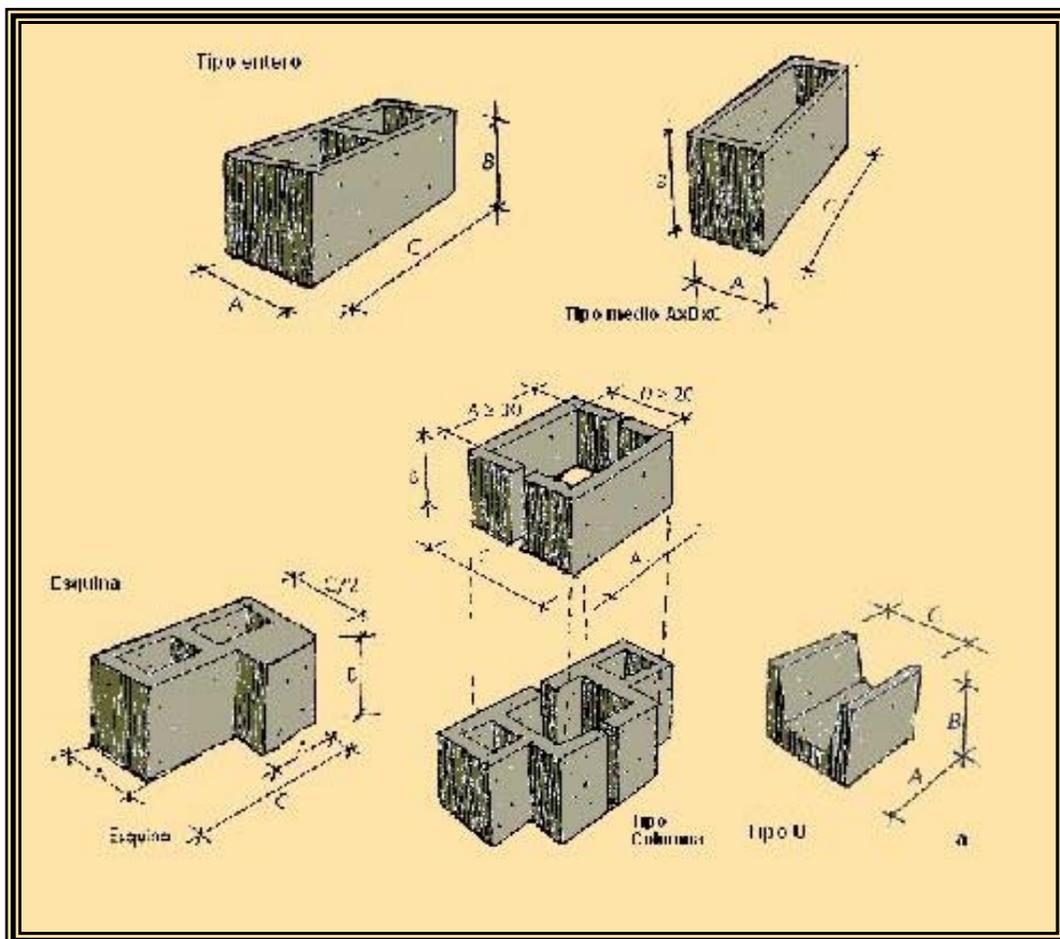


Figura 2.14 Bloques de concreto

Existen otro tipo de bloques de concreto, cuya diferencia está en las caras laterales para dar otro tipo de acabados (figura 2.15).

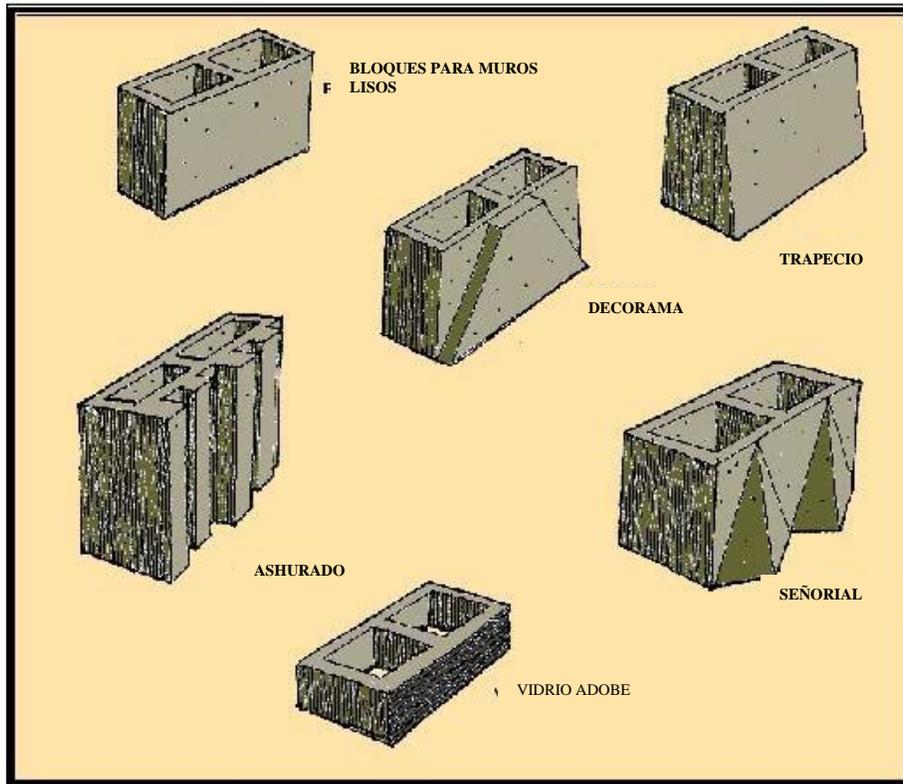


Figura 2.15 Bloques de concreto para acabados especiales

## 2.1.8 PRUEBAS DE LABORATORIO

### 2.1.8.1 Pruebas Sobre Piezas Sueltas

Con base a lo establecido en la *sección 2.1.3*, se han sometido a diversos ensayos cuatro tipos de piezas (tabique rojo recocido, tabimax, múltex y vintex). El ensayar estos tipos de piezas es con la finalidad de obtener su resistencia ( $f_p^*$ ), absorción y dimensiones. Las pruebas se realizaron en el laboratorio de resistencia de materiales de la ENEP Acatlán.

#### I. Resistencia a la Compresión

La prueba de resistencia a la compresión se realizó de acuerdo a las especificaciones de la NMX-C-036 (*Apéndice A*) y la *sección 2.1.3.1*.

Para obtener el valor de  $C_p$  (coeficiente de variación de la resistencia a compresión de las piezas) se obtuvo la desviación estándar (*ecuaciones 2.9*).

Ecuación 2.9

$$S = \sqrt{\frac{\sum (P - \bar{P})^2}{n - 1}} \quad C_p = \frac{S}{\bar{P}}$$

En donde:

$S$  = desviación estándar.

$P$  = Carga máxima resistida por la pieza de mampostería.

$\bar{P}$  = Carga media resistida por las piezas de mampostería.

$n$  = número de especímenes.

$C_p$  = coeficiente de variación de resistencia.

Tabla 2.30 Determinación de la resistencia a compresión de las piezas de tabique rojo recocido

ROJO RECOCIDO								
ESPECÍMEN	SOGA	TIZÓN	ÁREA	CARGA (P)	$f_p$	$\overline{f_p}$	$C_p$	$f^*p$
	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )		(kg/cm <sup>2</sup> )
1	23	11.5	264.5	10800	40.83176	38.06	0.35	20.30
2	22.9	11.4	261.06	10100	38.68842			
3	23	11.5	264.5	9150	34.59357			
4	23.1	11.4	263.34	9150	34.74596			
5	23.1	11.5	265.65	10250	38.5846			
6	23	11.5	264.5	9400	35.53875			
7	23	11.6	266.8	11200	41.97901			
8	23.1	11.5	265.65	9400	35.3849			
9	22.9	11.4	261.06	10050	38.4969			
10	22.9	11.4	261.06	9900	37.92232			
11	23	11.5	264.5	9500	35.91682			
12	23	11.5	264.5	10350	39.13043			
13	23	11.6	266.8	10150	38.04348			
14	23.1	11.6	267.96	10450	38.99836			
15	23.1	11.6	267.96	10350	38.62517			
16	22.9	11.5	263.35	10300	39.11145			
17	23	11.5	264.5	10450	39.50851			
18	23	11.5	264.5	10150	38.37429			
19	22.9	11.4	261.06	9800	37.53926			
20	23.1	11.5	265.65	9750	36.70243			
21	23.1	11.5	265.65	10150	38.20817			
22	23	11.5	264.5	9800	37.05104			
23	22.9	11.4	261.06	9900	37.92232			
24	23.1	11.6	267.96	10350	38.62517			
25	23	11.5	264.5	10100	38.18526			
26	23	11.5	264.5	9950	37.61815			
27	23.1	11.6	267.96	10050	37.5056			
28	23	11.5	264.5	11100	41.96597			
29	23.1	11.6	267.96	9900	36.94581			
30	23	11.5	264.5	10300	38.9414			

**Tabla 2.31 Determinación del coeficiente de variación de las piezas de tabique rojo recocido**

$\bar{P}$	$P - \bar{P}$	$(P - \bar{P})^2$	n	S	$C_p$
(kg)	(kg)	(kg <sup>2</sup> )		(kg)	
	725	525625	30	484.90	0.048
	25	625			
	-925	855625			
	-925	855625			
	175	30625			
	-675	455625			
	1125	1265625			
	-675	455625			
	-25	625			
	-175	30625			
	-575	330625			
	275	75625			
	75	5625			
	375	140625			
10075.00	275	75625			
	225	50625			
	375	140625			
	75	5625			
	-275	75625			
	-325	105625			
	75	5625			
	-275	75625			
	-175	30625			
	275	75625			
	25	625			
	-125	15625			
	-25	625			
	1025	1050625			
	-175	30625			
	225	50625			
$\Sigma$		<b>6818750</b>			

**Observaciones:** Las primeras grietas aparecieron, en promedio, a los 3600 kg, en las partes centrales de las piezas y en sentido vertical.



**Figura 2.16 a. Pieza de tabique rojo recocido antes de someterse a carga**



**Figura 2.16 b. Primeras grietas en la parte central de la pieza**

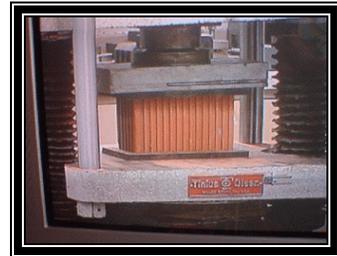
Tabla 2.32 Determinación de la resistencia a compresión de las piezas Tabimax

TABIMAX								
ESPECÍMEN	SOGA	TIZÓN	ÁREA	CARGA (P)	$f_p$	$\bar{f}_p$	$C_p$	$f^*p$
	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )		(kg/cm <sup>2</sup> )
1	23	10	230	8025	34.8913	43.57	0.2	29.04
2	23	10	230	9425	40.97826			
3	23	10	230	10950	47.6087			
4	23	10	230	8850	38.47826			
5	23	10	230	9575	41.63043			
6	23	10	230	9500	41.30435			
7	23	10	230	11650	50.65217			
8	23	10	230	10150	44.13043			
9	23	10	230	9000	39.13043			
10	23	10	230	10850	47.17391			
11	23	10	230	10950	47.6087			
12	23	10	230	10000	43.47826			
13	23	10	230	10250	44.56522			
14	23	10	230	10125	44.02174			
15	23	10	230	10250	44.56522			
16	23	10	230	10950	47.6087			
17	23	10	230	9150	39.78261			
18	23	10	230	9500	41.30435			
19	23	10	230	10300	44.78261			
20	23	10	230	10350	45			
21	23	10	230	9050	39.34783			
22	23	10	230	9000	39.13043			
23	23	10	230	10150	44.13043			
24	23	10	230	10100	43.91304			
25	23	10	230	10350	45			
26	23	10	230	10100	43.91304			
27	23	10	230	11000	47.82609			
28	23	10	230	10350	45			
29	23	10	230	10450	45.43478			
30	23	10	230	10250	44.56522			

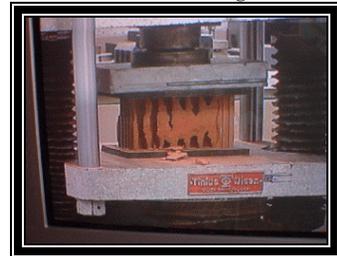
**Tabla 2.33 Determinación del coeficiente de variación de las piezas de Tabimax**

$\bar{P}$	$P - \bar{P}$	$(P - \bar{P})^2$	n	S	$C_v$
(kg)	(kg)	(kg <sup>2</sup> )		(kg)	
	-1995	3980025	30	786.26	0.078
	-595	354025			
	930	864900			
	-1170	1368900			
	-445	198025			
	-520	270400			
	1630	2656900			
	130	16900			
	-1020	1040400			
	830	688900			
	930	864900			
	-20	400			
	230	52900			
	105	11025			
10020.00	230	52900			
	930	864900			
	-870	756900			
	-520	270400			
	280	78400			
	330	108900			
	-970	940900			
	-1020	1040400			
	130	16900			
	80	6400			
	330	108900			
	80	6400			
	980	960400			
	330	108900			
	430	184900			
	230	52900			
<b>Σ</b>		<b>17928000</b>			

**Observaciones:** Las primeras grietas aparecieron, en promedio, a los 4000 kg; estas grietas surgieron como pequeñas explosiones que ocasionaban el desprendimiento instantáneo de las paredes exteriores de la pieza, dejando al descubierto su estructura interna. Cabe mencionar que el desprendimiento de la capa superior resulta un tanto peligrosa, pues las partículas desprendidas salían a grandes velocidades. Al final de la prueba, la pieza aparentaba quedar entera (únicamente sin su capa superior), pero al retirar las placas de acero, ésta se encontraba completamente desecha, sustentada únicamente por la rigidez proporcionada por el cabeceo.



**Figura 2.17 a. Pieza de Tabimax antes de someterse a carga**



**Figura 2.17 b. Pieza de Tabimax después de someterse a carga**

Tabla 2.34 Determinación de la resistencia a compresión de las piezas Múltex

MULTEX								
ESPECÍMEN	SOGA	TIZÓN	ÁREA	CARGA (P)	$f_p$	$\overline{f_p}$	$C_p$	$f^*p$
	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )		(kg/cm <sup>2</sup> )
1	24	12	288	24800	86.11111	99.17	0.2	66.11
2	24	12	288	29000	100.6944			
3	24	12	288	27000	93.75			
4	24	12	288	31800	110.4167			
5	24	12	288	31750	110.2431			
6	24	12	288	28600	99.30556			
7	24	12	288	31250	108.5069			
8	24	12	288	31650	109.8958			
9	24	12	288	26050	90.45139			
10	24	12	288	28200	97.91667			
11	24	12	288	26450	91.84028			
12	24	12	288	25600	88.88889			
13	24	12	288	26100	90.625			
14	24	12	288	29100	101.0417			
15	24	12	288	27800	96.52778			
16	24	12	288	28350	98.4375			
17	24	12	288	26550	92.1875			
18	24	12	288	30750	106.7708			
19	24	12	288	29500	102.4306			
20	24	12	288	28200	97.91667			
21	24	12	288	27750	96.35417			
22	24	12	288	28600	99.30556			
23	24	12	288	28700	99.65278			
24	24	12	288	28100	97.56944			
25	24	12	288	28900	100.3472			
26	24	12	288	29100	101.0417			
27	24	12	288	30350	105.3819			
28	24	12	288	28800	100			
29	24	12	288	28300	98.26389			
30	24	12	288	29700	103.125			

Tabla 2.35 Determinación del coeficiente de variación de las piezas Múltex

$\bar{P}$	$P - \bar{P}$	$(P - \bar{P})^2$	n	S	$C_v$
(kg)	(kg)	(kg <sup>2</sup> )		(kg)	
	-3760	14137600	30	1825.18	0.064
	440	193600			
	-1560	2433600			
	3240	10497600			
	3190	10176100			
	40	1600			
	2690	7236100			
	3090	9548100			
	-2510	6300100			
	-360	129600			
	-2110	4452100			
	-2960	8761600			
	-2460	6051600			
	540	291600			
28560.00	-760	577600			
	-210	44100			
	-2010	4040100			
	2190	4796100			
	940	883600			
	-360	129600			
	-810	656100			
	40	1600			
	140	19600			
	-460	211600			
	340	115600			
	540	291600			
	1790	3204100			
	240	57600			
	-260	67600			
	1140	1299600			
$\Sigma$		<b>96607000</b>			

**Observaciones:** Las primeras grietas aparecieron, en promedio, a los 5500 kg, en las partes centrales y a los tercios de las piezas en sentido vertical.

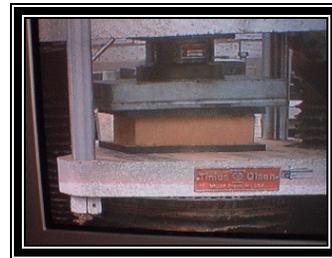


Figura 2.18 a. Pieza de ladrillo Múltex antes de someterse a carga

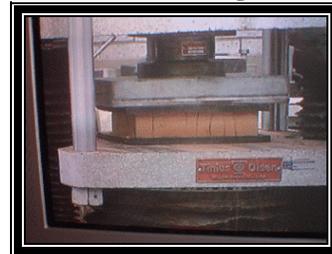


Figura 2.18 b. Pieza de ladrillo Múltex después de someterse a carga

Tabla 2.36 Determinación de la resistencia a compresión de las piezas Vintex

VINTEX								
ESPECÍMEN	SOGA	TIZÓN	ÁREA	CARGA (P)	$f_p$	$\overline{f_p}$	$C_p$	$f^*p$
	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )		(kg/cm <sup>2</sup> )
1	24	12	288	27500	95.48611	99.08	0.2	66.05
2	24	12	288	22200	77.08333			
3	24	12	288	27150	94.27083			
4	24	12	288	29900	103.8194			
5	24	12	288	29000	100.6944			
6	24	12	288	28100	97.56944			
7	24	12	288	28800	100			
8	24	12	288	28300	98.26389			
9	24	12	288	28400	98.61111			
10	24	12	288	28300	98.26389			
11	24	12	288	27500	95.48611			
12	24	12	288	28800	100			
13	24	12	288	29500	102.4306			
14	24	12	288	28600	99.30556			
15	24	12	288	27900	96.875			
16	24	12	288	30200	104.8611			
17	24	12	288	30200	104.8611			
18	24	12	288	28200	97.91667			
19	24	12	288	29200	101.3889			
20	24	12	288	27200	94.44444			
21	24	12	288	28000	97.22222			
22	24	12	288	28900	100.3472			
23	24	12	288	29500	102.4306			
24	24	12	288	29200	101.3889			
25	24	12	288	28900	100.3472			
26	24	12	288	29500	102.4306			
27	24	12	288	29900	103.8194			
28	24	12	288	29400	102.0833			
29	24	12	288	29700	103.125			
30	24	12	288	28100	97.56944			

**Tabla 2.37 Determinación del coeficiente de variación de las piezas Vintex**

$\bar{P}$	$P - \bar{P}$	$(P - \bar{P})^2$	n	S	$C_v$
(kg)	(kg)	(kg <sup>2</sup> )		(kg)	
	-1035	1071225	30	1473.51	0.052
	-6335	40132225			
	-1385	1918225			
	1365	1863225			
	465	216225			
	-435	189225			
	265	70225			
	-235	55225			
	-135	18225			
	-235	55225			
	-1035	1071225			
	265	70225			
	965	931225			
	65	4225			
28535.00	-635	403225			
	1665	2772225			
	1665	2772225			
	-335	112225			
	665	442225			
	-1335	1782225			
	-535	286225			
	365	133225			
	965	931225			
	665	442225			
	365	133225			
	965	931225			
	1365	1863225			
	865	748225			
	1165	1357225			
	-435	189225			
$\Sigma$		<b>62965750</b>			

**Observaciones:** Las primeras grietas aparecieron, en promedio, a los 5500 kg, en los tercios de las piezas. Las segundas grietas aparecieron a los 12000 kg, en las partes centrales y esquinas de las piezas.



**Figura 2.19 a. Pieza de ladrillo Vintex antes de someterse a carga**



**Figura 2.19 a. Pieza de ladrillo Vintex al producirse las primeras grietas**

## II. Absorción y Medidas de las Piezas

La prueba de absorción se realizó de acuerdo a la NMX-C-037 (Apéndice A) utilizando la ecuación 2.10.

Tabla 2.38a. Determinación de la absorción de agua las piezas de mampostería

PIEZAS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO						
Espécimen	M <sub>s</sub> (kg)	M <sub>sss</sub> (kg)	P <sub>a</sub> (kg)	A (dm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	%	PROM (%)
1	2.370	2.66	0.29	122.36	12.24	12.23
2	2.371	2.66	0.289	121.89	12.19	
3	2.371	2.663	0.292	123.15	12.32	
4	2.372	2.663	0.291	122.68	12.27	
5	2.373	2.661	0.288	121.37	12.14	
PIEZAS DE TABIMAX						
Espécimen	M <sub>s</sub> (kg)	M <sub>sss</sub> (kg)	P <sub>a</sub> (kg)	A (dm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	%	PROM (%)
1	2.54	2.95	0.41	161.42	16.14	16.18
2	2.54	2.951	0.411	161.81	16.18	
3	2.538	2.949	0.411	161.94	16.19	
4	2.54	2.951	0.411	161.81	16.18	
5	2.539	2.95	0.411	161.87	16.19	
PIEZAS DE LADRILLO MÚLTEX						
Espécimen	M <sub>s</sub> (kg)	M <sub>sss</sub> (kg)	P <sub>a</sub> (kg)	A (dm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	%	PROM (%)
1	1.840	2.140	0.3	163.04	16.30	16.28
2	1.841	2.142	0.301	163.50	16.35	
3	1.841	2.140	0.299	162.41	16.24	
4	1.842	2.142	0.3	162.87	16.29	
5	1.842	2.141	0.299	162.32	16.23	
PIEZAS DE LADRILLO VÍNTEX						
Espécimen	M <sub>s</sub> (kg)	M <sub>sss</sub> (kg)	P <sub>a</sub> (kg)	A (dm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	%	PROM (%)
1	1.630	1.870	0.24	147.24	14.72	14.73
2	1.631	1.870	0.239	146.54	14.65	
3	1.631	1.872	0.241	147.76	14.78	
4	1.630	1.871	0.241	147.85	14.79	
5	1.630	1.870	0.24	147.24	14.72	

La medición de las piezas se realizó de acuerdo a lo especificado en la NMX-C-038 (Apéndice A).

Tabla 2.38b. Determinación de las medidas de las piezas

<b>PIEZAS DE TABIQUE ROJO RECOCIDO</b>									
Especimen	TABLA		CANTO		TESTA		PROM.	PROM.	PROM.
	Tizón (cm)	Soga (cm)	Grueso (cm)	Soga (cm)	Grueso (cm)	Tizón (cm)	Tizón (cm)	Soga (cm)	Grueso (cm)
1	11.400	23	5.5	23.10	5.50	11.50	11.5	22.97	5.5
2	11.5	22.9	5.5	23.00	5.40	11.50			
3	11.5	22.9	5.4	23.00	5.50	11.40			
4	11.6	23	5.6	22.90	5.60	11.50			
5	11.5	22.9	5.5	23.00	5.50	11.60			
<b>PIEZAS DE TABIMAX</b>									
Especimen	TABLA		CANTO		TESTA		PROM.	PROM.	PROM.
	Tizón (cm)	Soga (cm)	Grueso (cm)	Soga (cm)	Grueso (cm)	Tizón (cm)	Tizón (cm)	Soga (cm)	Grueso (cm)
1	9.9	22.9	11.9	22.90	11.90	9.90	9.96	22.96	11.96
2	10	23	12	23.00	12.00	10.00			
3	10	23	12	23.00	12.00	10.00			
4	10	23	12	23.00	12.00	10.00			
5	9.9	22.9	11.9	22.90	11.90	9.90			
<b>PIEZAS DE LADRILLO MÚLTEX</b>									
Especimen	TABLA		CANTO		TESTA		PROM.	PROM.	PROM.
	Tizón (cm)	Soga (cm)	Grueso (cm)	Soga (cm)	Grueso (cm)	Tizón (cm)	Tizón (cm)	Soga (cm)	Grueso (cm)
1	12.000	24.000	6	24.00	6.00	12.00	12.02	24	6.02
2	12.000	24.000	6	24.00	6.00	12.00			
3	12.000	24.000	6	24.00	6.00	12.00			
4	12.100	24.000	6	24.00	6.00	12.10			
5	12.000	24.000	6.1	24.00	6.10	12.00			
<b>PIEZAS DE LADRILLO VÍNTEX</b>									
Especimen	TABLA		CANTO		TESTA		PROM.	PROM.	PROM.
	Tizón (cm)	Soga (cm)	Grueso (cm)	Soga (cm)	Grueso (cm)	Tizón (cm)	Tizón (cm)	Soga (cm)	Grueso (cm)
1	12.100	24.100	6.1	24.10	6.10	12.10	12.04	24.04	6.04
2	12.000	24.000	6	24.00	6.00	12.00			
3	12.000	24.000	6	24.00	6.00	12.00			
4	12.100	24.100	6.1	24.10	6.10	12.10			
5	12.000	24.000	6	24.00	6.00	12.00			

**Ecuación 2.10**

$$A = \frac{M_{sss} - M_s}{M_{sss} - P_a} \times 1000$$

*En donde:*

*A = volumen de agua absorbida en  $dm^3/m^3$*

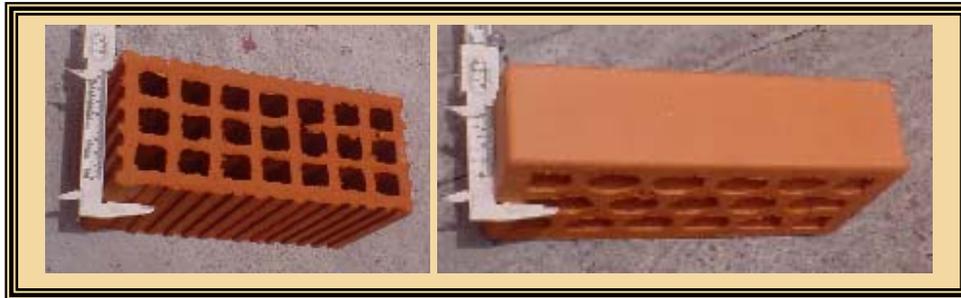
*$M_{sss}$  = Masa seca del espécimen.*

*$M_s$  = Masa saturada y superficialmente seca.*

*$P_a$  = Peso ahogado.*



**Figura 2.20** Saturación de las piezas



**Figura 2.21** Determinación de las dimensiones de las piezas

### **2.1.8.2 Pruebas Sobre Muretes**

Con base a lo establecido en la *sección 2.1.4*, se han sometido a ensayos de compresión simple y compresión diagonal muretes construidos con dos tipos de piezas (tabique rojo recocido y tabimax), con la finalidad de obtener la resistencia de diseño a compresión ( $f_m^*$ ) y el esfuerzo cortante resistente ( $v^*$ ) de éstos dos tipos de mampostería que serán empleadas en la comparativa estructural del *capítulo 5*.

Para obtener el valor de  $C_m$  y  $C_v$ , (coeficiente de variación de la resistencia a compresión simple y diagonal respectivamente) se obtuvo la desviación estándar con las *ecuaciones 2.9*.

#### **I. Resistencia a la Compresión**

La prueba de resistencia a la compresión se realizó de acuerdo a las especificaciones de la *sección 2.1.4.1*.

Tabla 2.39 Determinación de la resistencia de diseño a compresión de los muretes de tabique rojo recocido

ESPECÍMEN	ALTURA (h)	ESPESOR (e)	h/e	FACTOR CORRECTIVO	SOGA	ÁREA	CARGA (P)	$f_m$	$\overline{f_m}$	$C_m$	$f_m^*$
	(cm)	(cm)			(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )		(kg/cm <sup>2</sup> )
1	30	11.5	2.61	0.85	23	264.5	7500	24.02436	22.84	0.15	16.61
2	30	11.4	2.63	0.85	23	262.2	7250	23.51837			
3	30	11.5	2.61	0.85	23	264.5	7175	22.9833			
4	30	11.6	2.59	0.84	23	266.8	6750	21.35295			
5	29.8	11.5	2.59	0.84	23	264.5	6750	21.55757			
6	30.2	11.5	2.63	0.85	23	264.5	7675	24.65766			
7	30	11.4	2.63	0.85	23	262.2	7200	23.35617			
8	30	11.5	2.61	0.85	23	264.5	6775	21.702			
9	29.9	11.5	2.60	0.85	23	264.5	7000	22.38941			

Tabla 2.40 Determinación del coeficiente de variación para las pilas de tabique rojo recocido

$\overline{P}$	$P - \overline{P}$	$(P - \overline{P})^2$	n	S	$C_m$
(kg)	(kg)	(kg <sup>2</sup> )		(kg)	
7119.44	381	144823	9	332.79	0.047
	131	17045			
	56	3086			
	-369	136489			
	-369	136489			
	556	308642			
	81	6489			
	-344	118642			
	-119	14267			
Σ		885972			

Tabla 2.41 Determinación de la resistencia de diseño a compresión de los muretes de Tabimax

ESPECÍMEN	ALTURA (h)	ESPESOR (e)	h/e	FACTOR CORRECTIVO	SOGA (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (P) (kg)	f <sub>m</sub>	$\overline{f}_m$	C <sub>m</sub>	f* <sub>m</sub>
	(cm)	(cm)						(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )		(kg/cm <sup>2</sup> )
1	40.5	10	4.05	1.00	23	230	9900	43.2022	44.00	0.15	32.00
2	40.2	10	4.02	1.00	23	230	9450	41.14818			
3	40.1	10	4.01	1.00	23	230	9350	40.68256			
4	40.4	10	4.04	1.00	23	230	10550	46.00534			
5	40.7	10	4.07	1.01	23	230	10650	46.54177			
6	40.5	10	4.05	1.00	23	230	10975	47.89335			
7	40	10	4.00	1.00	23	230	9825	42.71739			
8	40.1	10	4.01	1.00	23	230	9525	41.444			
9	40.5	10	4.05	1.00	23	230	10625	46.366			

Tabla 2.42 Determinación del coeficiente de variación para las pilas de Tabimax

$\bar{P}$	$P - \bar{P}$	$(P - \bar{P})^2$	n	S	C <sub>m</sub>
(kg)	(kg)	(kg <sup>2</sup> )		(kg)	
10094.44	-194	37809	9	610.04	0.060
	-644	415309			
	-744	554198			
	456	207531			
	556	308642			
	881	775378			
	-269	72600			
	-569	324267			
	531	281489			
Σ		2977222			

**Observaciones:** La falla se produjo al centro de las pilas. Adicionalmente, se observa que, conforme se incrementa la carga, las pilas tienen un efecto de expansión hacia los lados, pero ello es debido al “descascamiento” de las piezas. Efecto similar al de las piezas sueltas para este mismo material.

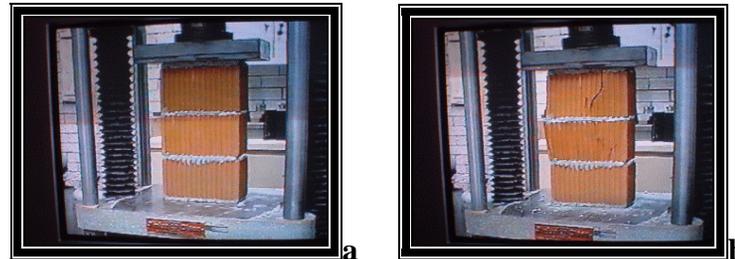


Figura 2.23 Pilas de piezas Tabimax antes de la prueba (a), y después de la prueba (b)

## II. Resistencia a Compresión Diagonal

La prueba de resistencia a la compresión diagonal se realizó de acuerdo a las especificaciones de la *sección 2.1.4.2*.

Tabla 2.43 Determinación de la resistencia de cortante de los muretes de tabique rojo recocido

ESPECÍMEN	ALTURA (h)	ESPESOR (e)	LARGO	DIAGONAL	ÁREA	CARGA (P)	V*	$\bar{V}_m$	C <sub>v</sub>	V* <sub>m</sub>
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )		(kg/cm <sup>2</sup> )
1	36	11.4	36.10	51.0	581.2	3395	5.84	6.16	0.20	4.1
2	36.5	11.5	36.50	51.6	593.62	4485	7.56			
3	37	11.5	36.90	52.3	600.93	3350	5.57			
4	37	11.5	37.00	52.3	601.75	3200	5.32			
5	36	11.6	36.00	50.9	590.58	4100	6.94			
6	36	11.5	36.00	50.9	585.48	2830	4.83			
7	36.5	11.5	36.50	51.6	593.62	3175	5.35			
	36	11.4	36.00	50.9	580.39	3965	6.83			
	35.5	11.5	35.50	50.2	577.35	4150	7.19			

Tabla 2.44 Determinación del coeficiente de variación para las muretes de tabique rojo recocido

$\bar{P}$	$P - \bar{P}$	$(P - \bar{P})^2$	n	S	C <sub>v</sub>
(kg)	(kg)	(kg <sup>2</sup> )		(kg)	
3627.78	-233	54185	9	559.02	0.154
	857	734830			
	-278	77160			
	-428	182994			
	472	222994			
	-798	636449			
	-453	205008			
	337	113719			
	522	272716			
$\Sigma$		2500056			

Tabla 2.45 Determinación de la resistencia de cortante de los muretes de Tabimax

ESPECÍMEN	ALTURA (h)	ESPESOR (e)	LARGO	DIAGONAL	ÁREA	CARGA (P)	V*	$\bar{V}_m$	C <sub>v</sub>	V* <sub>m</sub>
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )		(kg/cm <sup>2</sup> )
1	40	10	40.10	56.6	566.39	4250	7.50	6.82	0.20	4.5
	40.1	10	40.10	56.7	567.1	3950	6.97			
	39.9	10	40.00	56.5	564.98	3750	6.64			
	40.2	10	40.10	56.8	567.81	3750	6.60			
	40.1	10	40.10	56.7	567.1	3800	6.70			
	40.3	10	40.20	56.9	569.22	3750	6.59			
	40.2	10	40.10	56.8	567.81	3650	6.43			
	40	10	40.00	56.6	565.69	4050	7.16			
	40	10	40.10	56.6	566.39	3850	6.80			

Tabla 2.46 Determinación del coeficiente de variación para las muretes de Tabimax.

$\bar{P}$	$P - \bar{P}$	$(P - \bar{P})^2$	n	S	C <sub>v</sub>
(kg)	(kg)	(kg <sup>2</sup> )		(kg)	
3866.67	383	146944	9	187.08	0.048
	83	6944			
	-117	13611			
	-117	13611			
	-67	4444			
	-117	13611			
	-217	46944			
	183	33611			
	-17	278			
<b>Σ</b>		<b>280000</b>			

### III. Determinación del Módulo de Elasticidad

El módulo de elasticidad ( $E_m$ ) de la mampostería se determinó mediante las *ecuaciones 2.6* de la *sección 2.1.4.5*, basados en los resultados obtenidos en los ensayos de muretes a compresión.

Tabla 2.47 Determinación del módulo de elasticidad de la mampostería

TABIQUE	$f_m^*$	$E_m$
	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )
Tabique rojo recocido	16	9600 para cargas de corta duración 5600 para cargas sostenidas
Tabimax	32	19200 para cargas de corta duración 11200 para cargas sostenidas
Múltex	32	19200 para cargas de corta duración 11200 para cargas sostenidas
Víntex	32	19200 para cargas de corta duración 11200 para cargas sostenidas

### IV. Determinación del Módulo de Cortante

El módulo de cortante ( $G_m$ ) de la mampostería se determinó mediante la *ecuación 2.7* de la *sección 2.1.4.6*, basados en los resultados obtenidos en los ensayos de muretes a compresión.

Tabla 2.48 Determinación del módulo de cortante de la mampostería

TABIQUE	$E_m$	$G_m$
	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )
Tabique rojo recocido	9600 para cargas de corta duración 5600 para cargas sostenidas	3840 para cargas de corta duración 2240 para cargas sostenidas
Tabimax	19200 para cargas de corta duración 11200 para cargas sostenidas	7680 para cargas de corta duración 4480 para cargas sostenidas
Múltex	19200 para cargas de corta duración 11200 para cargas sostenidas	7680 para cargas de corta duración 4480 para cargas sostenidas
Víntex	19200 para cargas de corta duración 11200 para cargas sostenidas	7680 para cargas de corta duración 4480 para cargas sostenidas



## 2.2 MORTERO

Los materiales que se empleen para la elaboración de concretos y morteros deberán cumplir con los requisitos establecidos en las normas especificadas en la *tabla 2.49*.

Tabla 2.49 NMX de materiales para la elaboración de mortero y concreto

MATERIAL	NORMA
Cemento hidráulico	NMX-C-414-ONNCCE <sup>2.15</sup>
Cemento de albañilería	NMX-C-021-ONNCCE
Cal hidratada	NMX-C-003-ONNCCE
Agregados pétreos	NMX-C-111
Agua de mezclado	NMX-C-122 <sup>2.16</sup>

### 2.2.1 DEFINICIÓN Y MATERIALES COMPONENTES

El mortero se puede definir como una mezcla de materiales cementantes con o sin materiales silíceos; en otras palabras, un mortero es el resultado de la combinación de arena, agua y algún cementante. Como resultado de dicha combinación se obtienen mezclas plásticas aglomerantes. En México es común denominar a los morteros de acuerdo a su proporcionamiento en volumen cemento:cal:arena.

Los materiales cementantes pueden ser cal (hidratada e hidráulica) y cemento (puzolánico, natural, portland tipo I, II y III). Es importante mencionar que los cementos pueden modificar las características del mortero, sobre todo la resistencia. El cemento portland tiene buena resistencia a la compresión, pero muy baja plasticidad. La cal hidráulica y los cementos naturales y puzolánicos tienen muy baja resistencia. Los cementos puzolánicos y naturales presentan, además, una amplia variación de sus características y, por tanto, son muy impredecibles cuando se utilizan en trabajos de mampostería que requieren resistencia.

Los materiales silíceos (agregados) incluyen arena, piedra triturada, pizarra quemada, escoria, minerales y varios tipos de polvo de piedra. Los agregados pueden presentar marcados efectos en la estabilidad del volumen del mortero. Las sustancias como arcilla, pizarra o cualquier otra que tengan gran diferencia entre sus coeficientes de expansión y el de la pasta de cemento son inconvenientes. De igual manera, cualquier agregado que tenga una gran diferencia en el grado de expansión entre las partículas del agregado.

El agua para mortero debe ser limpia y libre de ácidos nocivos, álcalis y materias orgánicas, incluyendo desechos industriales de descarga.

Usualmente la arena es de sílice, blanca y pura.

<sup>2.15</sup> Quedan excluidos de esta Norma los cementos de fraguado rápido.

<sup>2.16</sup> El agua debe almacenarse en depósitos limpios y cubiertos.

Si se desea, puede agregarse color al mortero, adicionando compuestos de pigmentos inorgánicos, siempre y cuando no excedan del 10% del peso del cemento.

Se pueden agregar aditivos para obtener características especiales, así como diversos plastificadores, emulsiones y endurecedores. Los aditivos pulverizados sirven como dilatadores y plastificadores en el mortero. Los aditivos de resina o polímeros dan al mortero adherencia, compresibilidad y resistencia a la tensión.

### **2.2.2 PROPIEDADES MECÁNICAS**

Las principales propiedades de los morteros que influyen en el comportamiento estructural de los elementos de mampostería son:

- módulo de elasticidad
- resistencia a la compresión
- resistencia a la tensión (adherencia con la piedra)

además de otras propiedades como:

- su trabajabilidad
- rapidez de fraguado
- impermeabilidad
- retención de agua (capacidad para evitar que la pieza absorba el agua necesaria para el fraguado del mortero)

#### **2.2.2.1 Módulo de Elasticidad y Resistencia a la Compresión**

El módulo de elasticidad y la resistencia a la compresión son propiedades que se involucran en la deformabilidad y resistencia de la mampostería bajo cargas verticales. Aunque la resistencia a la compresión del mortero no tiene una influencia preponderante en el comportamiento estructural de la mampostería es este índice de resistencia el que por lo regular es aceptado para determinar el control de calidad del mortero, obtenida según la NMX-C-061 mediante el ensaye de muestras cúbicas de 5 cm de lado; esto es debido a la facilidad de realizar esta prueba de laboratorio y en el hecho de que muchas otras propiedades, al menos en forma indirecta, pueden relacionarse con la resistencia a compresión, tal es el caso de: su adherencia, su módulo de elasticidad y su resistencia a la tensión.

Para cuestiones de diseño, de acuerdo a las NTC para Mampostería, se empleará un valor de la resistencia,  $f_j^*$ , alcanzado por lo menos por el 98% de las muestras ensayadas. La resistencia de diseño se calculará a partir de, por lo menos, el ensaye de tres muestras de



mortero, cada una de al menos tres probetas cúbicas; es decir, un total de nueve probetas que se ensayarán siguiendo la norma NMX-C-061<sup>2.17</sup>.

La resistencia de diseño estará dada por la *ecuación 2.11*:

**Ecuación 2.11**<sup>2.18</sup>

$$f_j^* = \frac{\overline{f_j}}{1 + 2.5 c_j}$$

*En donde:*

$\overline{f_j}$  = media de la resistencia a compresión de cubos de mortero.

$c_j$  = coeficiente de variación de la resistencia a compresión del mortero que en ningún caso se tomará < a 0.2.

### 2.2.2.2 Resistencia a la Tensión

La resistencia a la tensión es una propiedad que se involucra directamente a la resistencia de elementos de mampostería bajo compresión diagonal.

### 2.2.2.3 Adherencia

La adherencia que exista entre las piezas y el mortero define la resistencia por cortante del elemento de mampostería, sobre todo en aquellos en que las piezas son muy resistentes.

En cuestiones de adherencia entre el mortero y las piezas de mampostería, hay que destacar que ésta es de naturaleza mecánica. Al ponerse en contacto el mortero con la pieza de mampostería, ésta última succiona lechada que penetra por los poros capilares de la pieza, que al cristalizar forma la trabazón mecánica. Desde luego, este fenómeno se verá incrementado o disminuido de acuerdo al grado de la rugosidad superficial en la cara de contacto de la unidad, como por la presencia de cavidades o alvéolos en la misma cara. En la *figura 2.26* se muestra en forma esquemática el proceso descrito con anterioridad, en el cual podemos ver que la pieza inferior succiona más lechada logrando una mayor adherencia que la pieza superior; esto es debido a que la lechada, por naturaleza, tiende a escurrir facilitando una mayor absorción de la pieza inferior.

Para minimizar el efecto anterior e incrementar la adherencia se puede optar por alguno de los siguientes procedimientos:

- Proveer juntas de mortero gruesas, de manera que la succión de agua por la unidad de abajo no alcance a afectar la disponible para la de arriba. La consecuencia de este procedimiento es la reducción de la resistencia a la compresión de la mampostería.

<sup>2.17</sup> Diario Oficial de la Federación, Ind. de la construcción-cemento-determinación de la resistencia a compresión de cementos hidráulicos, 26 de julio de 2001.

<sup>2.18</sup> La resistencia a compresión del mortero será por lo menos de 40 kg/cm<sup>2</sup>.

- Reducir la succión en el momento del asentado de la pieza cuando esta succión es elevada. Esto implica humedecer la unidad, incorporando un factor más de variabilidad difícilmente controlable.
- Aumentar la consistencia del mortero (aumentando la cantidad de agua en el mismo) o aumentando su retentividad, por ejemplo, añadiendo cal en la dosificación del mortero. Sin embargo estas posibilidades tienen limitaciones.

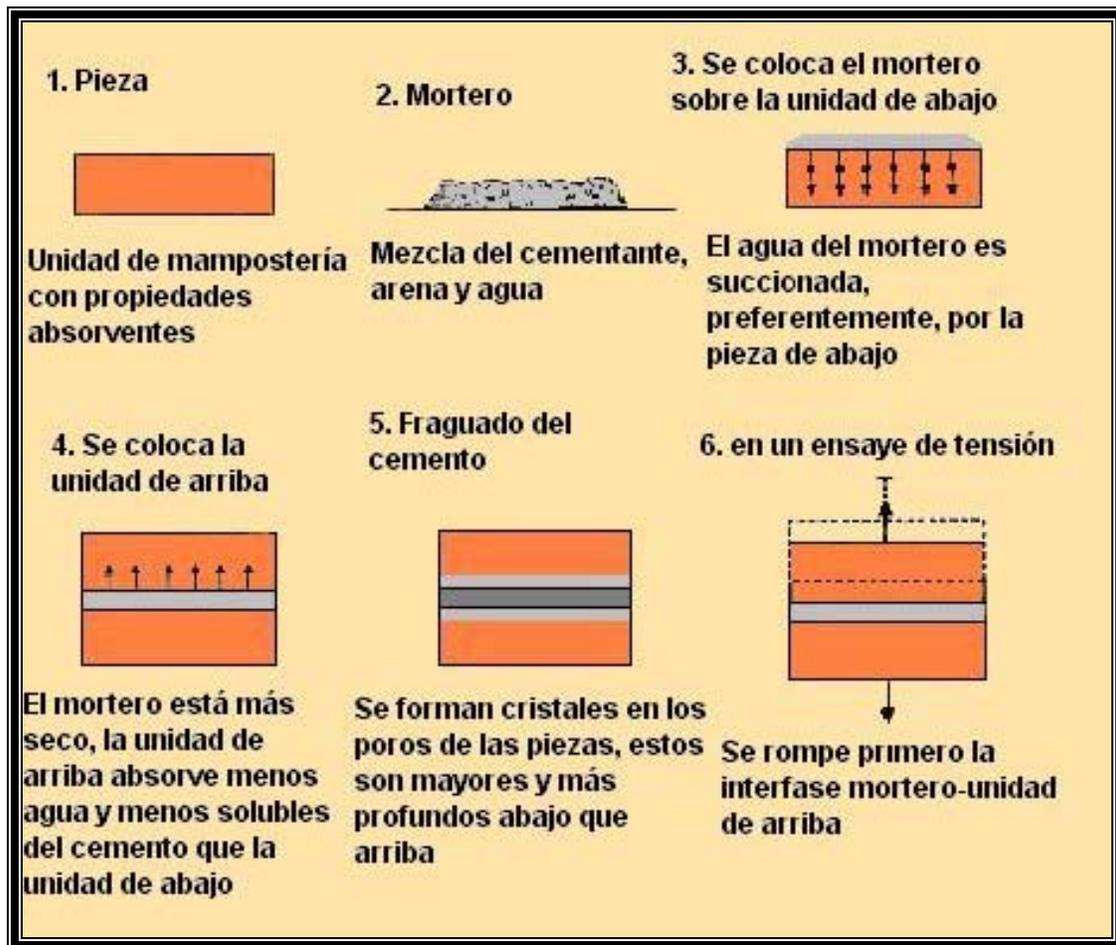


Figura 26 Mecánica de la adherencia entre piezas y mortero

En las figuras 2.27 y 2.28 se muestra de manera general, el efecto de diferentes parámetros en la adherencia medida en ensayos a tensión. Se observa que existe un rango de succión de la pieza al momento de la colocación del mortero que fluctúa entre los 10 y 40 gramos, en donde la adherencia es máxima. Por otra parte, los proporcionamientos elevados de cal y arena reducen la adherencia al reducirse la concentración de cementante, material que provee los cristales necesarios para la trabazón en la interface. Si se demora la colocación de la pieza se permite además de que el agua se evapore, que la pieza de abajo extraiga del mortero una mayor cantidad de agua disminuyendo la incrustación de cristales en la interface superior. Obviamente si se retira una pieza asentada se pierde totalmente su adherencia, si se bambolea la pieza al asentarla, se reduce esta propiedad y si se ejerce presión en la colocación o asentado de la pieza se mejora la adherencia.

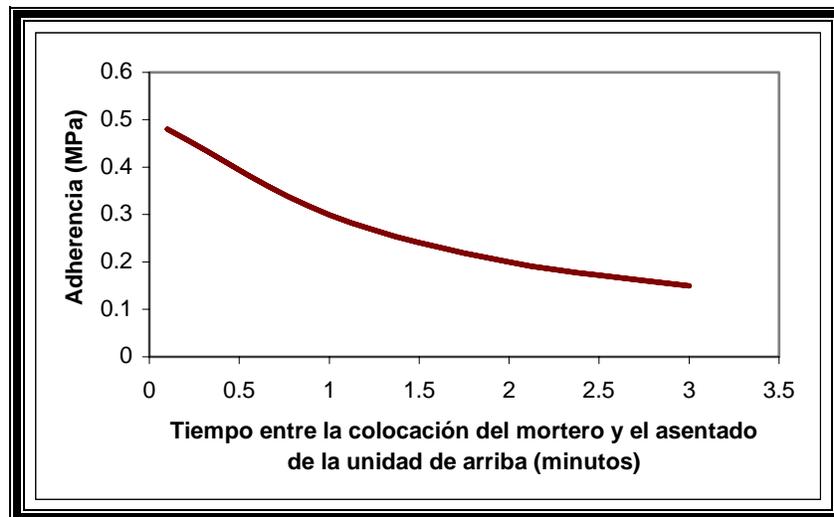


Figura 2.27 Variación de la adherencia con respecto de la demora de asentado de la pieza superior

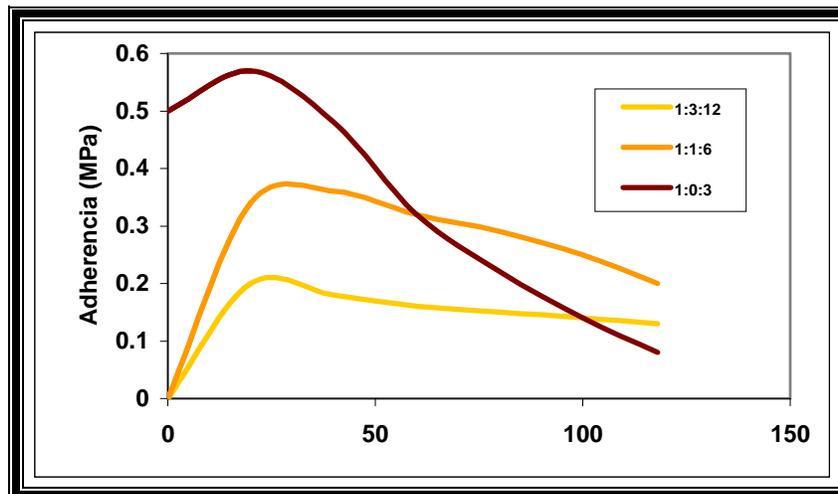


Figura 2.28 Efecto de la succión de las piezas en la adherencia para diferentes proporciones del mortero

#### *IV Trabajabilidad*

El mortero debe tener una manejabilidad adecuada considerando que la colocación de éste en capas uniformes sobre las que asienten bien las piezas evita las concentraciones de esfuerzos y excentricidades accidentales.

### **2.2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS MORTEROS DE ACUERDO A LOS CEMENTANTES UTILIZADOS PARA SU ELABORACIÓN**

Las propiedades mecánicas de los morteros dependerán del tipo de materiales para su elaboración, principalmente del tipo de cementante utilizado y, en gran medida, a la relación arena/cementante.

### **2.2.3.1 Morteros Simples**

En los morteros simples únicamente interviene el aglomerado disuelto en la cantidad de agua necesaria para dar una masa pastosa (trabajable); es decir, prescinde de la materia inerte (arena). Los más comunes son: el de tierra y el de yeso.

#### ***I. Morteros de Tierra***

Es el más elemental y económico de los morteros, pues su fabricación se hace únicamente con tierra y agua. La tierra suele ser semiarcillosa; es decir, la que se emplea en la fabricación de ladrillos ordinarios. Este mortero une bien a la mampostería, pero tiene el inconveniente que retiene demasiado la humedad. Se utiliza, principalmente, en construcciones rurales o de poca importancia. En el mortero de barro no puede decirse que existe fraguado, ya que el endurecimiento obedece sólo a la evaporación del agua.

#### ***II. Morteros de Yeso***

Este mortero tiene dos aplicaciones distintas: uno es como material característico en la construcción, que se emplea en todas partes y la otra como sustituto de otros morteros en lugares en donde abunda extraordinariamente el yeso.

Los morteros de yeso tienen resistencias muy bajas, fraguado muy rápido y sólo se usan en modalidades constructivas especiales. Al igual que el cemento Pórtland, la resistencia del mortero compuesto de yeso (yeso, arena y agua) crece a medida que transcurre el tiempo.

Existen tantos morteros de yeso como clases de yeso existen. El mortero de yeso blanco ordinario se usa para forjados, reboques y enlucidos o revestimientos de muros o trabajos hechos con mortero de yeso negro, que es un yeso inferior al blanco. El mortero de yeso tamizado se usa en recubrimientos de lujo.

El mortero de yeso puede hacerse seco o fluido; en el primer caso, cuando se ha agregado el agua necesaria para lograr una pasta lo más conveniente posible y, en el segundo caso, cuando se obtiene del amasado una pasta muy fluida, que se usa para repasar molduras y para todos aquellos trabajos que necesitan tiempo.

Este mortero no se emplea en exteriores ni al aire libre por su fácil disgregación con el agua. Además, este mortero ataca al hierro y se adhiere mal a la piedra.



### 2.2.3.2 Morteros Compuestos o Mixtos

En la realidad se utilizan morteros que contienen, por lo regular, dos materiales cementantes, estos se conocen como morteros mixtos, que generalmente son elaborados con cemento y cal ya que reúnen las ventajas de los dos materiales; es decir, se obtienen mezclas de buena resistencia y trabajabilidad. También se usan ampliamente los cementantes premezclados (cementos de albañilería) que contienen cemento, cal y aditivos plastificadores.

#### *I. Mortero a Base de Cal Hidráulica*

Como se mencionó, en la fabricación o elaboración de un mortero el cementante puede ser cal, cemento e incluso yeso. El uso de la cal como único cementante es descartado para uso en elementos con función estructural por las NTC para Mampostería, esto debido a que este tipo de morteros presenta las siguientes características:

- Son de baja resistencia a la compresión principalmente (de 1 a 10 kg/cm<sup>2</sup>).
- Mayor retentividad de agua por lo que se obtienen mezclas muy trabajables y un mayor intervalo plástico para su colocación; es decir, son de fraguado lento, lo cual es favorable ya que permite preparar una mezcla para toda una jornada de trabajo, sin embargo esto nos lleva a una gran desventaja, pues la resistencia de la mampostería se desarrolla, de igual manera, más lentamente.
- Menor número y tamaño de grietas debido a la reacción autógena de la cal, la cual al aparecer una fisura entre la pieza y el mortero, al absorber agua ésta reaccionará con los hidróxidos de calcio y magnesio del mortero formando piedra caliza, la cual llenará las fisuras al mismo tiempo que aumenta la adherencia mortero-pieza.
- Mayor adherencia entre la pieza y el mortero al facilitarse la penetración de las partículas de cal a los poros de la pieza.
- Mayor deformabilidad.
- La pasta de cal tiene un alto grado de contracción, pero cuando la cal tiene un alto contenido de magnesio se expande excesivamente, y el mortero que la contiene puede reventar la mampostería.

#### *II. Morteros a Base de Cemento*

Los morteros a base de cemento tienen resistencias a la comprensión mucho más altas que los de cal (entre 40 y 200 kg/cm<sup>2</sup>). El módulo de elasticidad varía entre 10,000 y 50,000 kg/cm<sup>2</sup> y el peso volumétrico es de aproximadamente 2.1 ton/m<sup>3</sup>. A diferencia de los morteros con base a cal, estos morteros son de fraguado rápido; una mezcla puede usarse como máximo 40 a 60 minutos después de haber sido elaborada. Lo anterior nos lleva a morteros menos trabajables que los de cal y su retención de agua es menor.

### **2.2.3.3 Morteros Especiales**

#### ***I. Morteros Resistentes a Agentes Químicos***

Existen varios tipos de morteros resistentes a agentes químicos, para instalaciones industriales y otro tipo especial.

El cemento portland resistente a agua tiene resistencia al ácido láctico, al petróleo, la aceite vegetal, a melazas, etc..

Los morteros con cementos de silicato de sodio son resistentes a ácidos calientes y fríos (excepto el fluorhídrico) y a temperaturas hasta de 982.2°C.

Los morteros con cementos a base de resinas sintéticas son impermeables a líquidos, resistentes a ácidos, detergentes, agua, vapor, grasas, aceites y álcalis débiles, y resistentes a temperaturas hasta de 149°C.

Los morteros con cementos a base de azufre son resistentes a todos los ácidos hasta 200°C, pero no a los álcalis débiles y los aceites.

Los morteros bituminosos son resistentes a los ácidos y a ciertos álcalis a menos de 55.5°C, pero no a los aceites, grasas, vaselinas y a algunos solventes orgánicos.

#### ***II. Morteros Refractarios***

Los morteros refractarios tienen una base de arcilla refractaria a la que se puede agregar sílice, cromo (mineral de cromo-hierro), carburo de silicio y alúmina, para obtener composiciones especiales. El campo de los morteros refractarios es altamente especializado y cada caso se debe consultar a los fabricantes de estos morteros.

Los tipos principales son: fraguado en caliente, fraguado al aire y refractario plástico. Los morteros refractarios se utilizan para construir muros monolíticos.

Los morteros refractarios se usan, principalmente, para recubrimientos de ladrillo en lugares sometidos a altas temperaturas, como incineradores y chimeneas de plantas de energía. En caso de muy altas temperaturas, se debe determinar la temperatura mayor que habrá y se debe consultar a los fabricantes tanto del ladrillo como del mortero a fin de que se especifique el mortero correcto.

### **2.2.4 PROPORCIONAMIENTO**

Para fines estructurales, la relación volumétrica entre la arena y la suma de cementantes recomendable debe estar entre 2.25 y 3 (el volumen de arena se medirá en estado suelto), ya que se obtienen así mezclas de buena resistencia, adherencia con la piedra y baja contracción. “La variabilidad en la resistencia que se obtiene para un proporcionamiento



dado es considerable, debido a que la dosificación se hace por volumen y sin controlar la cantidad de agua. El coeficiente de variación se encuentra entre 20 y 30%.

Las NTC para Mampostería recomiendan que la cantidad de agua empleada sea mínima, a manera que se obtenga un mortero fácilmente trabajable.

Para cuestiones de mezclado de mortero, las NTC mencionan las siguientes recomendaciones:

- La consistencia del mortero se ajustará tratando de que alcance la mínima fluidez compatible con una fácil colocación. Los materiales se mezclarán en un recipiente no absorbente, prefiriéndose, siempre que sea posible un mezclado mecánico. El tiempo de mezclado una vez que el agua se agrega, no debe ser menor de 3 minutos.
- Remezclado. Si el mortero empieza a endurecerse, podrá remezclarse hasta que vuelva a tomar la consistencia deseada agregándole agua si es necesario. Los morteros a base de cemento normal deberán usarse dentro de un lapso de 2.5 horas a partir del mezclado inicial.

En el caso de que el mortero incluya cemento de albañilería, la cantidad máxima de éste será la indicada en la tabla 4, siempre y cuando se use en combinación con cemento.

En la *tabla 2.50* se muestran algunos proporcionamientos recomendados para su empleo en elementos estructurales

**Tabla 2.50** Proporcionamientos recomendados para mortero en elementos estructurales y resistencias mín. que deben obtenerse

Tipo de mortero	Partes de cemento	Partes de cemento de albañilería	Partes de cal	Partes de arena <sup>2.19</sup>	Valor típico de la resistencia nominal en compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
I	1 1	0 0 a ½	0 a ¼ 0	No menos de 2.25 ni más de 3 veces la suma de cementantes en volumen	125
II	1 1	0 ½ a 1	¼ a ½ 0		75
III	1	0	½ a ¼		40

### 2.2.5 RECOMENDACIONES PARA EL USO DEL MORTERO

- Mortero tipo I. En muros bajo nivel de piso, cimentaciones, etc.
- Mortero tipo II (o I). En muros de carga al exterior para edificaciones de dos niveles o más.
- Mortero tipo III. En muros interiores, en el exterior sólo si se recubren con pintura o algún aplanado. En muros interiores de relleno con intersección o cambio de dirección perpendicular no mayor de 12 veces el espesor del muro.

<sup>2.19</sup> El volumen de arena se medirá en estado suelto.

El mortero debe estar en estado fresco, debiendo rechazarse después de tres horas de elaborado.

### ***2.2.6 INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LOS MORTEROS***

Dentro de la construcción, donde más influye la temperatura es en los morteros. En verano, durante el calor fuerte, se hace necesario preparar los morteros con más agua y mojar más los ladrillos o mampuestos.

En invierno, las heladas atacan a los morteros de distinta forma; al de cal lo anulan prácticamente y debe prescindirse de trabajar con él; en cambio, el de cemento, si bien el fraguado queda detenido con la helada, al terminar ésta continúa el fraguado.

Algunos procedimientos a tener en cuenta en caso de helar y poderse parar la construcción (caso de ser posible debe pararse) son: deben mojarse poco los ladrillos o mampuestos, preparar el mortero con menos agua, y sobre todo no usar mortero de cal sino de cemento y, en interiores, de yeso. Con ello se puede dar cierta seguridad a la construcción en tiempo de heladas.

## **2.3 CONCRETO**

### ***2.3.1 DEFINICIÓN Y MATERIALES COMPONENTES***

El concreto es una mezcla de arena, gravas, piedra triturada u otro agregado que se mantiene unida por una pasta endurecida de cemento y agua. Esta mezcla, cuando se dosifica correctamente, primero es una masa plástica que puede vaciarse o moldearse a tamaño y forma predeterminados.

Al ocurrir la hidratación del cemento por el agua, el concreto se convierte en un material de la naturaleza de la piedra, que tiene resistencia, dureza y durabilidad. Se diferencia de otras mezclas de cemento, agua y agregado con base en el tamaño de éste último. Cuando se mezcla el cemento y el agua con un agregado fino de menos de  $\frac{1}{4}$  de pulgada (6.35 mm) de diámetro, se obtiene una pasta que se conoce como mortero (*sección 2.2*). Cuando se agrega al cemento y agua un agregado mayor de  $\frac{1}{4}$  de pulgada de diámetro y agregado fino, se obtiene lo que se conoce como concreto.

Las características del concreto pueden variar en una amplia gama, dependiendo de las características de los ingredientes y de las proporciones de la mezcla. Las técnicas usadas para mezclar, colocar, acabar y curar pueden afectar, también, la calidad del concreto.

El concreto clase 1 (*sección 2.3.2*) debe fabricarse con agregados gruesos cuyo peso específico sea superior a 2600 kg/m<sup>3</sup> (caliza, basalto, etc.). El concreto clase 2 (*sección*



2.3.2), con agregados gruesos cuyo peso específico sea superior a 2300 kg/m<sup>3</sup> (como andesita). Para ambos puede emplearse arena andesítica u otra de mejores características.

El agua de mezclado debe ser limpia (de las características del agua para mortero de la sección 2.2.1. Si contiene sustancias en solución o en suspensión que la enturbien o le produzcan olor o sabor fuera de lo común, no debe emplearse.

Pueden usarse aditivos a solicitud expresa del usuario o a propuesta del productor, en ambos casos con la autorización del Corresponsable en Seguridad Estructural, o del Director Responsable de Obra.

Los aditivos más comunes empleados en la actualidad pueden clasificarse como:

- **Inclusores de aire:** al agregarse a la mezcla de concreto incrementa su contenido de aire, lo que provoca el aumento en la trabajabilidad y resistencia al congelamiento, aunque también provoca la reducción en el sangrado y segregación.
- **Retardantes del fraguado:** producen un aumento en la fluidez de la mezcla y/o permiten reducir el agua requerida para obtener una mezcla de consistencia determinada, lo que resulta en un aumento de trabajabilidad, mientras se mantiene el mismo revenimiento. También pueden provocar aumentos en la resistencia al congelamiento y a los sulfatos, además de aumentar su adherencia.
- **Retardantes del fraguado:** retardan el tiempo de fraguado inicial en las mezclas y afectan su resistencia a edades tempranas. Pueden disminuir la resistencia inicial. Su uso es recomendable en lugares cálidos, grandes volúmenes o tiempos largos de transportación.
- **Acelerantes de la resistencia:** producen un adelanto en el tiempo de fraguado inicial mediante la aceleración de la resistencia a edades tempranas, aunque puede disminuir la resistencia final. Su uso es recomendable a bajas temperaturas para adelantar descimbrados.
- **Estabilizadores de volumen:** producen una expansión controlada que compensa la contracción de la mezcla durante y después del fraguado. Su uso es recomendable en bases de apoyo de maquinaria, rellenos y resanes.
- **Endurecedores:** Aumentan la resistencia al desgaste originados por efectos de impacto y vibraciones. Reducen la formación de polvo.

Existen otros aditivos como los impermeabilizantes, las membranas de curado y los adhesivos.

### **2.3.2 TIPOS DE CONCRETOS**

El concreto de resistencia normal empleado para fines estructurales puede ser de dos clases:

- Clase 1: con peso volumétrico en estado fresco superior a 2200 kg/m<sup>3</sup>
- Clase 2: con peso volumétrico en estado fresco comprendido entre 1900 y 2200 kg/m<sup>3</sup>.

Para las obras clasificadas como del grupo A o B1 (*sección 3.2.7.2*) debe usarse concreto de clase 1.

### **2.3.3 PROPIEDADES MECÁNICAS**

#### **2.3.3.1 Relación Agua-Cemento**

La resistencia de un concreto, de una edad determinada y que haya sido curado, depende fundamentalmente de dos factores:

- La relación agua-cemento.
- El grado de compactación.

La relación agua cemento determina la porosidad de la pasta de cemento endurecida en cualquiera de sus etapas de hidratación. De esta manera, dicha relación junto con el grado de compactación, afecta el volumen de cavidades del concreto.

A menor relación agua/cemento, mayor resistencia del concreto.

Las proporciones del concreto deben seleccionarse para lograr el uso de los materiales disponibles para la producción de concreto, con la manejabilidad, durabilidad y resistencias requeridas. Para la relación de estas proporciones es necesario obtener datos como la granulometría, densidad, peso volumétrico y absorción de los agregados, así como saber si el cemento es inclusor de aire o no.

Para producir un concreto es necesario que el proporcionamiento:

- Sea de la consistencia más seca posible, a modo de que permita colocarlo eficientemente hasta obtener una masa homogénea.
- Contenga el tamaño máximo de agregado permisible a fin de lograr una mezcla económica y pueda tener una colocación satisfactoria.
- Tenga la durabilidad adecuada para resistir el intemperismo y/o agentes destructores.
- Tenga la resistencia requerida para soportar las cargas a que este sujeto.

#### **2.3.3.2 Revenimiento**

La prueba de revenimiento es útil para verificar la uniformidad de una mezcla, más no mide la trabajabilidad de ésta. En otras palabras, la prueba de revenimiento indicará cualquier variación del contenido de agua (consecuentemente la relación agua/cemento), si la granulometría del agregado ha cambiado o si los pesos del cemento o agregado son correctos.

En México se realiza con un cono truncado de 300 mm de altura y diámetros inferior y superior de 200 y 100 mm respectivamente. Este molde se coloca sobre una superficie lisa



con la abertura de 100 mm (más pequeña) hacia arriba. El molde se llena con tres capas de concreto y cada capa se apisona 25 veces con una varilla de acero de 16 mm de diámetro y de punta redondeada, en forma de espiral de el centro hacia afuera. Una vez llenado el molde, se levanta despacio y de manera uniforme, de ésta manera el concreto se reviene.

La disminución del concreto revenido se llama revenimiento y se mide, con el molde volteado, desde la parte alta de éste hasta la superficie más cercana de la mezcla.

Existen tres tipos de revenimiento (*fig. 2.29*):

- 1. Revenimiento verdadero:** cuando el concreto simplemente se asienta conservando su forma original.
- 2. Revenimiento de corte:** cuando la mitad de la parte superior del cono de concreto se desprende y se desliza lateralmente en un plano inclinado.
- 3. Revenimiento de colapso:** cuando el concreto se asienta inmediatamente.

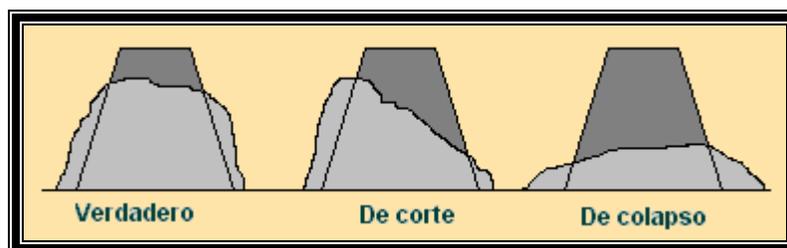


Figura 2.29 Tipos de revenimiento

La *tabla 2.51* indica el grado de trabajabilidad del concreto de acuerdo al revenimiento:

Tabla 2.51 Trabajabilidad del concreto

Grado de trabajabilidad	Muy bajo	Bajo	Mediano	Alto
Revenimiento	0 – 25 mm	25 – 50 mm	50 – 100 mm	100 – 180 mm
Tolerancias	+/- 15 mm		+/- 25 mm	+/- 35 mm

La *tabla 2.52* indica algunas recomendaciones de revenimientos para varios tipos de construcciones de concreto.

Tabla 2.52 Uso del concreto de acuerdo al su revenimiento

Revenimiento				Usos Principales
Máximo		Mínimo		
mm	pulg	mm	pulg	
127	5	50.8	2	Zapatas y muros de cimentación reforzados
101.6	4	25.4	1	Zapatas simples y muros no reforzados
152.4	6	76.2	3	Losas, vigas, muros y columnas reforzados
76.2	3	50.8	2	Pavimento
76.2	3	25.4	1	Concreto masivo

### 2.3.3.3 Resistencia a Compresión del Concreto

La resistencia a compresión del concreto se determina del ensaye de, por lo menos, tres probetas cilíndricas elaboradas, curadas y probadas.

Comúnmente, se emplea una relación longitud/diámetro de 2 en las probetas que se probarán a compresión. Los extremos de la probeta en los que se aplica la carga deben ser planos y perpendiculares al eje de la probeta por lo que es necesario realizar el “cabeceo” de las probetas con, generalmente, azufre para no causar concentraciones de esfuerzos y no provocar una flexión producida por una posible excentricidad de la carga aplicada (*fig 2.30*).

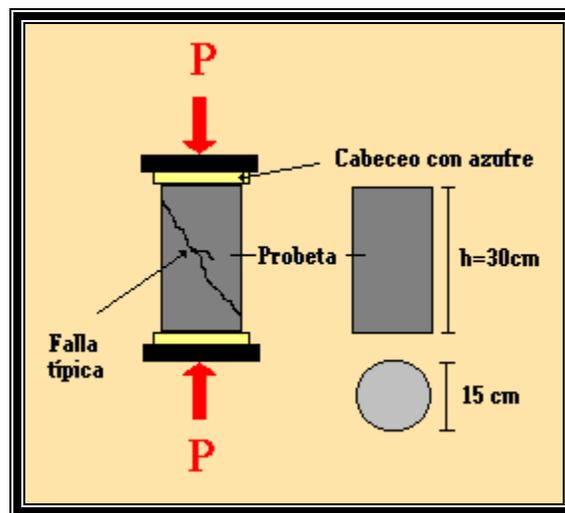


Figura 2.30 Prueba a compresión del concreto

De este tipo de pruebas se logra obtener la resistencia a compresión del concreto ( $f'c$ ) de la siguiente manera (*ecuación 2.12*).

Ecuación 2.12

$$f'c = \frac{4P}{\pi d^2}$$

En donde:

$f'c$  = resistencia a compresión del concreto

$P$  = carga máxima aplicada

$d$  = diámetro de la probeta

La *tabla 2.53* muestra algunas recomendaciones para el uso del concreto de acuerdo a su resistencia a la compresión, así como el proporcionamiento de materiales para su fabricación:



Tabla 2.53 Uso del concreto de acuerdo a su resistencia a compresión

USO	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> ) $f'_c$	Arena (botes) <sup>2.20</sup>	Cemento (bulto) <sup>2.21</sup>	Grava (botes)	Agua (botes)	Volumen de concreto
Pisos	100	6	1	8	2	10 ½
Dalas, cadenas, castillos trabes	150	5 ¼	1	7 ½	1 ¾	9 ½
Zapatatas y losas	200	4 ¼	1	6	1 ½	8
Columnas	250	3 ¾	1	5 ½	1 ¼	7 ½

Los concretos clase 1 deben de tener una resistencia ( $f'_c$ ), igual o mayor que 250 kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia de los concretos clase 2 debe estar entre 200 kg/cm<sup>2</sup> y 250 kg/cm<sup>2</sup>.

Todo concreto estructural debe mezclarse por medios mecánicos. El de clase 1 debe proporcionarse por peso; el de clase 2 puede proporcionarse por volumen.

Para diseñar se debe usar el valor nominal ( $f_c^*$ ), determinado con la ecuación 2.13:

Ecuación 2.13

$$f_c^* = 0.8f'_c$$

En donde:

$f_c^*$  = resistencia nominal del concreto a compresión

$f'_c$  = resistencia a compresión del concreto

## I. Ley de Abrams

Dyff A. Abrams Lewis explica la resistencia a compresión del concreto por medio de una fórmula que compara el volumen de agua de hidratación con el volumen de cemento empleado. La Ley de Abrams puede mencionarse así: “Para mezclas plásticas y usando agregados gruesos y finos, la resistencia y otras cualidades del concreto dependen de la cantidad de agua por saco de cemento usado”.

Analíticamente la ley de Abrams para los cementos comunes tipo I se expresa en la ecuación 2.14:

Ecuación 2.14

$$f'_c = \frac{987}{27^r}$$

En donde:

$f'_c$  = resistencia a la compresión del concreto a los 28 días.

$r$  = relación agua/cemento en peso.

<sup>2.20</sup> Los botes son de 19lt = 19dm<sup>3</sup> = 0.019m<sup>3</sup>.

<sup>2.21</sup> Los bultos de cemento son de 50 kg.

### 2.3.3.4 Resistencia a la Tensión del Concreto

No es fácil determinar la resistencia a tensión del concreto por ser un material frágil. Para ensayar probetas prismáticas de concreto se pegan placas rígidas a los extremos usando cemento epóxico y aplicando la carga de tensión. Como el cemento epóxico es más fuerte que el concreto, la falla entonces ocurre en la probeta de concreto.

El ensaye común para determinar la resistencia a tensión utiliza un cilindro normal de 15 x 30 cm, en el cual se aplica una carga de compresión a lo largo de dos líneas axiales, con una separación de 180° (fig. 2.31). La resistencia se calcula con la *ecuación 2.15*:

Ecuación 2.15

$$f_t = \frac{2P}{\pi ld}$$

En donde:

$f_t$  = resistencia a la tensión del concreto

$P$  = carga máxima aplicada

$l$  = longitud de la probeta

$d$  = diámetro de la probeta

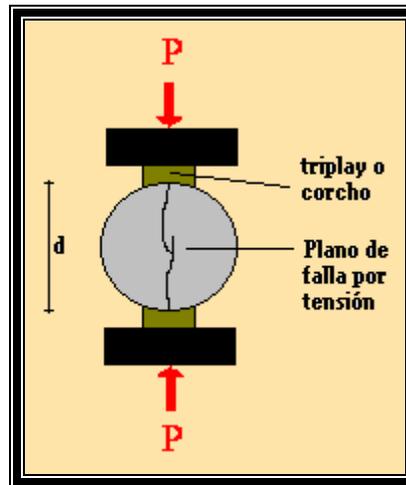


Figura 2.31 Prueba a tensión del concreto

Se considera como resistencia media a tensión ( $\overline{f_t}$ ) de un concreto el promedio de los esfuerzos resistentes obtenidos a partir de no menos de cinco ensayos en cilindros.

A falta de información experimental,  $\overline{f_t}$  se puede estimar con las siguientes ecuaciones (ec. 2.16):

**Ecuaciones 2.16**

$\bar{f}_t =$	
concreto clase 1 concreto clase 2	$1.5 \sqrt{f_c'}$ , en kg/cm <sup>2</sup> $1.2 \sqrt{f_c'}$ , en kg/cm <sup>2</sup>
La resistencia media a tensión por flexión o módulo de rotura ( $\bar{f}_t$ ) se puede suponer igual a:	
concreto clase 1 concreto clase 2	$2 \sqrt{f_c'}$ , en kg/cm <sup>2</sup> $1.4 \sqrt{f_c'}$ , en kg/cm <sup>2</sup>
Para diseñar se usará un valor nominal, $f_t^*$ , igual a $0.75 \bar{f}_t$ . También puede tomarse:	
concreto clase 1 concreto clase 2	$1.3 \sqrt{f_c^*}$ , en kg/cm <sup>2</sup> $1.0 \sqrt{f_c^*}$ , en kg/cm <sup>2</sup>
y el módulo de rotura, $f_t^*$ , se puede tomar igual a	
concreto clase 1 concreto clase 2	$1.7 \sqrt{f_c^*}$ , en kg/cm <sup>2</sup> $1.2 \sqrt{f_c^*}$ , en kg/cm <sup>2</sup>
<p><i>En donde:</i>  <math>\bar{f}_t</math> = resistencia del concreto a tensión  <math>f_c'</math> = resistencia a compresión del concreto  <math>f_t^*</math> = resistencia nominal del concreto a tensión  <math>f_c^*</math> = resistencia nominal del concreto a compresión</p> <p><i>En las expresiones que no sean homogéneas los esfuerzos, deben estar en kg/cm<sup>2</sup>; los resultados se obtienen en estas unidades.</i></p>	

**2.3.3.5 Módulo de Elasticidad del Concreto**

El módulo de elasticidad ( $E_c$ ) se supone igual a (ecuaciones 2.17):

**Ecuaciones 2.17**

Concreto clase 1	$E_c = 14\,000 \sqrt{f_c'}$ , en kg/cm <sup>2</sup>
Concreto clase 2	$E_c = 8\,000 \sqrt{f_c'}$ , en kg/cm <sup>2</sup>
<p><i>En donde:</i>  <math>E_c</math> = módulo de elasticidad del concreto  <math>f_c'</math> = resistencia del concreto a compresión</p>	

Pueden usarse otros valores de  $E_c$  que estén suficientemente respaldados por resultados de laboratorio. En problemas de revisión estructural de construcciones existentes, puede aplicarse el módulo de elasticidad determinado en corazones de concreto extraídos de la estructura, que formen una muestra representativa de ella.

## 2.4 MORTEROS Y CONCRETOS DE RELLENO.

Las NTC para Mampostería señalan que los morteros y concretos de relleno utilizados en elementos estructurales de mampostería cuya finalidad es la de rellenar celdas de piezas huecas deberán cumplir con las siguientes características:

- a) Deberán tener una resistencia a compresión de por lo menos  $125 \text{ kg/cm}^2$ .
- b) El tamaño máximo del agregado no deberá ser mayor en ningún caso a 1 cm.
- c) La cantidad de agua utilizada será la mínima a modo que permita que la mezcla sea lo suficientemente fluida para rellenar las celdas y, en el caso de que se cuente con refuerzo interior, cubrir completamente las barras de refuerzo vertical
- a) Se aceptará el uso de aditivos que mejoren la trabajabilidad.
- b) Para lograr la integración de las piezas de mampostería con el acero de refuerzo los huecos de las piezas se rellenan con concreto. Este último deberá tener a suficiente fluidez para poder ser vaciado, para lo cual se recomienda un revenimiento de 20 cm.
- c) El hecho de tener grandes revenimientos implica el uso de grandes contenidos de agua, sin llegar a la segregación de los materiales, por lo que la relación agua-cemento estará entre 0.8 y 1.2.
- d) El uso de grandes contenidos de agua no reducirá la resistencia del concreto, como podría pensarse, pues al colocar el concreto en los huecos de las piezas, éstas (al ser muy absorbentes) retirarán el exceso de agua, llegando a modificar la relación agua-cemento hasta 0.6. Por ello es importante que la relación agua-cemento sea de acuerdo a las propiedades de absorción de las piezas utilizadas y con las dimensiones de los espacios a rellenar.
- e) En la *tabla 2.54* se incluyen revenimientos nominales recomendados para morteros y concretos de relleno según la absorción de las piezas.

**Tabla 2.54 Revenimiento permisible para los morteros y concretos de relleno, en función de la absorción de la pieza<sup>2.22</sup>**

Absorción de la pieza, %	Revenimiento nominal, mm
8 a 10	150
10 a 15	175
15 a 20	200

En la *tabla 2.55* se muestran las relaciones volumétricas recomendadas entre los distintos componentes.

<sup>2.22</sup> Se aceptan los revenimientos con una tolerancia de  $\pm 25 \text{ mm}$ .

Tabla 2.55 Proporcionamientos, en volumen, recomendados para morteros y concretos de relleno en elementos estructurales<sup>2,23</sup>

Tipo	Partes de cemento hidráulico	Partes de cal hidratada	Partes de arena <sup>1</sup>	Partes de grava
Mortero	1	0 a 0.25	2.25 a 3	—
Concreto	1	0 a 0.1	2.25 a 3	1 a 2

Para los rellenos especificados, cuando éste cuenta con agregados se denomina concreto líquido. Cuando el relleno no cuenta con agregados pétreos se le denomina lechada de cemento.

Tanto el transporte como el vaciado del concreto debe ser tal que no permita la segregación de los materiales y, en el caso del vaciado, de no dejar aire atrapado en el hueco de la mampostería. Para el caso de concreto líquido, éste debe compactarse (por medio de vibrado), pues no siempre la presión hidrostática cumple con este requisito.

## 2.5 ACERO DE REFUERZO

De acuerdo a las NTC para mampostería, en su inciso 2.6, el refuerzo que se emplee en castillos, dalas, elementos colocados en el interior y/o en el exterior del muro, estará constituido por barras corrugadas, por malla de acero, por alambres corrugados laminados en frío, o por armaduras soldadas por resistencia eléctrica de alambre de acero para castillos y dalas, que cumplan con las Normas Mexicanas siguientes (*tabla 2.56*).

Tabla 2.56 NMX de acero para edificaciones de mampostería<sup>2,24</sup>

TÍTULO	NMX
Varillas corrugadas y lisas de acero, procedentes de lingote o palanquilla, para refuerzo de concreto.	NOM-B-6
Varillas corrugadas de acero, torcidas en frío, procedentes de lingote o palanquilla, para refuerzo de concreto.	NMX-B-294
Malla soldada de alambre liso de acero, para refuerzo de concreto.	NMX-B-290
Alambre corrugado de acero, laminado en frío para refuerzo de concreto.	NMX-B-072
Alambre liso de acero estirado en frío para refuerzo de concreto.	NMX-B-253
Armaduras soldadas de alambre de acero para castillos y dalas.	NMX-B-456

El empleo de barras lisas únicamente podrá hacerse en estribos, mallas electrosoldadas o conectores.

<sup>2,23</sup> El volumen de arena se medirá en estado suelto.

<sup>2,24</sup> Las características más importantes de dichas normas se muestran en el *Apéndice B*.

También, es muy frecuente que, por sus características y similitudes, se acepte el uso de las normas de la American Society for Tosting and Materials (ASTM), aunque siempre será necesario verificar que el acero que se utiliza en dichas normas cumpla con las recomendadas por las NTC para Mampostería.

### **2.5.1 GENERALIDADES DEL ACERO**

El acero es un material con propiedades mecánicas muy favorables para su utilización como elementos estructurales; por ejemplo, la resistencia a la fluencia (resistencia a la tensión como a la compresión) del acero es aproximadamente 15 veces la resistencia a compresión del concreto estructural y más de 100 veces su resistencia a la tensión.

Sin embargo, el acero, en términos económicos, es más costoso que el concreto. Es por ello que se ha optado por una combinación de dichos materiales, utilizando el concreto para resistir los esfuerzos de compresión y el acero los esfuerzos de tensión.

Aun cuando un elemento únicamente vaya a soportar cargas a compresión, es conveniente colocar refuerzo (en una cantidad mínima) de acero para prevención contra efectos de diminutos momentos flectores accidentales que puedan agrietar e incluso producir la falla de un elemento no reforzado.

Para lograr que el acero cumpla con su finalidad de refuerzo, es necesario que tanto éste como el concreto obtengan una deformación conjunta, para lo cual deberá haber una adherencia considerable para evitar los desplazamientos relativos entre ambos materiales. Esta adherencia puede lograrse gracias a las siguientes propiedades:

- Por la adhesión química desarrollada en la interface acero-concreto.
- Por la rugosidad natural de la superficie de las barras de refuerzo laminadas en caliente.
- Por las corrugaciones poco espaciadas que se forman en las barras de refuerzo con la finalidad de proveer un alto grado de entrelazamiento entre los dos materiales.

Otras características adicionales que logran que el concreto y el acero trabajen en conjunto de una manera satisfactoria son:

- Los coeficientes de expansión térmica entre los dos materiales,  $12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  ( $6.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{F}^{-1}$ ) en el caso del acero y de  $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  ( $5.5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{F}^{-1}$ ) para el concreto, al ser relativamente cercanos no producen agrietamientos producidos por las deformaciones diferenciales térmicas.
- La corrosión en el acero es muy alta, pero cuando éste es recubierto en su totalidad con el concreto, el problema de la corrosión queda prácticamente resuelto, el dar el concreto la suficiente protección al acero y evitar así costos de mantenimiento.
- De igual manera, el acero disminuye su resistencia al estar sometido a altas temperaturas (por ser un material de alta conductividad térmica); no así el concreto, cuya conductividad térmica es relativamente baja, de ello que la utilización de una moderada cantidad de recubrimiento de concreto proporcione el suficiente aislamiento térmico al refuerzo que contenga en su interior.



## 2.5.2 BARRAS DE REFUERZO

Las barras circulares (o varillas) son el tipo más común de acero de refuerzo, las cuales vienen disponibles en una gran variedad de diámetros, que van de 3/8 hasta 1 3/8 de pulgada las más comunes, y de 1 3/4 y 2 1/4 de pulgada para usos estructurales de mayor peso. Una de las características principales de estas barras es que vienen corrugadas, con la finalidad de aumentar la resistencia al deslizamiento entre el concreto y el acero; las corrugaciones deben cumplir con ciertos requisitos establecidos en las NMX-B-6 y las NMX-B-294 (*Apéndice B*). La *figura 2.32* muestra los diferentes tipos de varillas corrugadas.

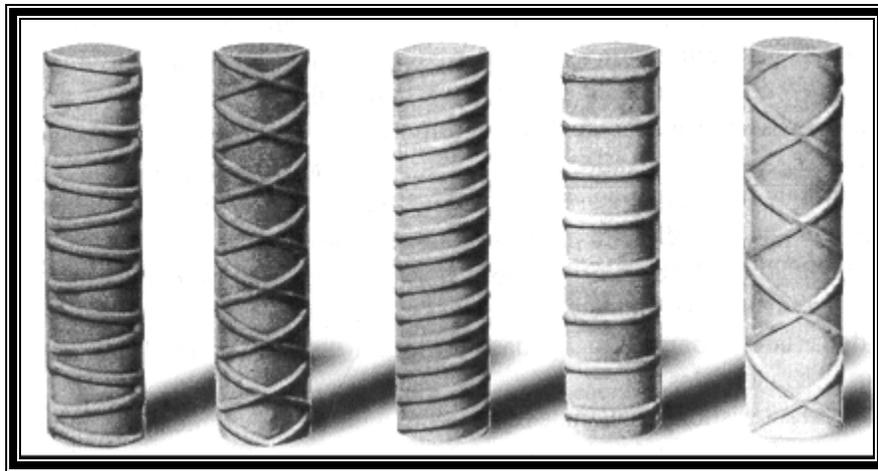


Figura 2.32 Diversos tipos de corrugación de varillas de refuerzo

Los tamaños de las barras se denominan mediante números que comúnmente van del 3 al 12, aunque hay tamaños especiales (como se mencionó anteriormente) que son del 14 y 18. El hecho de que la denominación se haga por número y no por diámetro, es debido a que las corrugaciones superficiales hacen muy difícil definir un único valor medido del diámetro. El número de la varilla va de acuerdo al número de diámetros de 1/8 de pulgada; es decir, que una varilla del #3 corresponde a un diámetro de 3/8 de pulgada.

Los diámetros de acero de refuerzo más usados en la construcción se muestran en la *tabla 2.57*.

Tabla 2.57 Características de barras de refuerzo comúnmente usadas para la construcción

Número de designación	Masa (c) nominal en (kg)	Dimensiones nominales (a)			Requisitos de corrugación		
		Diámetro (mm)	Área de sección transversal en mm <sup>2</sup>	Perímetro (mm)	Espaciamiento máximo, prom. (mm)	Altura mínima prom. (mm)	Dist. Máx. Entre extremos de corrugaciones transversales (mm)
2	0.248	6.4	32	20.0	4.5	0.2	2.5
2.5	0.384	7.9	49	24.8	5.6	0.3	3.1
3	0.560	9.5	71	29.8	6.7	0.4	3.7
4	0.994	12.7	127	39.9	8.9	0.5	5.0
5	1.552	15.2	198	50.0	11.1	0.7	6.3
6	2.235	19.0	285	60.0	13.3	1.0	7.5
7	3.042	22.2	388	69.7	15.5	1.1	8.7
8	3.973	25.4	507	79.8	17.8	1.3	10
9	5.033	28.6	642	89.8	20	1.4	11.2
10	6.225	31.8	794	99.9	22.3	1.6	12.5
11	7.503	34.9	957	109.8	24.4	1.7	13.7
12	8.938	38.1	1140	119.7	26.7	1.9	15.0

### 2.5.3 CURVAS ESFUERZO-DEFORMACIÓN UNITARIA y MÓDULO DE ELASTICIDAD

Las pruebas de laboratorio que se realizan en el acero de refuerzo son las de tensión y compresión. Regularmente, la prueba de compresión no se realiza debido a la esbeltez de la probeta, lo cual dificulta la realización de esta prueba. La prueba de tensión se lleva a cabo mediante el ensaye de una probeta de 25cm de longitud, la cual se somete a una carga de tensión hasta la ruptura de la varilla (el diámetro puede ser cualquiera de los conocidos).

De esta prueba se obtiene la gráfica de esfuerzo-deformación unitaria, en dónde podemos encontrar los elementos del acero que necesitamos conocer.

Por lo regular, los diferentes tipos de acero se caracterizan por su límite de fluencia o esfuerzo de fluencia. Este límite lo podemos apreciar en la *figura 2.33*, en la cual se muestran las curvas de esfuerzo - deformación de barras de acero laminadas en caliente. Las curvas de esfuerzo - deformación de el acero laminado en frío podemos observarlas en la *figura 2.34*; en este caso, el acero no tiene un límite de fluencia bien definido, es por ello que el esfuerzo de fluencia suele definirse trazando una paralela a la parte recta de la curva esfuerzo-deformación desde un valor de la deformación unitaria de 0.002; la intersección de esta paralela con la curva define el límite de fluencia.

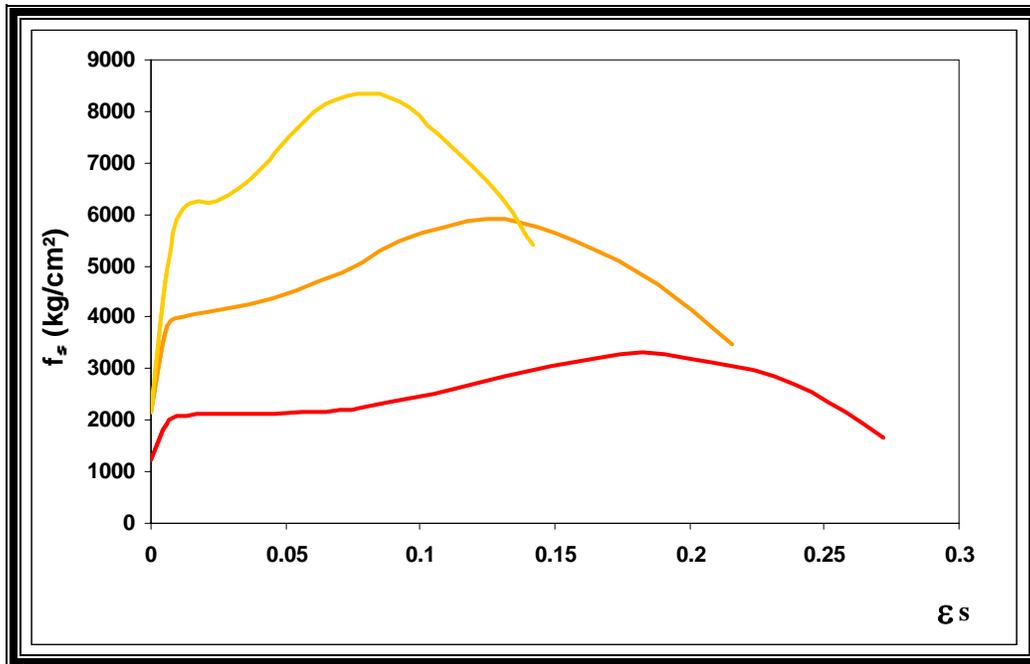


Figura 2.33 Curvas de esfuerzo deformación de acero laminado en caliente

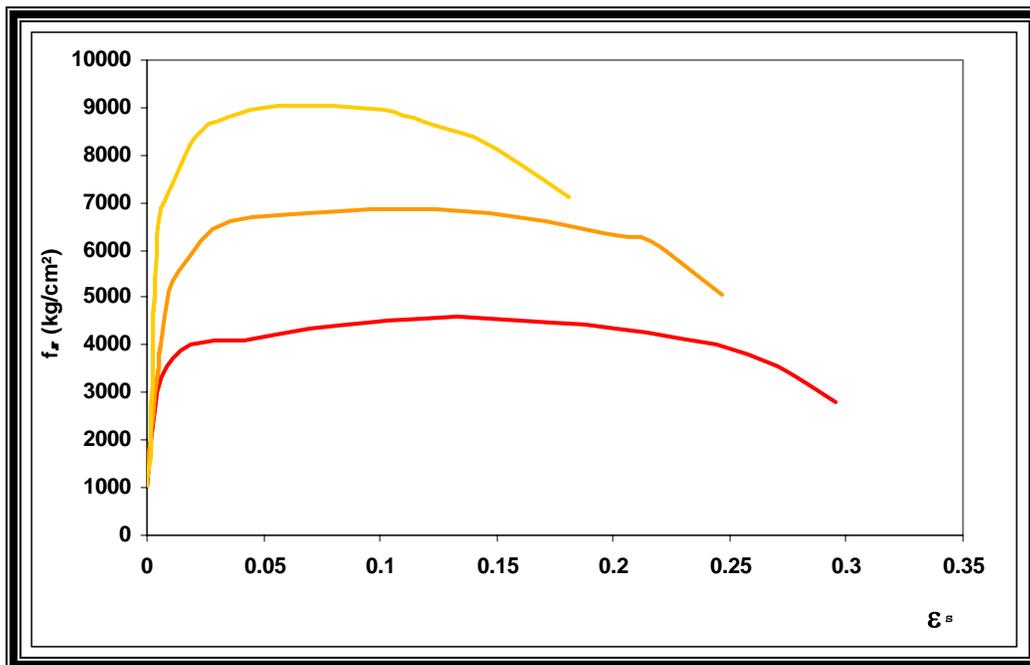


Figura 2.34 Curvas de esfuerzo deformación de acero trabajado en frío

Las características mecánicas más importantes las barras de acero de refuerzo son:

- Su punto de fluencia (generalmente igual en tensión que en compresión)

- Su módulo de elasticidad (prácticamente el mismo para todos los aceros de refuerzo, a excepción de los de preesfuerzo) y se toma como  $E_s=2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ .

## 2.5.4 GRADOS Y RESISTENCIAS

En México, actualmente, se cuenta con una variedad relativamente grande de aceros de refuerzo. La mayoría son barras utilizadas en la construcción para refuerzo estructural, las cuales tienen un esfuerzo de fluencia de  $4200 \text{ kg/cm}^2$  (grado 42), a diferencia de las barras con esfuerzo de fluencia de  $2800 \text{ kg/cm}^2$  (grado 30) que era utilizada hace 25 años y que ahora es poco común su uso; estos límites de fluencia son los alcanzados por aceros laminados en caliente. Sin embargo, las barras de acero laminado en frío pueden alcanzar un esfuerzo de fluencia de  $5200 \text{ kg/cm}^2$  a  $6000 \text{ kg/cm}^2$  (grado 52 y 60), las cuales se usan principalmente en el refuerzo de columnas. El uso de materiales, en este caso acero, de alta resistencia permite evitar la congestión o el uso excesivo de acero en un elemento estructural, así como el uso de estas resulta ser más económico.

En la *tabla 2.58* se presentan todos los aceros de refuerzo actualmente disponibles, su grado o denominación.

Tabla 2.58 Grados de varillas de refuerzo disponibles en el mercado

Propiedad mecánica	GRADO 30	GRADO 42	GRADO 50	GRADO 52	GRADO 60
Resistencia a la tensión mínima, en $\text{N/mm}^2$	490	617	589	686	687
Límite de fluencia mínimo en $\text{N/mm}^2$	294	412	490	510	589
Alargamiento en 20 cm mínimo en %					
No.	GRADO 30	GRADO 42	GRADO 50	GRADO 52	GRADO 60
2	11	9	8	8	8
2.5	11	9	8	8	8
3	11	9	8	8	8
4	12	9	7	8	7
5	12	9	7	8	7
6	12	9	7	8	7
7	11	8	6	7	6
8	10	8		7	
9	9	7		7	
10	8	7		7	
11	7	7		5	
12	7	7		5	



El uso de soldadura para la unión de barras de acero suele no ser muy conveniente, pues reducen la resistencia del material así como su ductilidad. Es por ello que el uso de soldadura se ve restringido sobre el tipo de acero y el procedimiento de soldadura.

Sin embargo, distinguir a simple vista los diversos grados de acero no resulta fácil; por ello las barras corrugadas se fabrican contramarcadas para evitar el uso equivocado o accidental de barras de menor resistencia o tamaño que las especificadas en el diseño estructural.

Estas marcas identifican:

- La siderúrgica que las produce (usualmente una inicial)
- El número del tamaño de la barra (3 para 3/8 por ejemplo)
- El tipo de acero (S para lingote, un signo para rieles de acero; A para aceros usados en ejes y W para acero de baja aleación correspondientes a las especificaciones ASTM A615, A616, A617 y A706, respectivamente)
- Una marca adicional para identificar los aceros de alta resistencia. Las barras grado 60 tienen una línea longitudinal o el número 60; las barras grado 75 tienen dos líneas longitudinales o el número 75. Las marcas de identificación se muestran en la *figura 2.35*

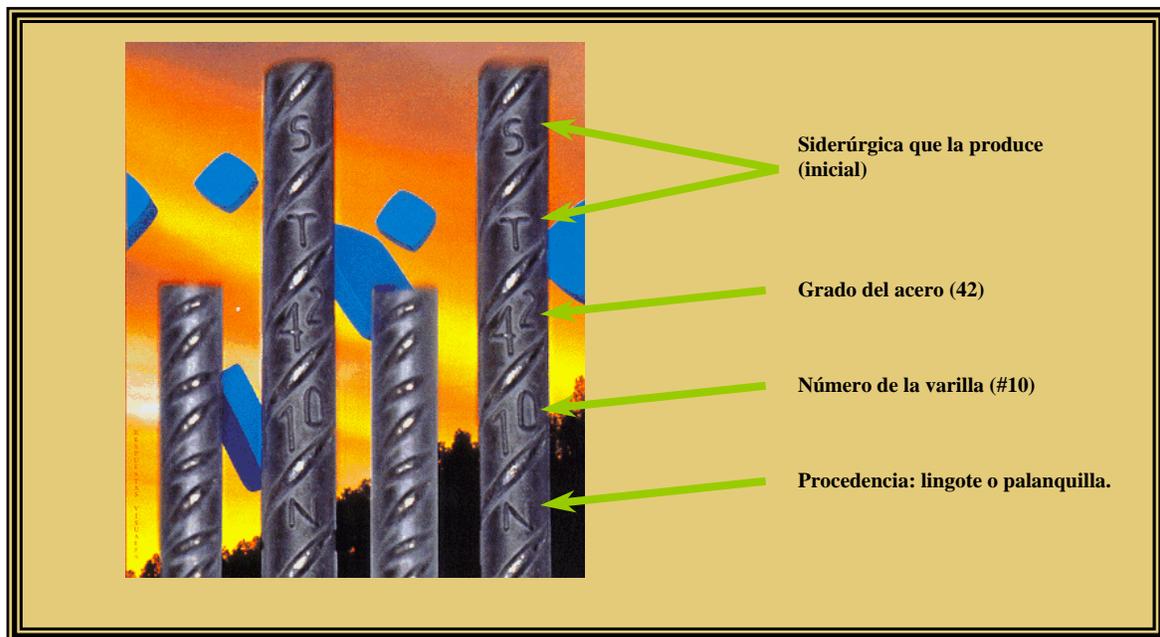


Figura 2.35 Marcas que identifican a una varilla corrugada

## 2.5.5 BARRAS DE REFUERZO REVESTIDAS

Como se mencionó anteriormente, el acero es un material altamente corrosivo; para minimizar este problema, en ocasiones se especifica el uso de varillas de refuerzo revestidas con sustancias epóxicas o galvanizadas. Aunque en el uso de mampostería reforzada este caso es casi nulo, pues la mayor parte del uso del revestimiento es para condiciones muy severas como estructuras marítimas o plantas de tratamiento, las siguientes normas especifican las características de diversos tipos de recubrimiento (*tabla 2.59*).

Tabla 2.59 Normas ASTM de acero

NORMA	NOMBRE	CARACTERÍSTICAS
ASTM A767	"Standard Specification for Zinc-Coated (Galvanized) Steel Bars for Concrete Reinforcement"	Incluye requisitos para los materiales de revestimiento en zinc, el proceso de galvanización, la clase o peso del revestimiento, el terminado y la adherencia del revestimiento y el método de fabricación.
ASTM A775	"Standard Specification for Epoxy-Coated Reinforcing Steel Bars"	Barras revestidas con sustancias epóxicas, incluye requisitos para el material de revestimiento, la preparación de la superficie antes del revestimiento, el método de aplicación y los límites de espesor del revestimiento
ASTM A934	Standard Specification for Epoxy-Coated Prefabricated Steel Reinforcing Bars".	Barras revestidas con sustancias epóxicas

## 2.5.6 MALLAS ELECTROSOLDADAS DE ALAMBRÓN

Además de las barras (ya sean corrugadas o lisas) de refuerzo, se utilizan mallas electrosoldadas de alambraón para reforzar muros, losas y otras superficies.

Este tipo de refuerzo consta de un conjunto de alambrones de acero (estruidos en frío), colocados de forma transversal y longitudinal, formando ángulos de 90° entre sí. Las intersecciones entre las barras longitudinales y transversales se encuentran unidas por soldadura. El espaciamiento entre los alambrones, de cualquier dirección, dependerá de los requisitos de diseño establecidos, pudiendo ser iguales o no en ambas direcciones.

La designación o nomenclatura que se utiliza para describir a la malla electrosoldada, debe cumplir con los requisitos de la NMX-B-290 (*Apéndice B*).

En México, generalmenete, pueden obtenerse mallas de dos tipos: en hojas estándar de 2.4 o 2.5 m de ancho y 4.8 m de longitud, o en rollos de 2.4 o 2.5 m de ancho y 40, 45 o 75 m de largo.

Las *tablas 2.60 y 2.61* muestran las medidas comerciales de malla electrosoldada en México:



Tabla 2.60 Medidas comerciales de malla electrosoldada por rollo

PRODUCTO	Diámetro de alambre	Área del alambre	Peso del alambre	Área de acero	Peso por m <sup>2</sup>	Peso por rollo	Presentación	Dimensiones
	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kg/m)	(cm <sup>2</sup> /m)	(kg)	(kg)		
R-6x6-10/10	3.43	9.24	0.0723	0.606	0.97	97	100	2.5 x 40
R-6x6-08/08	4.11	13.26	0.1041	0.871	1.41	141	100	2.5 x 40
R-6x6-06/06	4.88	18.7	0.1468	1.227	1.97	197	100	2.5 x 40
R-6x6-04/04	5.72	25.69	0.2016	1.686	2.71	271	100	2.5 x 40
Cuadrícula de 6" x 6"								

De ésta manera podemos decir que una malla cuya especificación sea R-6x6-10/10, será una malla en rollo (R) con cuadrícula de 6"x6" (6x6) con alambres de calibre 10 en dirección vertical y calibre 10 en dirección horizontal (10/10).

Tabla 2.61 Medidas comerciales de malla electrosoldada por hoja

PRODUCTO	Diámetro de alambre	Área del alambre	Peso del alambre	Área de acero	Peso por m <sup>2</sup>	Peso por hoja	Presentación	Dimensiones
	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(kg/m)	(cm <sup>2</sup> /m)	(kg)	(kg)		
H-6x6-10/10	3.43	9.24	0.0723	0.606	0.97	14.55	15	2.5 x 6
H-6x6-08/08	4.11	13.26	0.1041	0.871	1.41	21.15	15	2.5 x 6
H-6x6-06/06	4.88	18.7	0.1468	1.227	1.97	29.55	15	2.5 x 6
H-6x6-04/04	5.72	25.69	0.2016	1.686	2.71	40.65	15	2.5 x 6
H-6x6-03/03	6.19	30.09	0.2362	1.975	3.19	47.85	15	2.5 x 6
H-6x6-02/02	6.67	34.94	0.2743	2.293	3.68	55.2	15	2.5 x 6
Cuadrícula de 6" x 6"								

De ésta manera podemos decir que una malla cuya especificación sea H-6x6-08/08, será una malla en hoja (H) con cuadrícula de 6"x6" (6x6) con alambres de calibre 8 en dirección vertical y calibre 8 en dirección horizontal (10/10).

La ASTM utiliza una combinación de letras y números; utiliza la letra W para alambres lisos y D para corrugados, el número indica el área de la sección transversal en centésimas de pulgada cuadrada. Por ejemplo, una malla cuya designación sea 4x4xW5.0xW5.0 indica que es una malla de alambres lisos con separación de 4 pulgadas en cada dirección, cuya área transversal es de 0.05 pul<sup>2</sup>.

Los tamaños y espaciamentos de los alambres para los tipos más comunes de mallas electrosoldadas de este material y las áreas de las secciones transversales de acero por pie, al igual que el peso para 100 pie<sup>2</sup>, se muestran en la *tabla 2.62*.

Las especificaciones ASTM A185 y A497 se refieren a mallas electrosoldadas de alambres lisos y corrugados respectivamente como se muestra en la *tabla 2.63*. Debido a que los esfuerzos de fluencia indicados se especifican a una deformación unitaria de 0.005, el

Código del American Concrete Institute (ACI), exige que el esfuerzo de fluencia sea  $f_y = 60,000 \text{ lb/pul}^2$ , a menos que el esfuerzo se utilice a una deformación unitaria de 0.0035.

Tabla 2.62 Tipos comunes disponibles de mallas electrosoldadas de alambre

Descripción del acero	Área de acero (pul <sup>2</sup> /pie)		
	Longitudinal	Transversal	Peso aproximado lb/pie <sup>2</sup>
<b>Rollos</b>			
6x6-W1.4xW1.4	0.028	0.028	19
6x6-W2.0xW2.0	0.040	0.040	27
6x6-W2.9xW2.9	0.058	0.058	39
6x6-W4.0xW4.0	0.080	0.080	57
4x4-W1.4xW1.4	0.042	0.042	29
4x4-W2.0xW2.0	0.060	0.060	41
4x4-W2.9xW2.9	0.087	0.087	59
4x4-W4.0xW4.0	0.120	0.120	82
<b>Hojas</b>			
6x6-W2.9xW2.9	0.058	0.058	39
6x6-W4.0xW4.0	0.080	0.080	54
6x6-W5.5xW5.5	0.110	0.110	75
6x6-W4.0xW4.0	0.120	0.120	82

Tabla 2.63 Requisitos mínimos del acero de la ASTM

Producto	Especificación ASMT	Grado o tipo	Resistencia mínima a la fluencia		Resistencia máxima a la tensión	
			lb/pul <sup>2</sup>	MPa	lb/pul <sup>2</sup>	MPa
Barras de refuerzo	A 615	Grado 40	40,000	275	70,000	480
		Grado 60	60,000	415	90,000	620
		Grado 75	75,000	515	100,000	690
	A 616	Grado 50	50,000	345	80,000	550
Grado 60		60,000	415	90,000	620	
A 617	Grado 40	40,000	275	70,000	480	
	Grado 60	60,000	415	90,000	620	
A 706	Grado 60	60,000	414	80,000	550	
Parrilla de barras corrugadas	A 184	Igual que para barras de refuerzo				
Barras recubiertas con zinc	A 767	Igual que para barras de refuerzo				
Barras recubiertas con epóxico	A 775	Igual que para barras de refuerzo				
Alambre liso corrugado	A 82		70,000	480	80,000	550
	A 496		75,000	515	85,000	585



Malla electrosoldada de alambón liso	A 185	W1.2 y mayor Menor que W1.2	65,000 56,000	450 385	75,000 70,000	515 480
Malla electrosoldada de alambón corrugado	A 497		70,000	480	80,000	550
Alambre	A 421	Libres de esfuerzos residuales	199,750 212,500	1375 1465	235,000 250,000	1620 1725
		Baja relajación	211,500 225,000	1455 1550	235,000 250,000	1620 1725
Barras	A722	Tipo liso	127,500	880	150,000	1035
		Tipo corrugado	120,000	825	150,000	1035
Torón compacto	A 779	Tipo 245	241,900	1480	247,000	1700
		Tipo 260	228,800	1575	263,000	1810
		Tipo 270	234,900	1620	270,000	1860



# Capítulo 3

## ANÁLISIS Y DISEÑO DE EDIFICACIONES DE MAMPOSTERÍA



-  Video ondas sísmicas
-  Video del sismo de 1985 en el D.F.



## 3.1 ACCIONES

### 3.1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS ACCIONES

Uno de los aspectos iniciales a considerar para el análisis y diseño de una estructura es la determinación de acciones que la afectarán, pudiendo ocasionar en ella efectos significativos.

La clasificación de estas acciones pueden realizarse de diversas maneras, pero la más común es la realizada por medio de la duración con la que obran en la estructura, de acuerdo a su máxima intensidad.

El RCDF clasifica a las acciones de la siguiente manera (*tabla 3.1*):

Tabla 3.1 Clasificación de las acciones de acuerdo al RCDF

ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
<b>I. Las acciones permanentes</b>	Actúan de manera continua sobre la estructura y su intensidad varía poco con el tiempo.	<input type="checkbox"/> La carga muerta. <input type="checkbox"/> El empuje estático de tierras y de líquidos. <input type="checkbox"/> Las deformaciones y desplazamientos impuestos a la estructura que varían poco con el tiempo, como los debidos a preesfuerzos o a movimientos diferenciales permanentes de los apoyos.
<b>II. Las acciones variables</b>	Actúan sobre la estructura con una intensidad que varía considerablemente con el tiempo.	<input type="checkbox"/> La carga viva. <input type="checkbox"/> Los efectos de temperatura. <input type="checkbox"/> Las deformaciones impuestas y los hundimientos diferenciales que tengan una intensidad variable con el tiempo. <input type="checkbox"/> Las acciones debidas al funcionamiento de maquinaria y equipo, incluyendo los efectos dinámicos que pueden presentarse debido a vibraciones, impacto o frenaje.
<b>III. Las acciones accidentales</b>	Actúan sobre la estructura pero no se deben al funcionamiento normal de la edificación, además de que pueden alcanzar intensidades considerables durante pequeños lapsos breves de tiempo.	<input type="checkbox"/> Las acciones sísmicas. <input type="checkbox"/> Los efectos del viento. <input type="checkbox"/> Los efectos de explosiones, incendios y otros fenómenos que pueden presentarse en casos extraordinarios.

Cuando las intensidades de determinadas acciones no estén especificadas en el RCDF ni en las NTC de Sismo y deban considerarse en el diseño, éstas deben establecerse con base en los siguientes criterios (*tabla 3.2*):

Tabla 3.2 Criterios para establecer las intensidades no especificadas en el RCDF y las NTC



Tipo de acción	Criterios
<b>I. Para acciones permanentes</b>	<input type="checkbox"/> Para determinar un valor máximo probable de la intensidad, se toma en cuenta el peso volumétrico y otras propiedades de los materiales, así como sus dimensiones. <input type="checkbox"/> Un valor mínimo probable de la intensidad se determina cuando el efecto de la acción permanente es favorable a la estabilidad de la estructura.
<b>II. Para acciones variables</b>	<input type="checkbox"/> Se determinan las intensidades siguientes que correspondan a las combinaciones de acciones para las que deba revisarse la estructura: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) <b>La intensidad máxima</b> se determina como el valor máximo probable durante la vida esperada de la edificación. Se emplea para combinación con los efectos de acciones permanentes.</li> <li>b) <b>La intensidad instantánea</b> se determina como el valor máximo probable en el lapso en que pueda representarse una acción accidental, como el sismo, y se emplea para combinaciones que incluyan acciones accidentales o más de una acción variable.</li> <li>c) <b>La intensidad media</b> se estima como el valor medio que puede tomar la acción en un lapso de varios años y se emplea para estimar efectos a largo plazo.</li> <li>d) <b>La intensidad mínima</b> se emplea cuando el efecto de la acción sea favorable a la estabilidad de la estructura y se toma, en general, igual a cero.</li> </ul>
<b>III. Para las acciones accidentales</b>	El valor que corresponde a un periodo de recurrencia de cincuenta años se considera como intensidad de diseño

### 3.1.2 COMBINACIÓN DE ACCIONES

Las acciones que se establecen en la *sección 3.1.1* deben, en un momento dado, combinarse, pues dos o más acciones pueden actuar al mismo tiempo. Sin embargo, esta combinación se realizará de modo que la probabilidad de que un combinado de acciones sea poco despreciable de ocurrir simultáneamente.

La combinación de acciones es el efecto de las mismas actuando simultáneamente sobre una estructura, la cual debe de revisarse en su seguridad para esta condición.

El RCDF en su artículo 188, establece las siguientes combinaciones de acciones (*tabla 3.3*):

### 3.1.3 DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES

#### 3.1.3.1 Cargas Permanentes (Cargas Muertas)

Carga muerta es el conjunto de acciones derivadas, básicamente, del peso propio de la construcción; es decir, se consideran como cargas muertas los pesos de todos los elementos constructivos, de los acabados y de todos los elementos que ocupan una posición permanente y tienen un peso que no cambia con el tiempo (el peso de la estructura, muros, losas, instalaciones, equipo permanente durante la vida útil del edificio, etc.).



Tabla 3.3 Combinación de acciones<sup>3.1</sup>

COMBINACIÓN	SE CONSIDERAN
I. Para las combinaciones que incluyan acciones permanentes y acciones variables	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ Todas las acciones permanentes + las distintas acciones variables.               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ De las acciones variables, la más desfavorable se toma con su intensidad máxima y el resto con su intensidad instantánea.</li> <li>✓ Cuando se trate de evaluar efectos a largo plazo, todas las acciones variables se toman con su intensidad media.</li> <li>✓ Para la combinación de carga muerta + carga viva, se emplea la intensidad máxima de la carga viva, considerándola uniformemente repartida sobre toda el área.</li> <li>✓ Cuando se tomen en cuenta distribuciones de la carga viva más desfavorables que la uniformemente repartida, deben tomar los valores de la intensidad instantánea.</li> </ul> </li> </ul>
II. Para las combinaciones que incluyan acciones permanentes, variables y accidentales	<ul style="list-style-type: none"> <li>☐ Todas las acciones permanentes + todas las acciones variables + 1 acción accidental.               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Las acciones variables se toman con sus valores instantáneos.</li> </ul> </li> </ul>

Tabla 3.4 Factores de carga (FC)

COMBINACIÓN	Factor de Carga (FC)
I. Para las combinaciones que incluyan acciones permanentes y acciones variables	1.4 (para edificaciones del grupo B) 1.5 (para edificaciones del grupo A)
II. Para las combinaciones que incluyan acciones permanentes, variables y accidentales	1.1 (aplicado a los efectos de todas las acciones que intervengan en la combinación).
OTROS CASOS	0.9 (Para acciones o fuerzas internas cuyo efecto sea favorable a la resistencia o estabilidad de la estructura; además, se toma como intensidad de la acción el valor mínimo probable).
	1.0 (En todos los casos para revisión de estados límite de servicio )

El cálculo o determinación de esta carga se realiza mediante el producto de los volúmenes de cada uno de los elementos de la construcción y el peso volumétrico de los materiales que correspondan a dichos elementos. Para estos últimos se utilizan valores mínimos probables cuando sea más desfavorable para la estabilidad de la estructura considerar una carga muerta menor, como en el caso de volteo, flotación, lastre y succión producida por viento. En otros casos se emplean valores máximos probables.

Las cargas muertas resultantes se representan, comúnmente, como cargas uniformemente distribuidas de forma lineal, por áreas o como concentraciones.

<sup>3.1</sup> En ambos tipos de combinación, los efectos de todas las acciones deben multiplicarse por los factores de carga indicados en la *tabla 3.4* (RCDF art 194).



En el *Apéndice C* se muestra el peso volumétrico de algunos materiales. En estas tablas se muestran dos valores, uno máximo y uno mínimo, siendo recomendable utilizar el valor máximo para reducir las incertidumbres con respecto a su valor real.

En todo proyecto, frecuentemente, existen elementos estructurales (losas, trabes, vigas, etc.) cuyas dimensiones no conocemos, por lo que se tendrá que predimensionar, mismas que surgirán de la experiencia del proyectista o de códigos. Esto se hace con el fin de determinar el peso de todos los elementos estructurales y determinar las cargas muertas de la construcción; sin embargo, pueden no coincidir con las finales o definitivas, por lo que se tendrá que realizar una nueva determinación de carga muerta.

Un plano arquitectónico no cuenta con todos los detalles estructurales, por lo que muchas veces se tienen que establecer cargas que probablemente no coincidan con la realidad; es por ello que el valor de las cargas debe ser alto para estar del lado de la seguridad.

Otro problema para determinar la carga muerta es la estimación del peso de las losas de concreto, derivada de la irregularidad de la cimbra, ocasionando huecos y/o contraflechas. Lo anterior se soluciona con la colocación de un firme que propiciará que el espesor de la losa no sea el mismo en toda su área y con ello cambios en el peso o carga muerta. Por ello, el RCDF establece lo siguiente (*tabla 3.5*):

Tabla 3.5 Incremento a cargas muertas de acuerdo al RCDF

El peso muerto calculado de...	Se incrementa en...
...losas de concreto de peso normal coladas en el lugar	20 kg./m <sup>2</sup>
...una losa colada en el lugar o precolada + una capa de mortero de peso normal	20 kg./m <sup>2</sup> ,
<b>de manera que el incremento total será de 40 kg./m<sup>2</sup>.</b>	
Tratándose de losas y morteros que posean pesos volumétricos diferentes del normal, estos valores se modifican en proporción a los pesos volumétricos. Estos aumentos no se aplican cuando el efecto de la carga muerta sea favorable a la estabilidad de la estructura.	

### 3.1.3.2 Cargas Variables (Cargas Vivas)

Las cargas vivas (*tabla 3.6*) son las fuerzas que se producen por el uso y ocupación de las edificaciones y que no tienen carácter permanente.

El RCDF en su artículo 199 establece el valor de las cargas vivas (*tabla 3.7*) que se deben tomar en consideración.



Tabla 3.6. Clasificación de las cargas vivas

CARGA VIVA	CARACTERÍSTICAS
<b>I. La carga viva máxima <math>W_m</math></b>	Empleada para diseño estructural por fuerzas gravitacionales, en el cálculo de asentamientos inmediatos en suelos y para el diseño estructural de los cimientos ante cargas gravitacionales.
<b>II. La carga instantánea <math>W_a</math></b>	Empleada para diseño sísmico y por viento, para revisión de distribuciones de carga más desfavorables que la uniformemente repartida sobre toda el área.
<b>III. La carga viva media <math>W</math></b>	Empleada para el cálculo de asentamientos diferidos y para el cálculo de flechas diferidas.
<b>IV. Cuando el efecto de la carga viva sea favorable para la estabilidad de la estructura (como en el caso de problemas de flotación, volteo y de succión por viento), su intensidad se considera nula sobre toda el área.</b>	

Tabla 3.7. Tabla de cargas vivas unitarias ( $kg/m^2$ )

DESTINO DE PISO O CUBIERTA	W	$W_a$	$W_m$	Obs.
a) Habitación (casa-habitación, departamentos, viviendas, dormitorios, cuartos de hotel, internados de escuelas, cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares)	70	90	170	1
b) Oficinas, despachos y laboratorios	100	180	250	2
c) Comunicación para peatones (pasillos, escaleras, rampas, vestíbulos y pasajes de acceso libre al público)	40	150	350	3 y 4
d) Estadios y lugares de reunión sin asientos individuales	40	350	450	5
e) Otros lugares de reunión (templos, cines, teatros, gimnasios, salones de baile, restaurantes, bibliotecas, aulas, salas de juego y similares)	40	250	350	5
f) Comercios, fábricas y bodegas	$0.8W_m$	$0.9W_m$	$W_m$	6
g) Cubiertas y azoteas con pendiente no mayor de 5%	15	70	100	4 y 7
h) Cubiertas y azoteas con pendiente mayor de 5%	5	20	40	4, 7 y 8
i) Volados en vía pública (marquesinas balcones y similares)	15	70	300	
j) Garages y estacionamientos (para automóviles exclusivamente)	40	100	250	9
<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Las cargas uniformes de esta tabla se consideran distribuidas sobre el área tributaria de cada elemento.</li> <li><input type="checkbox"/> Las cargas especificadas no incluyen el peso de muros divisorios de mampostería o de otros materiales, ni el de muebles, equipos u objetos de peso fuera de lo común (como cajas fuertes de gran tamaño, archivos importantes, libreros pesados, cortinajes en salas de espectáculos, etc). Cuando se prevean tales cargas deben cuantificarse y tomarse en cuenta en el diseño en forma independiente de la carga viva especificada. Los valores adoptados deben justificarse en la memoria de cálculo e indicarse en los planos estructurales.</li> <li><input type="checkbox"/> Las observaciones se muestran en la <i>tabla 3.8</i>.</li> </ul>				



Tabla 3.8 Observaciones a las cargas vivas establecidas en la tabla 3.7

<b>OBSERVACIONES</b>	
<b>1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Cuando los elementos tengan un área tributaria <math>&gt; 36\text{m}^2</math>, <math>W_m</math> puede reducirse, tomándola igual a <math>100 + 420A^{-1/2}</math> (<math>A =</math> área tributaria en <math>\text{m}^2</math>). Cuando sea más desfavorable se considera, en lugar de <math>W_m</math>, una carga de 500kg. aplicada sobre un área de 50x50cm en la posición más crítica.</li> <li><input type="checkbox"/> Para sistemas de piso ligeros con cubierta rigidizante, en lugar de <math>W_m</math> se considera, cuando sea más desfavorable, una carga concentrada de 250 kg para el diseño de los elementos de soporte y de 100 kg para el diseño de la cubierta, en ambos casos ubicadas en la posición más desfavorable.</li> <li><input type="checkbox"/> Se consideran como sistemas de piso ligeros aquellos formados por más de tres miembros aproximadamente paralelos y separados entre sí no más de 0.8m y unidos con una cubierta de madera contrachapada, de duelas de madera bien clavadas u otro material que proporcione una rigidez equivalente.</li> </ul>
<b>2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Cuando los elementos tengan un área tributaria <math>&gt; 36\text{m}^2</math>, <math>W_m</math> puede reducirse, tomándola igual a <math>180 + 420A^{-1/2}</math> (<math>A =</math> área tributaria en <math>\text{m}^2</math>). Cuando sea más desfavorable se considera, en lugar de <math>W_m</math>, una carga de 1,000kg. aplicada sobre un área de 50x50cm en la posición más crítica.</li> <li><input type="checkbox"/> Para sistemas de piso ligeros con cubierta rigidizante, en lugar de <math>W_m</math> se considera, cuando sea más desfavorable, una carga concentrada de 500kg para el diseño de los elementos de soporte y de 150kg para el diseño de la cubierta, ubicadas en la posición más desfavorable.</li> </ul>
<b>3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> En áreas de comunicación de casas de habitación y edificios de departamentos se considera <math>W=70 \text{ kg/m}^2</math>, <math>W_a=90 \text{ kg/m}^2</math> y <math>W_m=170\text{kg/m}^2</math>.</li> </ul>
<b>4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> En el diseño de pretilas y barandales de escaleras, rampas, pasillos y balcones, se debe fijar una carga <math>\geq 100 \text{ kg./ml}</math> actuando al nivel de pasamanos y en la dirección más desfavorable.</li> </ul>
<b>5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Se debe prestar atención a la revisión de los estados límite de servicio relativos a vibraciones.</li> </ul>
<b>6</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> La carga unitaria es <math>W_m \geq 350\text{kg./m}^2</math> y debe especificarse en los planos estructurales y en placas colocadas en lugares fácilmente visibles de la edificación.</li> </ul>
<b>7</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Las cargas producidas por tinacos, anuncios, equipos u objetos pesados que puedan apoyarse en o colgarse del techo no están incluidas en las cargas vivas especificadas para cubiertas y azoteas. Éstas deben preverse por separado y especificarse en los planos estructurales.</li> <li><input type="checkbox"/> Elementos de cubiertas y azoteas deben revisarse con una carga concentrada de 100kg en la posición más crítica.</li> </ul>
<b>8</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> En el fondo de los valles de techos inclinados se considera una carga de <math>30 \text{ kg/m}^2</math> de proyección horizontal del techo que desague hacia el valle, lo anterior debido al granizo. Esta carga se considera como una acción accidental por lo que se le aplicarán los factores de carga correspondientes según la <i>sección 3.1.2</i>.</li> </ul>
<b>9</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Más una concentración de 1,500 kg. en el lugar más desfavorable del miembro estructural de que se trate.</li> </ul>

### 3.1.3.3 Cargas Accidentales

De las acciones accidentales, la más importante para el diseño de edificaciones en México (principalmente en el D.F.), es el sismo. El efecto de los sismos en una construcción, a diferencia de las cargas vivas y las cargas muertas, no puede ser estudiado como una acción permanente o semipermanente.

El objetivo del diseño sísmico de las estructuras es lograr las tres características que rigen el buen comportamiento sísmico: resistencia, rigidez y ductilidad. En estructuras de mampostería la resistencia es proporcionada por los muros alineados en cada dirección, que deben resistir la



acción completa debida al sismo. Las otras dos características son obtenidas por las propiedades intrínsecas del material, aunque es difícil conciliar rigidez con ductilidad.

### ***I. Detección de los Sismos***

Los sismos de origen tectónico son producidos por la liberación súbita de la energía potencial acumulada entre las placas componentes de la corteza terrestre. Dicha liberación producida en un punto en el interior de la tierra, llamado foco, genera ondas primarias o de compresión (ondas P), y ondas secundarias o de cortante (ondas S), que se transmiten en el medio terráqueo y que sufren reflexiones y refracciones hasta llegar a la superficie, donde dan origen a otros tipos de ondas llamadas de Love y de Rayleigh, en honor a sus descubridores.

Las ondas P hacen oscilar a las partículas desde atrás hacia adelante en la misma dirección en la que se propagan, mientras que las ondas S producen vibraciones perpendiculares a su propagación. Las ondas P siempre viajan a velocidades mayores que las de las ondas S; así, cuando se produce un sismo, son las primeras que llegan y que se registran en las estaciones de investigación geofísica distribuidas por el mundo (*fig. 3.1*).

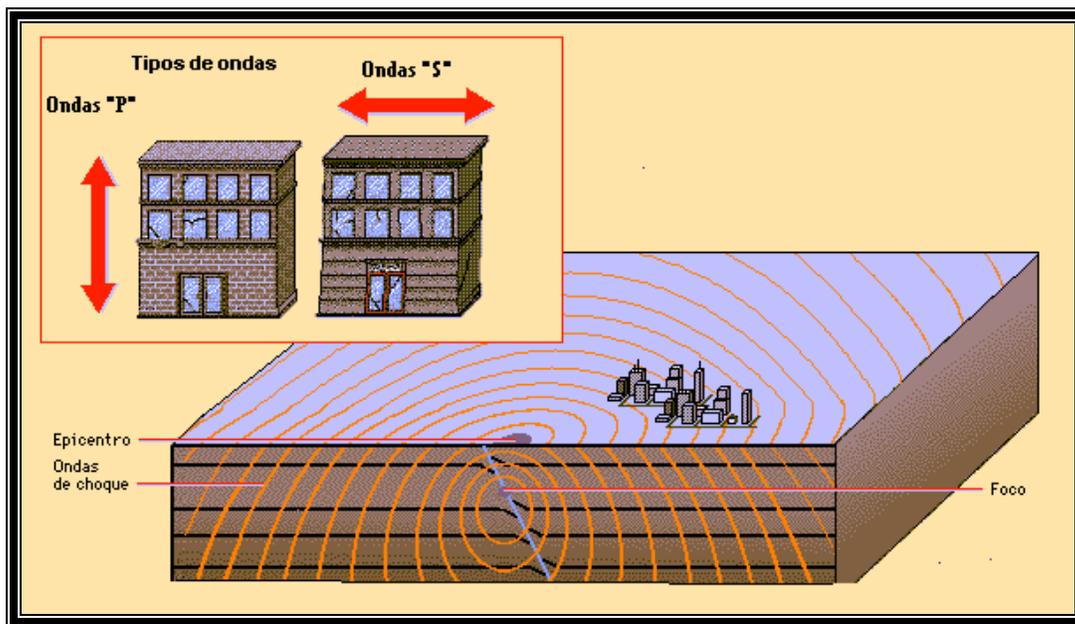


Figura 3.1 Ondas P y ondas S generadas por un sismo

Las ondas P y S son detectadas por aparatos denominados sismógrafos, los que registran los cambios de aceleración en función del tiempo y cuyos registros nos proporcionan las características del sismo:

- Distancia al epicentro, a partir de la velocidad y diferencia en tiempo entre las ondas P y S.
- Magnitudes de las aceleraciones sísmicas en cualquier tiempo  $t$  dentro del evento sísmico, incluidos los valores máximos.
- Los valores de los periodos  $T$ , característicos del movimiento sísmico del terreno. La digitalización de la señal permite la obtención de esta información.



- La duración del evento también mediante la medición en la escala del tiempo de las vibraciones considerables.
- La magnitud del temblor, que es equivalente al tamaño del sismo en su origen.

## ***II. Distancia al Epicentro***

El epicentro es la proyección del foco del sismo sobre la superficie, a lo largo de un radio de la tierra. La velocidad de las ondas P es muy elevada, del orden de 30,000 km/h (8 km/s aprox.). Si se conocen la velocidad de estas ondas y el tiempo en segundos que ocupa dicha señal en un acelerograma, podemos establecer la distancia al epicentro del sismo (distancia = velocidad x tiempo). La localización del epicentro se obtiene a través de la información de tres estaciones sismológicas.

## ***III. Magnitudes de las Aceleraciones Sísmicas***

Los acelerogramas proporcionan las aceleraciones que se producen a nivel de la superficie de la tierra en un lugar determinado y representan la aceleración producida por un sistema amortiguado masa-resorte. La masa del sistema transfiere su desplazamiento dinámico a un sistema sensor que funciona aplicando diversos principios eléctricos (resistencia, capacitancia, inducción, efecto piezoeléctrico, etc.). La señal es posteriormente amplificada, filtrada y finalmente digitalizada para su grabación y proceso.

Las aceleraciones usualmente se representan en diversas unidades. La más empleada es la que equivale a una milésima de la aceleración gravitacional, unidad llamada gal, aproximadamente  $1\text{cm/s}^2$ .

## ***IV. Los Valores de los Periodos T***

Característicos del movimiento sísmico a nivel de terreno. Aunque esta característica no se obtiene inmediatamente, el manejo del registro (digitalización y filtrado) y el empleo de programas de cómputo que procesan la señal mediante la transformación rápida de Fourier permiten definir dicho periodo. Al activarse el sistema de registro durante un sismo, se obtienen series de tiempo en cada uno de los canales de medición. Cada señal se filtra para eliminar las altas frecuencias (superiores a 30 Hz) y se procesa en un programa ordenador digital, que busca definir el contenido de frecuencias existentes en la serie de tiempo, mediante la transformación rápida de Fourier. De esta manera, se define el espectro representativo del movimiento. Estos procesos se pueden desarrollar directamente en un analizador de espectros o, si no, con la grabación de la señal digitalizada puede aplicarse un programa de cómputo.

Normalmente, los acelerogramas tienen periodos que varían dentro de una banda de valores relativamente ancha. Sin embargo, en cierto tipo de suelos y bajo condiciones especiales, puede haber algún periodo dominante en particular.

- a) **Influencia de la estratigrafía en las propiedades dinámicas.** El tipo de suelo produce variaciones en la respuesta típica del terreno ante diversos sismos. Las mediciones



---

realizadas últimamente en el Valle de México han permitido establecer una clara relación entre el espesor del estrato superficial del terreno y el periodo dominante del terreno.

- b) **Determinación de la velocidad y desplazamiento.** De la integración numérica sucesiva de los valores registrados de aceleración, es posible establecer los valores de las componentes de velocidad y desplazamiento del terreno durante un sismo.

### ***V. La Duración del Evento***

La simple medición de la escala de tiempo en un acelerograma nos proporciona la duración del evento.

### ***VI. La Intensidad de un Temblor***

Es la medida subjetiva de la destructividad de un sismo en una zona determinada.

Existen diversas escalas de intensidad: MSK-64 o de Medvedev, Sponheuer y Karnik, la escala soviética; de Rossi-Forell, escala inglesa; la escala japonesa JMA de 8 grados; etc. Pero la más usual en México es la de Mercalli modificada (MM), que fue construida originalmente en 1902 por el sismólogo italiano Mercalli, consta de los doce valores indicados en la *figura 3.2* asociados a diferentes grados de destructividad y efectos sobre edificios, suelo y personas.

En otras palabras, la intensidad se establece con los daños causados por el sismo en diversos lugares.

### ***VII. La Magnitud del Temblor***

A diferencia de la intensidad, la magnitud mide el tamaño del temblor en su origen. Es un valor único para cada temblor y se determina a partir del sismograma obtenido en las diversas estaciones sismológicas que registren las ondas producidas por el temblor.

En la *tabla 3.9* se especifican los daños de los sismos, de acuerdo a la escala de Mercalli, sobre la mampostería.

La definición original, debida a Richter, establece que la magnitud es el logaritmo en base diez de la máxima amplitud de las ondas sísmicas en micras, registradas en un sismógrafo estándar tipo Wood-Anderson, a una distancia de 100 km del epicentro del temblor. Dado que no siempre hay un sismógrafo a 100 km de distancia, se hacen correcciones que toman en cuenta la atenuación de las ondas al alejarse del epicentro.

Un aumento de una unidad en la escala Richter (*fig. 3.2*) representa una multiplicación por diez de las amplitudes de las ondas en el acelerograma. Por otro lado, un incremento de un grado en la magnitud equivale a 32 veces más energía liberada. Por tal motivo, y en términos de energía, un temblor de magnitud 8 libera tanta energía como 1000 temblores con magnitud 6.



Tabla 3.9 Escala de Mercalli para muros de mampostería

ESCALA MERCALL	DESCRIPCIÓN
I	
VI	El aplanado débil y la mampostería D se agrietan.
VII	Daños en la mampostería D, incluyendo agrietamiento. Algunas grietas en mampostería C.
VIII	Daño en mampostería C; colapso parcial. Ciertos daños en mampostería B, ninguno en la mampostería A. Se cae el estuco y algunos muros de mampostería.
IX	Se destruye la mampostería D; se daña gravemente la mampostería C y a veces se colapsa totalmente; la mampostería B se daña gravemente.
X	La mayor parte de la mampostería se destruye.

**MAMPOSTERÍA A:** Mano de obra, mortero y diseño de buena calidad; reforzada sobre todo lateralmente con acero y uso de concreto.

**MAMPOSTERÍA B:** Mano de obra y mortero de buena calidad; reforzada pero no diseñada en detalle para resistir fuerzas laterales.

**MAMPOSTERÍA C:** Mano de obra y mortero ordinarios, sin debilidad extrema como falta de traslape en esquinas, pero no reforzada ni diseñada contra fuerzas horizontales.

**MAMPOSTERÍA D:** Materiales débiles, como adobe; mortero pobre; baja calidad de la mano de obra; débil horizontalmente.

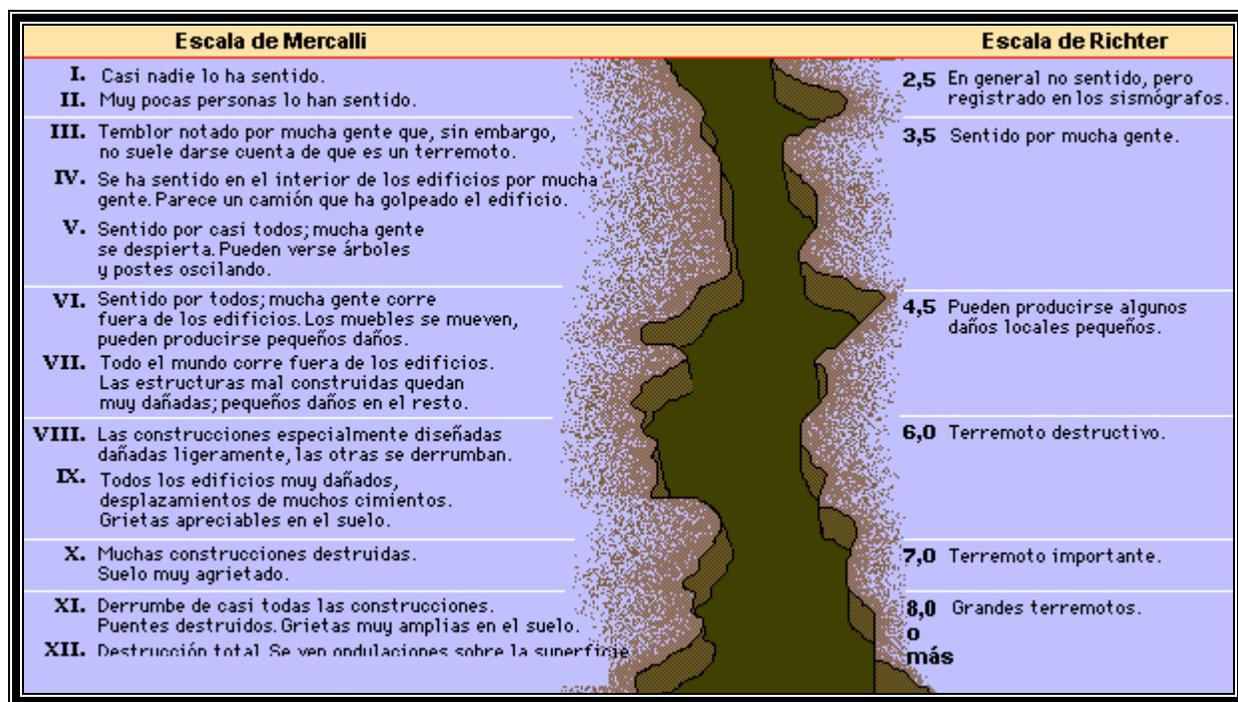


Fig. 3.2 Escalas de intensidad (Mercalli) y magnitud (Richter) de un sismo

No existe una relación forzosa entre la magnitud en la escala Richter y la capacidad destructivo del sismo. Lo anterior es especialmente cierto para sismos de pequeña magnitud, si el epicentro está cercano al lugar de interés.

Por lo tanto, a un sismo se le asocia con una sola magnitud, mientras que su intensidad varía de lugar en lugar.



## VIII. Efectos de los Sismos en las Estructuras

El sismo produce, cada vez que el terreno cambia de dirección, un "latigazo" generador de fuerzas de inercia que pueden calcularse a partir de la *ecuación 3.1*:

Ecuación 3.1

$$F_s = m \cdot a$$

En donde:

$F_s$  = fuerza sísmica.

$m$  = masa de la construcción.

$a$  = aceleración sísmica.

Esta fuerza de inercia produce efectos mecánicos en la estructura (flexiones, cortantes, torsiones) que pueden hacerla fallar y para los cuales debe existir una resistencia adecuada. Sin embargo, el fenómeno es más complejo, pues interviene también la respuesta de la estructura ante el fenómeno sísmico, así como las características de rigidez, amortiguamiento y ductilidad de la estructura.

En estructuras rígidas y poco esbeltas (por ejemplo, las construidas a base de mampostería), la fuerza sísmica calculada con la expresión anterior rige el diseño y se considera que su principal efecto es de cortante, siendo el de flexión de menor importancia. Sin embargo, la excentricidad de los elementos resistentes (muros) de las construcciones de este tipo, así como la de las cargas, puede producir torsiones altas. En ausencia de torsiones y flexiones importantes, es posible calcular el cortante  $V$  que actúa en la base de la construcción, por medio de la *ecuación 3.2*:

Ecuación 3.2

$$V_s = c_s P$$

En donde:

$V_s$  = cortante basal.

$c_s$  = coeficiente sísmico (adimensional).

$P$  = peso de la construcción.

Para estructuras menos rígidas, el comportamiento dinámico de las mismas ante el sismo hace que exista la posibilidad de la resonancia, fenómeno que, como se mencionó anteriormente, consiste en una amplificación excesiva de la respuesta de aquellas estructuras que tienen algún periodo de oscilación muy parecido al de la excitación, lo que puede llevarlas al colapso total, sobre todo cuando la duración del evento es grande.

Para establecer el comportamiento dinámico de una estructura dada, se elabora un modelo matemático muy simplificado de la misma. Una característica importante de la estructura es el periodo de oscilación de los distintos modos en que puede vibrar. Otras características importantes de las que depende la respuesta de la estructura son el amortiguamiento y la ductilidad.

Se conoce como amortiguamiento crítico el que tiene una estructura cuando, al separarla de su posición original, no oscila sino que regresa a la posición de equilibrio en un periodo de



tiempo muy corto. El amortiguamiento depende de los materiales empleados en la construcción, de las conexiones y de los elementos no estructurales. Un valor de amortiguamiento relativamente pequeño reduce considerablemente la respuesta sísmica de la estructura. Las estructuras suelen tener amortiguamientos del orden del 3 al 10% del crítico, siendo menor el de las estructuras de acero soldadas y mayor el de las estructuras de concreto y mampostería. Un valor razonable de amortiguamiento es de 5% y muchas consideraciones de diseño están basadas en este valor.

Se define como ductilidad a la capacidad de la estructura para soportar grandes deformaciones inelásticas sin fallar ni reducir su capacidad de carga. Es una propiedad muy deseable en las estructuras situadas en zona sísmica, pues conduce a diseños más económicos al considerar la capacidad de disipación de energía que tienen las estructuras dúctiles.

### ***IX. Espectros de Respuesta***

Conocidos los acelerogramas de temblores intensos, es posible estimar la respuesta de modelos teóricos simples en función del tiempo y, por consiguiente, la respuesta máxima que puede ocurrir en un evento dado. La gráfica que relaciona las respuestas máximas de la estructura de estructuras con diversos amortiguamientos sometidas a una misma excitación recibe el nombre de espectro de respuesta. Usualmente, se consideran amortiguamientos del orden de 0, 2, 5, 10 y 20% del crítico. Un acelerograma en realidad consta de amplitudes muy grandes dentro de un intervalo de periodos que dependen primordialmente, en el caso del Valle de México, del tipo de suelo. Ante esta serie de ondas, el sistema responde con mayor amplitud a las que tienen un periodo similar al suyo (resonancia), mientras que para el resto, la respuesta es pequeña.

El espectro de aceleraciones proporciona una medida directa de la fuerza de inercia máxima que se induce en el sistema, al multiplicar la ordenada espectral por la masa (*ecuación 3.1*).

## **3.2 CRITERIOS Y ELEMENTOS DE DISEÑO**

Tanto el dimensionamiento como el detallado de elementos estructurales se hace de acuerdo con los criterios relativos a los estados límite de falla y de servicio a que se refiere el RCDF (descritas en la *sección 3.2.1* y *3.2.2*) y las NTC para Mampostería.

Toda estructura, así como cada una de sus partes, debe diseñarse a modo que cumpla con los siguientes requisitos:

- Tener seguridad adecuada contra la aparición de todo estado límite de falla posible ante las combinaciones de acciones más desfavorables que puedan presentarse durante su vida esperada.
- No rebasar ningún estado límite de servicio ante combinaciones de acciones normales que sufra la edificación por operaciones normales.



---

Las fuerzas y momentos internos producidos por las acciones a que están sujetas las estructuras se determinarán de acuerdo con los criterios prescritos en la *sección 3.3*.

### **3.2.1 ESTADO LÍMITE DE FALLA**

El RCDF, en su artículo 183, considera como un estado límite de falla a cualquier situación que corresponda al agotamiento de la capacidad de carga de una estructura o de cualquiera de sus componentes (incluso la cimentación), de igual manera al hecho de que ocurran daños irreversibles que afecten la resistencia de la estructura ante nuevas aplicaciones de carga. En otras palabras, cuando una estructura ya no esté en condiciones de soportar cargas.

De acuerdo al criterio de estado límite de falla, las estructuras y elementos estructurales se deben dimensionar y detallar de manera que la resistencia de diseño en cualquier sección sea por lo menos igual al valor de diseño de la fuerza o momento internos. Las resistencias de diseño deben incluir el correspondiente factor de resistencia ( $F_R$ ), indicado en la *sección 3.2.4*.

Los valores de las fuerzas y momentos internos de diseño se obtienen multiplicando por el correspondiente factor de carga (F.C.) mencionado en la *sección 3.1.2*.

### **3.2.2 ESTADO LÍMITE DE SERVICIO**

El RCDF, en su artículo 184, considera como un estado límite de servicio a la ocurrencia de desplazamientos, agrietamientos, vibraciones o daños que afecten el correcto funcionamiento de una edificación, pero que no perjudiquen su capacidad de soportar cargas.

En edificaciones comunes, la revisión del estado límite de desplazamientos se verifica con las siguientes expresiones (*tabla 3.10*), para lo cual, dichos desplazamientos no deberán exceder los valores que de ellas resulten.

Debe comprobarse que las respuestas de la estructura (asentamientos, deformación, agrietamiento, vibraciones, etc.) queden limitadas a valores tales que el funcionamiento en condiciones de servicio sea satisfactorio.

Para cuestiones de diseño sísmico, las diferencias entre los desplazamientos horizontales de pisos consecutivos no deben exceder de 0.006 veces la diferencia de elevaciones correspondientes.

Si los elementos incapaces de soportar deformaciones apreciables (como los muros de mampostería) están separados de la estructura principal de manera que sufran un daño nulo por las deformaciones de ésta, las diferencias entre los desplazamientos horizontales de pisos consecutivos no deben exceder de 0.012.

Cuando la resistencia sísmica sea proporcionada por sistemas de losas planas y columnas, las diferencias entre los desplazamientos horizontales de pisos consecutivos no deben exceder de 0.006.



El desplazamiento será del que resulte del análisis con las fuerzas sísmicas reducidas de acuerdo a los criterios fijados en la *sección 3.2.7.6*, multiplicado por el factor de comportamiento sísmico (Q) de la *sección 3.2.7.5*.

**Tabla 3.10 Desplazamientos verticales y horizontales para revisión de estado límite de servicio**

Tipo de desplazamiento	Características	Desplazamiento máximo
Vertical	Para desplazamientos ocurridos al centro de traveses en el que se incluyen efectos a largo plazo.	$\frac{L}{240} + 0.5cm$
	En miembros en los cuales los desplazamientos afecten a elementos no estructurales (como muros de mampostería), los cuales no sean capaces de soportar desplazamientos apreciables.	$\frac{L}{480} + 0.3cm$
	Para elementos en voladizo.	$2\left(\frac{L}{240} + 0.5cm\right)$ y/o $2\left(\frac{L}{480} + 0.3cm\right)$
Horizontal	Para desplazamientos relativos entre dos niveles sucesivos de la estructura, esto es para edificaciones en las cuales se hayan unido los elementos no estructurales capaces de sufrir daños bajo pequeños desplazamientos.	$\frac{H}{500}$
	Para otros casos.	$\frac{H}{250}$
<b>L = claro de la trabe; H = altura de entrepiso</b> <b>Para diseño sísmico debe observarse lo dispuesto en el capítulo VI del Título VI del RCDF</b>		

### 3.2.3 DISEÑO POR DURABILIDAD

Las estructuras deben diseñarse por durabilidad; esto es, se diseñan y detallan las estructuras para una expectativa de vida útil de 50 años. Sin embargo, las NTC para Mampostería únicamente se aplican si los elementos estructurales están expuestos a ambientes no agresivos (únicamente para exposiciones clasificadas como A1 y A2 en las NTC para Concreto).

Cuando un elemento está expuesto a un ambiente más agresivo, deben aplicarse los criterios de diseño por durabilidad de estructuras de concreto.

### 3.2.4 FACTORES DE RESISTENCIA

Las resistencias deben reducirse por un factor de resistencia ( $F_R$ ), el cual tomará un valor de acuerdo a lo establecido en la *tabla 3.11*:

Tabla 3.11 Factor de Resistencia ( $F_R$ )

En muros sujetos a compresión axial	
$F_R = 0.6$	para muros confinados ( <i>sección 4.3</i> ) o reforzados interiormente ( <i>sección 4.4</i> ).
$F_R = 0.3$	para muros no confinados ni reforzados interiormente ( <i>sección 4.5</i> ).
En muros sujetos a flexocompresión en su plano o a flexocompresión fuera de su plano.	
$F_R = 0.8$	si $P_u \leq \frac{P_R}{3}$
$F_R = 0.6$	si $P_u > \frac{P_R}{3}$
En muros sujetos a fuerza cortante	
$F_R = 0.7$	para muros diafragma ( <i>sección 4.2</i> ), muros confinados ( <i>sección 4.3</i> ) y muros con refuerzo interior ( <i>sección 4.4</i> ).
$F_R = 0.4$	para muros no confinados ni reforzados interiormente ( <i>sección 4.5</i> ).

### 3.2.5 HIPÓTESIS PARA LA OBTENCIÓN DE RESISTENCIAS DE DISEÑO A FLEXIÓN

La determinación de las resistencias de secciones, de cualquier forma, que estén sujetas a flexión (carga axial o ambas), se realiza con el criterio de resistencia a flexocompresión que se especifica para concreto reforzado y con base en las hipótesis siguientes:

- El comportamiento de la mampostería es el de un material homogéneo.
- La distribución de deformaciones unitarias longitudinales en la sección transversal de un elemento es plana.
- El acero de refuerzo es el único que resiste los esfuerzos de tensión.
- Se considera que la adherencia entre el acero de refuerzo vertical y el concreto o mortero de relleno que lo rodea es perfecta.
- La sección falla cuando se alcanza la deformación unitaria máxima a compresión de 0.003 en la mampostería.
- La curva esfuerzo deformación de la mampostería se tomará lineal hasta la falla, a menos que ensayos en pilas permitan obtener una mejor determinación de dicha curva.

En muros con piezas huecas en los que no todas las celdas estén rellenas con mortero o concreto, se considera el valor de  $f_m^*$  de las piezas huecas sin relleno en la zona a compresión.

Los muros que se encuentren sometidos a momentos flexionantes perpendiculares a su plano, pueden ser confinados o reforzados interiormente.



Si los muros son reforzados interiormente, la resistencia a flexocompresión puede determinarse tomando en cuenta el refuerzo vertical del muro, siempre y cuando la separación de éste no sea mayor de seis veces el espesor del muro ( $s \leq 6t$ ).

### **3.2.6 RESISTENCIA DE LA MAMPOSTERÍA A CARGAS LATERALES**

La fuerza cortante que toma la mampostería se basa en el esfuerzo cortante resistente de diseño que, en las NTC para Mampostería, se toma igual a la resistencia a compresión diagonal ( $v_m^*$ ).

### **3.2.7 ASPECTOS GENERALES DE ANÁLISIS Y DISEÑO POR SISMO**

Los aspectos básicos que se deben tomar en cuenta en el análisis como en el diseño de estructuras por sismo son los siguientes, su aplicación se realizará en la *sección 3.3*.

#### **3.2.7.1 Muros Divisorios, de Fachada y de Colindancia**

Cuando los muros de mampostería sean divisorios, de fachada o de colindancia, deben observarse las siguientes disposiciones.

##### ***I. Muros que Contribuyan a Resistir Fuerzas Laterales***

- 1) Si los muros contribuyen a resistir fuerzas laterales, éstos deben ligarse a los marcos estructurales, o bien, a castillos y dalas en todo su perímetro.
- 2) La rigidez de este muro se toma en cuenta para el análisis sísmico y debe verificarse su resistencia.
- 3) Los castillos y dalas que rodean en su perímetro a estos muros, deben estar ligados a los marcos.
- 4) Las vigas, losas y columnas deben resistir la fuerza cortante, el momento flexionante, las fuerzas axiales y, las torsiones que puedan inducir los muros en ellas.
- 5) Las uniones entre elementos estructurales deben resistir las acciones mencionadas en el inciso anterior.

##### ***II. Muros que No Contribuyan a Resistir Fuerzas Laterales***

- 6) Si los muros no contribuyen a resistir fuerzas laterales, deben sujetarse a la estructura de manera que no restrinjan la deformación de ésta en el plano del muro, pero sí deben impedir el volteo de éstos en dirección normal a su plano.
- 7) De preferencia, estos muros deben ser de materiales flexibles.

#### **3.2.7.2 Zonificación**

El RCDF clasifica, en su artículo 174, a todas las estructuras según su uso y destino en los siguientes grupos (*tabla 3.12*):



Tabla 3.12 Clasificación de las edificaciones de acuerdo al RDCF

GRUPO	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLOS
A	Edificaciones cuya falla estructural puede causar la pérdida de un gran número de personas, pérdidas económicas, pérdidas culturales excepcionalmente altas, una edificación que constituya un peligro significativo por contener sustancias explosivas o tóxicas, o de edificaciones cuyo funcionamiento sea esencial en una emergencia urbana.	Hospitales, escuelas, terminales de transporte, estación de bomberos, centrales eléctricas y de telecomunicaciones, estadios, museos, edificios que alojen archivos y registros públicos de particular importancia a juicio del Departamento, depósitos de sustancias inflamables o tóxicas, etc.
B	Edificaciones cuya falla estructural puede causar la pérdida de personas aunque no de manera considerable, y pérdidas económicas a menor escala.	Vivienda, oficinas, locales comerciales, hoteles y construcciones comerciales e industriales no incluidas en el grupo A.

De igual manera, el grupo B se subdivide en dos zonas: zona B1 y zona B2 (*tabla 3.12b*).

Por otro lado, RCDF, en su artículo 175, divide a el Distrito Federal en tres zonas (I, II y III), dependiendo del tipo de suelo. En su artículo 219 establece las características de estas zonas (*tabla 3.13*).

En la *figura 3.3* se muestra la zonificación de la Ciudad de México para efectos de sismo

Tabla 3.12b. Subclasificación de las edificaciones tipo B de acuerdo al RCDF

SUBGRUPO	CARACTERÍSTICAS	
B1	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Edificaciones con más de 30m de altura o con más de 6,000m<sup>2</sup> de área total construida.</li> <li><input type="checkbox"/> Ubicadas en las zonas I y II (<i>tabla 3.13</i>).</li> </ul>	<p>En ambos casos, las áreas se refieren a un sólo cuerpo de edificio que cuente con medios propios de desalojo (acceso y escaleras), incluyen las áreas de anexos, como pueden ser los propios cuerpos de escaleras.</p> <p>El área de un cuerpo que no cuente con medios propios de desalojo debe adicionarse a la de aquel otro a través del cual se desaloje. También templos, salas de espectáculos y edificios que cuenten con salas de reunión que puedan alojar más de 200 personas.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Construcciones de más de 15m de altura o con más de 3,000m<sup>2</sup> de área total construida.</li> <li><input type="checkbox"/> Ubicadas en la zona III que especifica el RCDF en su artículo 175.</li> </ul>	
B2	Las demás del grupo B	



Tabla 3.13. Características de las Zonas sísmicas de acuerdo al RCDF

ZONA	CARACTERÍSTICAS
<b>I Lomas</b>	<ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Formada por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre.</li><li><input type="checkbox"/> Pueden existir depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos, ya sean superficialmente o intercalados.</li><li><input type="checkbox"/> Es frecuente la presencia de oquedades en rocas, de cavernas y túneles excavados en suelos para explotar minas de arena.</li></ul>
<b>II Transición</b>	<ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Los depósitos profundos se encuentran a 20m de profundidad o menos.</li><li><input type="checkbox"/> Constituida, predominantemente, por estratos arenosos y limoarenosos intercalados con capas de arcilla lacustre; el espesor de éstas es variable, va de unas cuantas decenas de centímetros hasta pocos metros.</li></ul>
<b>III Lacustre</b>	<ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> Integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresible, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla.</li><li><input type="checkbox"/> Las capas arenosas son de consistencia firme a muy dura, de espesores variables que van de centímetros a varios metros.</li><li><input type="checkbox"/> Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales y rellenos artificiales.</li><li><input type="checkbox"/> El espesor de este conjunto puede ser superior a los 50m.</li></ul>

La determinación de la zona que corresponde a un predio en cuestión se realiza por medio de estudios del subsuelo y como lo establecen las NTC. Cuando sean edificaciones medianas o ligeras, cuyas características se definen en las NTC para Sismo, la zona puede determinarse mediante el mapa incluido en las mismas (*Figura 3.3*), si el predio está dentro de la porción zonificada; los predios ubicados a menos de 200m de las fronteras entre dos de las zonas, se supondrán ubicados dentro de la más desfavorable.

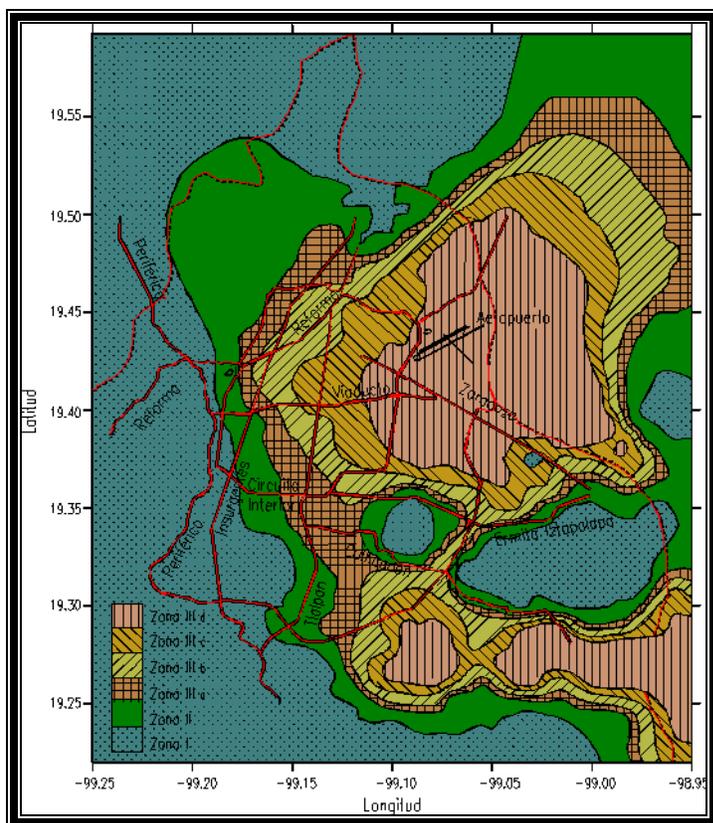


Figura 3.3. Zonas sísmicas de la Ciudad de México

### 3.2.7.3 Coeficiente Sísmico

El coeficiente sísmico ( $c$ ), es el cociente de la fuerza cortante horizontal que actúa en la base de la edificación por efecto del sismo ( $V_o$ ) entre el peso de la edificación sobre dicho nivel ( $W_o$ ) (ecuación 3.3).

Ecuación 3.3

$$c = \frac{V_o}{W_o}$$

En donde:

$C$  = coeficiente sísmico.

$V_o$  = fuerza cortante horizontal en la base de la construcción.

$W_o$  = valor de  $W$  en la base de la estructura.

Con este fin se toma como base o desplante de la estructura el nivel a partir del cual sus desplazamientos con respecto al terreno circundante comienzan a ser significativos.

Para calcular el peso total se toman en cuenta las cargas muertas y vivas que correspondan.

El coeficiente sísmico, de acuerdo al artículo 206 del RCDF, para las edificaciones clasificadas como del grupo A y B, se deben tomar de acuerdo a la *tabla 3.14*.

Tabla 3.14 coeficiente sísmico para estructuras tipo A y B<sup>3.2</sup>

<sup>3.2</sup> Propuesta de zonificación de las NTC para Sismo.



ZONA	Grupo A	Grupo B
	c	
I	0.24	0.16
II	0.48	0.32
III <sub>a</sub> y III <sub>c</sub>	0.60	0.40
III <sub>b</sub>	0.68	0.45
III <sub>d</sub>	0.45	0.30

En caso de utilizar el método simplificado de análisis, los coeficientes sísmicos a considerar serán los indicados en la *sección 3.3.3.2*.

### 3.2.7.4 Espectros de Diseño Sísmico

Cuando se aplique el análisis dinámico modal, se toma como ordenada del espectro de aceleraciones para diseño sísmico ( $a$ ), expresada como fracción de la aceleración de la gravedad, la que se indica a continuación (*ecuaciones 3.4*):

Ecuaciones 3.4

$a = a_0 + (c - a_0) \frac{T}{T_a}$	si $T < T_a$
$a = c$	si $T_a \leq T \leq T_b$
$a = qc$	si $T > T_b$
Siendo $q = (T_b/T)^r$	
En donde: r = exponente en las expresiones para el cálculo de las ordenadas de los espectros de diseño. T = periodo natural de vibración de la estructura. T <sub>a</sub> y T <sub>b</sub> = periodos característicos de los espectros de diseño. a <sub>0</sub> = valor a que corresponde a T = 0. a = ordenada de los espectros de diseño, como fracción de la aceleración de la gravedad. c = coeficiente sísmico.	

Los parámetros que intervienen en estas expresiones se obtienen de la *tabla 3.15*.

Tabla 3.15 Valores de los parámetros para calcular los espectros de aceleraciones



Zona	c (grupo A)	c (grupo B)	a <sub>o</sub>	T <sub>a</sub> <sup>3.3</sup>	T <sub>b</sub> <sup>3.3</sup>	R
I	0.24	0.16	0.04	0.2	1.35	1.0
II	0.48	0.32	0.08	0.2	1.35	1.3 3
III <sub>a</sub>	0.60	0.40	0.10	0.53	1.8	2
III <sub>b</sub>	0.68	0.45	0.11	0.85	3.0	2
III <sub>c</sub>	0.45	0.40	0.10	1.25	4.2	2
III <sub>d</sub>	0.24	0.30	0.10	0.85	4.2	2

### 3.2.7.5 Factor de Comportamiento Sísmico

Para el factor de comportamiento sísmico ( $Q$ ) se adoptan los valores especificados en la *tabla 3.16*:

**Tabla 3.16 Factor de comportamiento sísmico**

Q	Requisitos
4	<p>a) La resistencia en todos los entrepisos es suministrada exclusivamente por marcos no contraventeados de acero, concreto reforzado o compuestos de los dos materiales, o bien por marcos contraventeados o con muros de concreto reforzado o de placa de acero o compuestos de los dos materiales, en los que en cada entrepiso los marcos son capaces de resistir, sin contar muros ni contravientos, cuando menos 50% de la fuerza sísmica actuante.</p> <p>b) Si hay muros de mampostería ligados a la estructura en la forma especificada en la <i>sección 3.2.7.1</i>, éstos se deben considerar en el análisis, pero su contribución a la resistencia ante fuerzas laterales sólo se tomará en cuenta si son de piezas macizas, y los marcos, sean o no contraventeados, y los muros de concreto reforzado, de placa de acero o compuestos de los dos materiales, son capaces de resistir al menos 80% de las fuerzas laterales totales sin la contribución de los muros de mampostería.</p> <p>c) El mínimo cociente de la capacidad resistente de un entrepiso entre la acción de diseño no difiere en más de 35% del promedio de dichos cocientes para todos los entrepisos. Para verificar el cumplimiento de este requisito, se calculará la capacidad resistente de cada entrepiso teniendo en cuenta todos los elementos que puedan contribuir a la resistencia, en particular los muros que se hallen en el caso de la <i>sección 3.2.7.1</i>. El último entrepiso queda excluido de este requisito.</p> <p>d) Los marcos y muros de concreto reforzado cumplen con los requisitos que fijan las Normas correspondientes para marcos y muros dúctiles.</p> <p>e) Los marcos rígidos de acero satisfacen los requisitos para marcos con ductilidad alta que fijan las NTC para Acero, o están provistos de contraventeo excéntrico de acuerdo con las mismas Normas.</p>
3	<p>Cuando se satisfacen las condiciones b y d ó e para <math>Q = 4</math>, y en cualquier entrepiso dejan de satisfacerse las</p>

<sup>3.3</sup> Periodos en segundos.



	condiciones a ó c, pero la resistencia en todos los entrepisos es suministrada por columnas de acero o de concreto reforzado con losas planas, por marcos rígidos de acero, por marcos de concreto reforzado, por muros de concreto o de placa de acero o compuestos de los dos materiales, por combinaciones de éstos y marcos o por diafragmas de madera. Las estructuras con losas planas y las de madera deberán además satisfacer los requisitos que sobre el particular marcan las Normas correspondientes. Los marcos rígidos de acero satisfacen los requisitos para ductilidad alta o están provistos de contraventeo concéntrico dúctil, de acuerdo con las NTC para Acero.
2	<p>Cuando la resistencia a fuerzas laterales sea suministrada por losas planas con columnas de acero o de concreto reforzado, por marcos de acero con ductilidad reducida o provistos de contraventeo con ductilidad normal, o de concreto reforzado que no cumplan con los requisitos para ser considerados dúctiles, o muros de concreto reforzado, de placa de acero o compuestos de acero y concreto, que no cumplen en algún entrepiso lo especificado para <math>Q=4</math> y <math>Q=3</math>, o por muros de mampostería de piezas macizas confinados por castillos, dalas, columnas o traves de concreto reforzado o de acero que satisfacen los requisitos de las NTC para Concreto y para Acero.</p> <p>Cuando la resistencia sea suministrada por elementos de concreto prefabricado o presforzado, con las excepciones que sobre el particular marcan las NTC para Concreto, o cuando se trate de estructuras de madera con las características que se indican en las Normas respectivas, o de algunas estructuras de acero que se indican en las NTC para Acero.</p>
1.5	Cuando la resistencia a sea suministrada en todos los entrepisos por muros de mampostería de piezas huecas, confinados o con refuerzo interior, que satisfacen los requisitos de las NTC para Mampostería; por combinaciones de dichos muros con elementos como los descritos para $Q=3$ y $Q=2$ ; por marcos y armaduras de madera; o por algunas estructuras de acero que se indican en las NTC para Acero.
1	En estructuras cuya resistencia a fuerzas laterales es suministrada al menos parcialmente por elementos o materiales diferentes de los arriba especificados, a menos que se haga un estudio que demuestre, a satisfacción de la Administración, que se puede emplear un valor más alto que el que aquí se especifica; también en algunas estructuras de acero que se indican en las NTC para Acero.
<p>➤ En todos los casos se usa, para toda la estructura en la dirección de análisis, el valor mínimo de <math>Q</math> que corresponde a los diversos entrepisos de la estructura en dicha dirección.</p> <p>➤ El factor <math>Q</math> puede diferir en las dos direcciones ortogonales en que se analiza la estructura, según sean las propiedades de ésta en dichas direcciones.</p>	

En resumen, para el caso de estructuras de mampostería, podemos decir que los factores de comportamiento sísmico son (*tabla 3.16b*):

Tabla 3.16b. Factor de comportamiento sísmico para edificaciones de mampostería

Q	Casos
2	Para estructuras a base de muros de mampostería de piezas macizas confinados por castillos y dalas de concreto reforzado.
1.5	Para estructuras a base de muros de mampostería de piezas huecas, confinados o con refuerzo interior.
1	Para estructuras no confinadas ni reforzadas interiormente.

### 3.2.7.6 Reducción de Fuerzas Sísmicas y Desplazamientos

Cuando se aplique el método estático o un método dinámico para análisis sísmico, las fuerzas sísmicas calculadas pueden reducirse con fines de diseño, para lo cual se emplean los siguientes criterios, que están en función de las características estructurales y del terreno.



Para el cálculo de las fuerzas sísmicas para análisis estático y de las obtenidas del análisis dinámico modal se emplea un factor de reducción  $Q'$  que se calcula como sigue (ecuaciones 3.5):

Ecuaciones 3.5

$Q' = Q$	si se desconoce $T$ , o si $T \geq T_a$
$Q' = 1 + \frac{T}{T_a}(Q - 1)$	si $T < T_a$
En donde: $T$ = periodo natural de vibración de la estructura. $T_a$ = periodos característicos de los espectros de diseño. $Q$ = factor de comportamiento sísmico. $Q'$ = factor de reducción de las fuerzas sísmicas con fines de diseño.	

Cuando se use el método estático,  $T$  se toma igual al periodo fundamental de vibración de la estructura, e igual al periodo natural de vibración del modo que se considere cuando se utilice el análisis dinámico modal.

Para estructuras irregulares, el valor de  $Q'$  debe corregirse tal y como se indica en la sección 3.2.7.7-IV.

### 3.2.7.7 Condiciones de Regularidad de una Estructura

#### I. Estructura Regular

Una estructura se considera regular si cumple simultáneamente con los siguientes puntos:

- 1) Si la planta del edificio es sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales por lo que toca a masas, así como a muros y otros elementos resistentes, además de ser sensiblemente paralelos a los ejes ortogonales principales del edificio.
- 2) La relación altura/dimensión menor de su base debe ser  $\leq$  de 2.5.
- 3) La relación largo/ancho de la base debe ser  $\leq$  de 2.5.
- 4) En planta, no existen entrantes ni salientes cuya dimensión sea  $>$  al 20% de la dimensión de la planta medida paralelamente a la dirección que se considera del entrante o saliente.
- 5) Cada nivel Cuenta con un sistema de techo o piso rígido resistente.
- 6) No cuenta con aberturas en sus sistemas de techo o piso mayores ,en su dimensión, de 20% de la dimensión en planta medida paralelamente a la abertura; las áreas huecas no ocasionan asimetrías significativas ni difieren en posición de un piso a otro. El área total de aberturas no excede en ningún nivel de 20% del área de la planta.
- 7) El peso de cada nivel, incluyendo la carga viva que debe considerarse para diseño sísmico, no es mayor que 110% del correspondiente al piso inmediato inferior ni, excepción hecha del último nivel de la construcción, es menor que 70% de dicho peso.
- 8) Ningún piso tiene un área, delimitada por los paños exteriores de sus elementos resistentes verticales, mayor que 110% de la del piso inmediato inferior ni menor que 70% de ésta. Se



exime de este último requisito únicamente al último piso de la construcción. Además, el área de ningún entrepiso excede en más de 50% a la menor de los pisos inferiores.

- 9) Todas las columnas están restringidas en todos los pisos en dos direcciones sensiblemente ortogonales por diafragmas horizontales y por trabes o losas planas.
- 10) Ni la rigidez ni la resistencia al corte de ningún entrepiso difieren en más de 50% de la del entrepiso inmediatamente inferior. El último entrepiso queda excluido de este requisito.
- 11) En ningún entrepiso la excentricidad torsional calculada estáticamente ( $e_s$ ) excede del diez por ciento de la dimensión en planta de ese entrepiso medida paralelamente a la excentricidad mencionada.

## ***II. Estructura Irregular***

Una estructura se considera irregular si no cumple con alguno de los puntos indicados anteriormente.

## ***III. Estructura Fuertemente Irregular***

Si una estructura cumple alguna de las siguientes dos consideraciones, se considera como una estructura fuertemente irregular.

- 1) Si la excentricidad torsional calculada estáticamente ( $e_s$ ) es mayor, en algún entrepiso, de 20% de la dimensión en planta de dicho entrepiso, medida paralelamente a la excentricidad mencionada.
- 2) Si la rigidez o la resistencia al corte de algún entrepiso supera en más del 100% a la del piso inferior inmediato.

## ***IV. Corrección por Irregularidad***

Cuando una estructura sea irregular o fuertemente irregular, puede corregirse multiplicando el factor de reducción  $Q'$  por los siguientes factores (*tabla 3.17*):

**Tabla 3.17. Factores de corrección por irregularidad**

<b>Factor</b>	<b>Condición</b>
<b>0.9</b>	Cuando no se cumpla con alguno de los requisitos para una estructura regular
<b>0.8</b>	Cuando no se cumpla con dos de los requisitos para una estructura regular
<b>0.7</b>	Cuando la estructura sea fuertemente irregular
<b>En ningún caso el factor <math>Q'</math> será <math>&lt; 1</math></b>	

### **3.2.7.8 Separación de Edificios Colindantes**

Las edificaciones deben tener una separación de sus linderos, respecto a predios vecinos, mayor a 5 cm. o mayor al desplazamiento horizontal calculado para el nivel que se trate de acuerdo a la *sección 3.2.2*.



---

Dicha separación se aumentará en 0.001 (para zona I), 0.003 (para zona II), o 0.006 (para zona III) veces la altura de dicho nivel sobre el terreno.

En caso de aplicarse el método simplificado de análisis (*sección 3.3.3.2*), la separación debe ser mayor a 5 cm o mayor que la altura del entrepiso multiplicada por 0.007 (para zona I), 0.009 (para zona II), o 0.012 (para zona III).

Cuando una edificación del predio adyacente tenga una separación menor a la especificada, la nueva construcción debe realizarse de modo que la separación no sea menor a la suma requerida para ambas edificaciones, a menos que se garantice la nula ocurrencia de daños entre estructuras.

La separación puede reducirse a la mitad si ambas estructuras tienen la misma estructuración, altura y si las losas de todos los niveles coinciden a la misma altura.

Los espacios entre edificios deben quedar libres. En caso del uso de tapajuntas, éstas deben permitir el libre desplazamiento tanto vertical como horizontal de las estructuras.

## **3.3 MÉTODOS DE ANÁLISIS**

Una estructura de mampostería está sujeta, durante su vida útil, principalmente a los siguientes efectos:

1. Carga vertical debida al peso de las losas, de las cargas vivas y a su peso propio.
2. Fuerzas cortantes y momentos de volteo (flexión) originadas por las fuerzas de inercia durante un sismo.
3. Empujes normales al plano de los muros que son causados por empuje del viento, tierra o agua, así como por fuerzas de inercia cuando el sismo actúa normal al plano del muro.

Ante las acciones mencionadas puede ocurrir la falla de la mampostería, por ello es necesario conocer el comportamiento y tipo de falla.

### **3.3.1 CRITERIO GENERAL**

La evaluación de fuerzas y momentos internos en muros se hace por medio de un análisis elástico. Cuando se hace la determinación de las propiedades elásticas de los muros debe considerarse el hecho de que la mampostería no resiste tensiones en la dirección normal a las juntas, por lo tanto, se deben emplear las propiedades de las secciones agrietadas y



transformadas cuando dichas tensiones aparezcan. En la práctica profesional es frecuente que se utilice la sección geométrica sin transformar.

El módulo de elasticidad del acero de refuerzo y los módulos de elasticidad y cortante de la mampostería, se toman como se indica en las *secciones 2.5.3, 2.1.4.5 y 2.1.4.6*, respectivamente. Para el concreto se usa el valor supuesto en la *sección 2.3.3.5*.

### **3.3.2 ANÁLISIS POR CARGA VERTICAL.**

En edificaciones de mampostería, estas cargas son soportadas por los muros, llamados también muros de carga, que tienen como finalidad soportar y transmitir las cargas a la cimentación.

La falla por carga vertical es poco probable que ocurra debido a que el área de los muros es grande; podría ocurrir si las piezas son de muy mala calidad o porque han perdido capacidad de carga por efecto del intemperismo. Esta falla se identifica porque el material literalmente se aplasta cuando es de baja calidad, o si es de buena calidad aparecen numerosas grietas verticales.

El RCDF establece que la resistencia de los muros a cargas verticales debe ser mayor o igual a la carga vertical última en cada muro de la estructura (*ecuación 3.6*).

Ecuación 3.6

$$P_R \geq P_u$$

En donde:

$P_R$  = carga resistente del muro ante cargas verticales.

$P_u$  = carga vertical actuante debida al peso propio, al peso de las losas y al generado por el funcionamiento de la construcción será multiplicada por el factor de carga respectivo y que, en cada caso, corresponde a  $FC = 1.4$ , el cual es el que debe aplicarse para combinaciones de cargas muertas y cargas vivas.

Para el análisis por cargas verticales debe tomarse en cuenta que en las juntas de los muros y en los elementos de piso, debido al aplastamiento del mortero, ocurren rotaciones locales. Es por ello que para muros que soportan losas de concreto monolíticas o prefabricadas, se supone que la junta tiene capacidad de rotación para que pueda considerarse que, para efectos de distribución de momentos en el nudo muro–losa, la rigidez de los muros es nula y que los muros sólo quedan cargados axialmente.

En el análisis se debe considerar la interacción que pueda existir entre el suelo, la cimentación y los muros.

#### **3.3.2.1 Fuerzas y Momentos de Diseño**

La determinación de cargas verticales actuantes sobre cada uno de los muros de mampostería puede realizarse mediante áreas tributarias.



Para cuestiones de diseño, únicamente se toman en cuenta los siguientes momentos flexionantes.

- Los momentos flexionantes que deben ser resistidos por condiciones de estática y que no pueden ser redistribuidos por la rotación del nudo. (Ejemplos: momentos ocasionados por voladizos que se empotren en el muro y los debidos a empujes de viento o sismo, normales al plano del muro).
- Los momentos flexionantes debidos a la excentricidad con que se transmite la carga de la losa del piso inmediatamente superior en muros extremos; tal excentricidad ( $e_c$ ) se tomará igual a (ecuación 3.7):

Ecuación 3.7

$$e_c = \frac{t}{2} - \frac{b}{3}$$

En donde:

$e_c$  = excentricidad con que se transmite la carga de la losa a muros extremos.

$t$  = el espesor del muro.

$b$  = es la longitud de apoyo de una losa soportada por el muro (fig. 3.4).

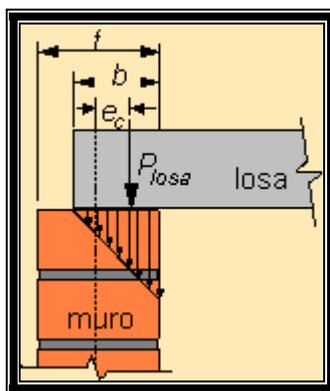


Figura 3.4. Excentricidad de la carga vertical

### 3.3.2.2 Carga Vertical Resistente y Factor de Reducción por los Efectos de Excentricidad y Esbeltez

El RCDF establece una expresión mediante la cual se puede determinar la carga vertical que un muro puede resistir (ecuación 3.8):

Ecuación 3.8

$$P_R = F_R \cdot F_E \cdot f_m^* \cdot A_t$$

En donde:

$P_R$  = carga vertical resistente.

$F_R$  = factor de reducción.

$F_E$  = factor de reducción por excentricidad y esbeltez del muro.

$f_m^*$  = esfuerzo a compresión de diseño de la mampostería.



$A_i = \text{Área del muro en planta.}$

Es admisible tomar los efectos de excentricidades y esbeltez mediante los valores aproximados del factor de reducción ( $F_E$ ) cuando se cumplen las condiciones siguientes (tabla 3.18).

Tabla 3.18 Factor de reducción por efectos de excentricidades y esbeltez

$F_E$		Se debe cumplir simultáneamente las siguientes condiciones
0.7	para muros interiores que soporten claros que no difieren en más de 50%.	1) Las deformaciones de los extremos superior e inferior del muro en la dirección normal a su plano están restringidas por el sistema de piso (por dalas o por otros elementos) que se liga a los muros mediante el refuerzo vertical de éstos. 2) La excentricidad en la carga axial aplicada es menor que $t/12$ y no hay fuerzas significativas que actúan en dirección normal al plano del muro; y 3) La relación altura libre a espesor del muro ( $H/t$ ) no excede de 20.
0.6	para muros extremos o con claros que difieran en más de 50% así como para casos en que la relación entre cargas vivas y cargas muertas de diseño excede de uno	

Quando no se cumplan las condiciones anteriores, el factor de reducción por excentricidad y esbeltez se determina como el menor entre el que se especifica los  $F_E$  anteriores y el que se obtiene con la ecuación 3.9:

$$F_E = \left(1 - \frac{2e'}{t}\right) \left[1 - \left(\frac{kH}{30t}\right)^2\right] \quad \text{Ecuación 3.9}$$

En donde:

$H$  = altura libre de un muro entre elementos capaces de darle apoyo lateral.  
 $e'$  = excentricidad calculada para la carga vertical más una excentricidad accidental que se tomará igual a  $t/24$ .  
 $k$  = factor de altura efectiva del muro que se determinará según el criterio siguiente:  
 $k = 2$  para muros sin restricción al desplazamiento lateral en su extremo superior.  
 $k = 1$  para muros extremos en que se apoyan losas.  
 $k = 0.8$  para muros limitados por dos losas continuas a ambos lados del muro.

### 3.3.2.3 Efecto de las Restricciones a las Deformaciones Laterales

Quando el muro en consideración esté ligado a muros transversales, a contrafuertes, a columnas o castillos que restrinjan su deformación lateral, el factor  $F_E$  se calcula con la ecuación 3.10:

Ecuación 3.10

$$F_E = \left(1 - \frac{2e'}{t}\right) \left[1 - \left(\frac{kH}{30t}\right)^2\right] \left(1 - \frac{H}{L'}\right) + \frac{H}{L'} \leq 0.9$$

En donde:

$L'$  = la separación de los elementos rigidizantes transversales al muro (fig.3.5).

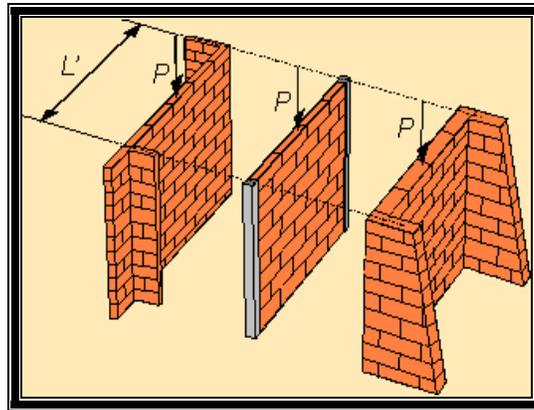


Figura 3.5 Restricción a la deformación lateral

### 3.3.3 ANÁLISIS POR CARGAS LATERALES

Las causas por las que una estructura de mampostería se encuentre sometida a cargas laterales u horizontales pueden ser diversas; sin embargo, la causa más frecuente e importante es el sismo. La acción sísmica produce diversos efectos, siendo el más importante el de fuerza cortante en la estructura, que debe resistir dicha fuerza mediante sus elementos estructurales (marcos rígidos y/o muros).

La falla por este tipo de cargas se produce cuando se alcanza el esfuerzo resistente en tensión de la mampostería, el cual, generalmente, es muy bajo (del orden de 1 a 2 kg/cm<sup>2</sup>), pudiendo ocurrir en el plano del muro o perpendicular a este.

La determinación de fuerzas y momentos internos que actúan en los muros puede realizarse mediante métodos dinámicos, estáticos o empleando el método simplificado de análisis. Se debe considerar el efecto de aberturas en la rigidez y resistencia laterales.

Las siguientes dos *secciones*, 3.3.3.1 y 3.3.3.2, establecen las características, requisitos, ventajas y desventajas de cada método.

El ensaye de compresión diagonal (*sección 2.1.4.2*) permite obtener el esfuerzo cortante resistente de la mampostería y el módulo de rigidez a cortante; sin embargo, este tipo de prueba no es representativa del comportamiento de un muro bajo cargas laterales, ya que en ella no existen deformaciones ni esfuerzos por flexión como las que ocurren en muros sometidos a cargas laterales, como las producidas en edificaciones de mampostería sometidas a solicitaciones sísmicas.

Para realizar el ensaye de un muro ante cargas laterales se prueba al espécimen en voladizo (*figura 3.6*), por lo que se introducen esfuerzos cortantes simultáneamente con esfuerzos de flexión.

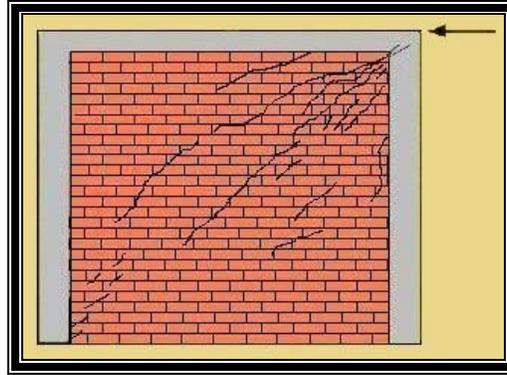


Figura 3.6 Ensaye en voladizo de un muro de mampostería confinada

En muros de mampostería confinada, el comportamiento ante cargas laterales es muy semejante al que se tiene en el ensaye de compresión diagonal. Sin embargo, debido a la presencia de flexiones que disminuyen los esfuerzos verticales en un extremo del muro y los incrementan en el otro, la fuerza cortante que produce el agrietamiento es menor cuando el ensaye se realiza en voladizo que cuando se efectúa en compresión diagonal. El esfuerzo cortante que produce el agrietamiento diagonal en un muro sujeto a cargas laterales y sin esfuerzos de compresión significativos puede estimarse con la *ecuación 3.11*.

Ecuación 3.11

$$V_a = 0.8V_{aCD}$$

En donde:

$V_a$  = es el esfuerzo cortante que produce el primer agrietamiento en un muro sujeto a cargas laterales.

$V_{aCD}$  = es el esfuerzo cortante que produce el agrietamiento diagonal en un ensaye de compresión diagonal.

De resultados de ensayos en voladizo realizados en el Instituto de Ingeniería de la UNAM, se ha visto que los esfuerzos de agrietamiento varían en un intervalo muy estrecho (2 a 3 kg/cm<sup>2</sup>) mientras que los esfuerzos máximos resultan considerablemente mayores y el intervalo de variación es más amplio.<sup>3.3</sup>

Cuando el ensaye es en voladizo la deformación angular a la cual ocurre el agrietamiento varía entre 0.0015 y 0.0025, mientras que para pruebas en compresión diagonal el agrietamiento ocurre para deformaciones de 0.0005 a 0.0015.

La grieta diagonal se forma inicialmente en el centro del muro y se prolonga rápidamente hacia los extremos, siguiendo la inclinación, generalmente, de la diagonal. Cuando el ensaye es en voladizo y se aplican cargas verticales al muro, las grietas tienden a ser más horizontales.

Cuando los muros están hechos con piezas débiles y de superficies rugosas con buena adherencia con el mortero, la falla se presenta por las piezas. También, este tipo de falla, es típica de muros en los que existen esfuerzos de compresión altos en dirección normal a las juntas.

<sup>3.3</sup> Miranda, Eduardo. "Comportamiento mecánico de la mampostería confinada" Centro nacional de prevención de desastres.



---

Cuando los muros están hechos con piezas de alta resistencia y de escasa adherencia con el mortero por tener superficies lisas o huecos muy grandes, la falla se origina en las juntas. También en muros en los que no existen esfuerzos verticales.

La presencia y características de las dalas y castillos no tiene una influencia significativa en el comportamiento de la mampostería antes de que se produzca el primer agrietamiento diagonal, pues se ha observado que el comportamiento hasta el primer agrietamiento diagonal en muros de mampostería confinada por medio de dalas y castillos, es prácticamente el mismo al de los muros de mampostería no reforzada.

Después del agrietamiento diagonal, existe una importante distribución de esfuerzos, y el puntal de compresión de la mampostería incrementa notablemente las demandas de flexión pero principalmente de cortante en los extremos de los castillos. Este incremento en fuerza cortante puede producir la falla en la esquina del castillo, ocasionando una reducción drástica de la capacidad resistente del muro. Si el castillo, en sección y armado, es capaz de resistir esta fuerza cortante en su parte inferior y superior, el muro confinado puede soportar cargas laterales adicionales que provocan generalmente la formación de nuevas grietas con inclinaciones menores que la diagonal. Esto da lugar a un modo de falla, en el cual el sistema puede idealizarse como dos bloques rígidos de muro que actúan sobre dos tramos cortos de los castillos. En este sistema idealizado, la fuerza lateral es resistida, en parte, por fricción y anclaje mecánico a lo largo de la grieta y por la resistencia a cortante de los castillos en los extremos de la grieta. La falla puede ocurrir nuevamente por cortante en los castillos, o si estos tienen resistencia suficiente en cortante existe reserva de carga importante hasta que los dos tramos cortos de los castillos llegan a articularse, y el conjunto es capaz de soportar deformaciones muy grandes.

Es importante estar consciente que la función principal de los castillos no es incrementar la capacidad máxima del muro ante cargas laterales sino la de aumentar su capacidad de deformación y la de postergar y disminuir la degradación de resistencia.

De lo anterior surge que los extremos superior e inferior de los castillos deben tener una resistencia adicional por cortante, lo cual se logra reduciendo la separación de los estribos a la mitad en una longitud igual  $1\frac{1}{2}$  la dimensión transversal del castillo.

Dicho de otra manera, la función de los castillos (así como de dalas) no es la de soportar cargas en condiciones normales de operación, sino de mantener unidos a los elementos de mampostería. Una vez que esta se agrieta la mampostería, el refuerzo contenido en dalas, castillos y en el interior de los muros, contribuyen a evitar la falla frágil de la mampostería soportando básicamente los esfuerzos por flexión o por cortante. Un ejemplo práctico para entender este efecto es el construir un cobertizo con cinco cartas de naipes, cuatro de ellas como muros y una como techo; al colocarlas aparentemente se encuentran estables, hasta que un ligero soplo o movimiento de la superficie en dónde se encuentra ocasiona el colapso de las cartas por no haber liga entre ellas; de aquí se ve la necesidad de dar continuidad a los distintos elementos, pudiendo ser mediante cinta adhesiva, lo que aumenta la rigidez y resistencia del



conjunto. Así, podemos relacionar a las cartetas con los muros y a la cinta adhesiva con dalas y castillos.

La introducción de aceros de refuerzo prefabricados y de alta resistencia para castillos ha ocasionado un incremento en la separación de los estribos llegando, en ocasiones, a ser igual a la dimensión transversal del castillo. En estos casos, se recomienda colocar estribos adicionales en los extremos inferior y superior de los armados en castillos. De igual forma es recomendable anclar, por medio de ganchos de 180°, el acero longitudinal de las dalas en el acero longitudinal de los castillos.

Si el refuerzo longitudinal del castillo de tensión es escaso y la carga vertical no muy alta, ocurre una falla por flexión del conjunto. El comportamiento es, en este caso, similar al de un elemento subreforzado de concreto. Las grietas de flexión se prolongan a lo largo de casi toda la sección, la rigidez disminuye en forma progresiva y ,finalmente, ocurre la fluencia del refuerzo de tensión, lo cual limita prácticamente la resistencia a cargas laterales del muro.

Aunque la dispersión en la resistencia lateral máxima del muro es mucho mayor que la que existe en la carga lateral que produce el primer agrietamiento, es posible relacionar la carga resistente de un muro sujeto a cargas laterales con la carga resistente de un murete probado en compresión diagonal por medio de la *ecuación 3.12*:

**Ecuación 3.12**

$$V_m = 0.45V_{mCD}$$

**En donde:**

$V_m$  = es el esfuerzo máximo resistente de un muro sujeto a cargas laterales.

$V_{mCD}$  = es el esfuerzo máximo resistente obtenido de una prueba de compresión diagonal.

La presencia de carga vertical aumenta la rigidez y la resistencia. En ensayos realizados en la UNAM, los esfuerzos de compresión producidos por las cargas verticales variaron entre 1.5 y 10 kg/cm<sup>2</sup>.<sup>3,4</sup> En todos los casos la presencia de carga vertical aumentó la resistencia a cargas laterales, con respecto a la de un muro idéntico ensayado sin carga vertical.

El incremento de resistencia es aproximadamente lineal con el nivel de carga vertical aplicado y no hay diferencia notable por efecto del tipo de estructuración o del tipo de falla.

Se aprecia cómo para la carga de agrietamiento este incremento es más uniforme que para la carga máxima, y está definido, de manera aproximada, por la *ecuación 3.13*:

$$V_w = V_o + 0.4W$$

**En donde:**

$V_w$  = fuerza que resiste el muro cuando está sujeto a carga vertical  $W$ .

$V_o$  = fuerza cortante que causa el agrietamiento del muro sin carga vertical.

<sup>3,4</sup> Ídem.



El incremento es más variable en cuanto a la carga máxima pero, puede afirmarse, es del mismo orden que para la carga de agrietamiento.

En muros diafragma, la curva carga-deformación se caracteriza por tener una zona inicial de alta rigidez; posteriormente, debido al surgimiento de una separación entre el muro y el marco en dos de las esquinas, surge una reducción en rigidez. El siguiente punto característico es una disminución brusca de la rigidez que corresponde a la formación de una grieta diagonal que se abre en las juntas o a través las piezas; de manera casi inmediata la carga vuelve a incrementarse hasta llegar a un valor máximo que puede ser bastante mayor que el de agrietamiento; después la carga se mantiene en niveles muy cercanos a la carga máxima para deformaciones relativamente grandes.

En el caso de la mampostería confinada el comportamiento no depende en forma importante de las características del marco confinante hasta la carga de agrietamiento diagonal; sin embargo, después de éste agrietamiento, la posible reserva de carga y en parte también la ductilidad, sí dependen del marco, especialmente de la resistencia en cortante de las esquinas, ya que si ésta es baja, la grieta diagonal se prolonga rápidamente en el marco y la carga no aumenta apreciablemente, mientras que si la esquina del marco es resistente, se tiene un incremento muy apreciable de carga hasta que ocurre la falla de aplastamiento local en la mampostería.

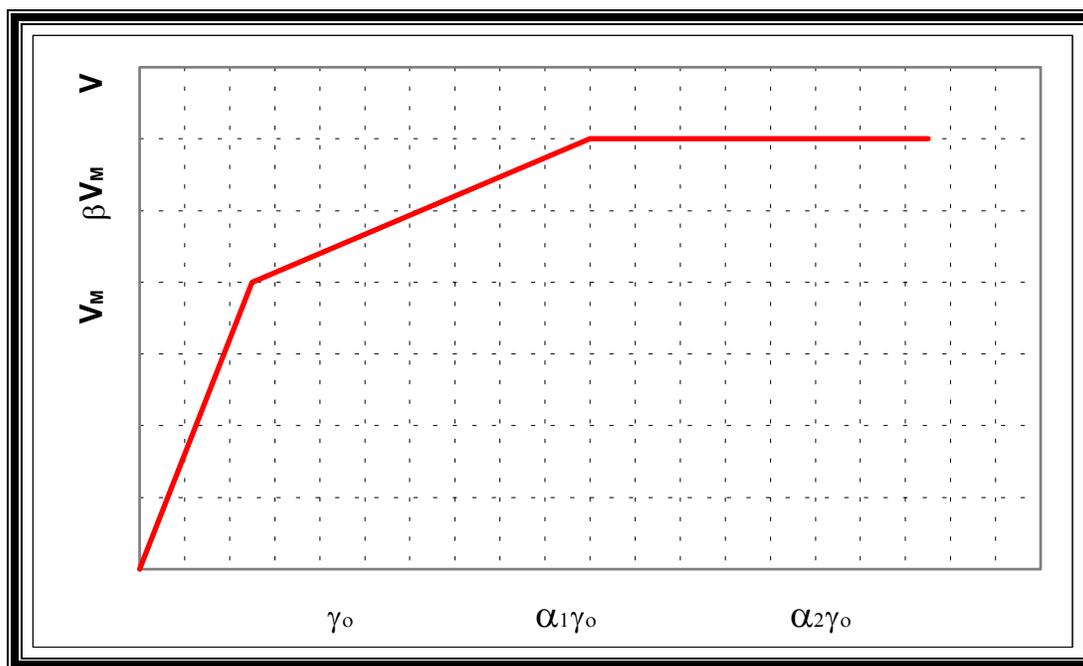


Figura 3.7 Curva trilineal propuesta por Meli

En ensayos de voladizo de marcos diafragma, si el refuerzo es suficiente en la columna de tensión del marco a manera que no haya problemas de flexión, el comportamiento es cualitativamente similar al observado en ensayos de compresión diagonal. Las características del marco tienen poca influencia hasta que se produce el agrietamiento diagonal; después, la



posibilidad de que se presente una falla por cortante en los castillos determina la reserva de carga arriba de la de agrietamiento y la magnitud de las deformaciones laterales que puede aceptar el conjunto antes de la falla.

En muros de mampostería sometidos a carga lateral, es común que la curva carga-deformación se represente con distorsión angular, desplazamiento lateral entre la altura del muro, en el eje de las abscisas contra carga lateral (o esfuerzo cortante promedio) en el eje de las ordenadas.

Con base en curvas obtenidas experimentalmente, Meli propuso una curva de tipo trilineal como la que se muestra en la *figura 3.7*. El primer tramo describe el comportamiento hasta cerca del agrietamiento del muro; el segundo tramo, de rigidez inferior, corresponde a la zona entre el agrietamiento y la carga máxima, después de la cual sigue en tramo horizontal hasta la falla.<sup>3.5</sup>

En este modelo se propone que la resistencia lateral del muro puede mantenerse en un determinado rango de deformaciones.

Como se ha venido mencionando, antes del agrietamiento (para distorsiones angulares menores a 0.001) el comportamiento de la mampostería es esencialmente elástico y no se observa ninguna degradación considerable. Sin embargo, después del primer agrietamiento la mampostería no reforzada se caracteriza por tener una fuerte degradación de rigidez y resistencia.

La rigidez lateral de la mampostería disminuye en la medida en la que se incrementa el número de ciclos y el nivel de deformación lateral.

La *figura 3.8* muestra la variación de la rigidez lateral, normalizada por la rigidez inicial, en función de la distorsión de entrepiso. Se observa que para el nivel de distorsión del doble del que produce el agrietamiento inicial se tiene una distorsión de menos de la mitad de la rigidez inicial.

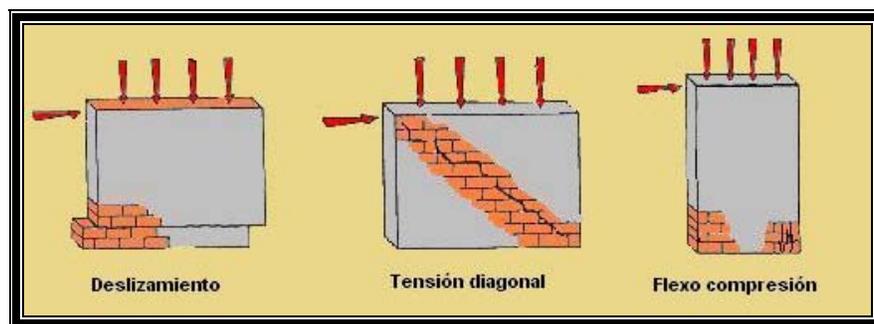


Figura 3.9 Posibles modos de falla en un muro de mampostería

La *figura 3.9* muestra los modos de falla más comunes de la mampostería. Como puede verse, además de la falla por flexión el muro puede fallar por tensión diagonal o bien por

<sup>3.5</sup> Ídem.



deslizamiento. En el caso de muros de mampostería reforzada, además de los modos de falla que aquí se presentan, se puede presentar una falla de compresión cuando la cuantía del acero es elevada.

Cuando existen problemas de flexión en el plano del muro, estos se identifican mediante grietas horizontales que se forman en los extremos del muro, siendo mayores las grietas en la parte inferior y disminuyendo en longitud en la altura del muro.

### 3.3.3.1 Métodos de Análisis Dinámico y Estático

Los siguientes puntos corresponden a características generales que envuelven a ambos métodos:

- Los efectos de cargas laterales que se produzcan por sismo pueden determinarse con base en las rigideces relativas de los distintos muros y segmentos de muro. Estas se determinan tomando en cuenta las deformaciones por cortante y por flexión.
- La revisión del estado límite de falla así como la evaluación de deformaciones por cortante, pueden realizarse considerando la sección transversal agrietada de los muros o segmentos más demandados.
- La evaluación de las deformaciones por flexión se hace considerando la sección transversal agrietada del muro o segmento cuando la relación de carga vertical a momento flexionante es tal que se presentan tensiones verticales.
- Se toma en cuenta la restricción que impone a la rotación de los muros, la rigidez de los sistemas de piso y techo, así como la de los dinteles y pretilas.

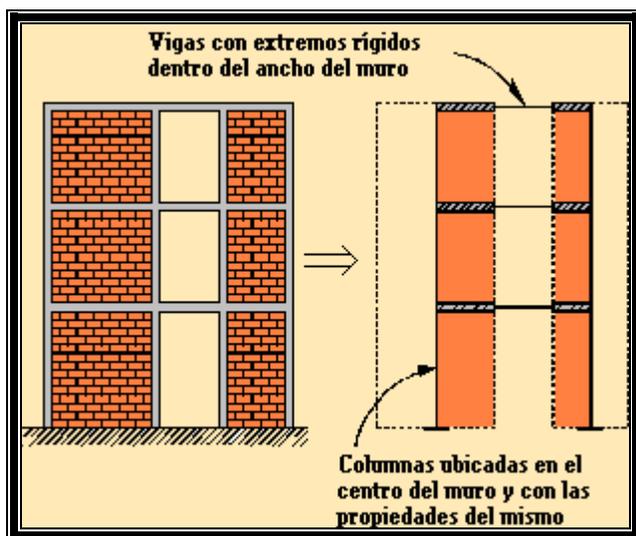


Figura 3.10 Modelo de columna ancha

- Los muros y/o segmentos de mampostería reforzada interiormente o confinada que no tengan aberturas pueden modelarse como columnas anchas (*fig. 3.10*), en las cuales los momentos de inercia y áreas de cortante se tomarán iguales a las del muro real.
- Cuando un muro sea largo, a modo que tenga castillos intermedios, el muro puede dividirse en segmentos y cada uno tendrá su momento de inercia y área de cortante correspondiente, no sin antes hacer una evaluación del comportamiento esperado.

- Las columnas anchas deben estar acopladas por vigas con el momento de inercia de la losa en un ancho equivalente, al cual debe sumarse el momento de inercia de dinteles y pretilas.



- Para cuestiones de análisis se deben utilizar los módulos de elasticidad y cortante de la mampostería ( $E_m$  y  $G_m$ ), en sus valores para cargas de corta duración (tabla 3.19). Los valores deben reflejar las rigideces axiales y de cortante que se espera obtener de la mampostería en obra.

Tabla 3.19 Módulos de elasticidad y cortante de la mampostería para cargas de corta duración

$E_m=800f_m^*$ $E_m=600f_m^*$	Para tabiques y bloques de concreto. Para tabiques de barro y otras piezas excepto concreto.
$G_m=(0.4)(800f_m^*)$ $G_m=(0.4)(600f_m^*)$	Para tabiques y bloques de concreto. Para tabiques de barro y otras piezas excepto concreto.

- La estimación de la rigidez a flexión en losas, con o sin pretilas, se considera de la siguiente manera (fig. 3.11):

Un ancho de cuatro veces el espesor de la losa a cada lado de la trabe o dala
Un ancho de tres veces el espesor de la losa cuando no se tiene trabe o dala

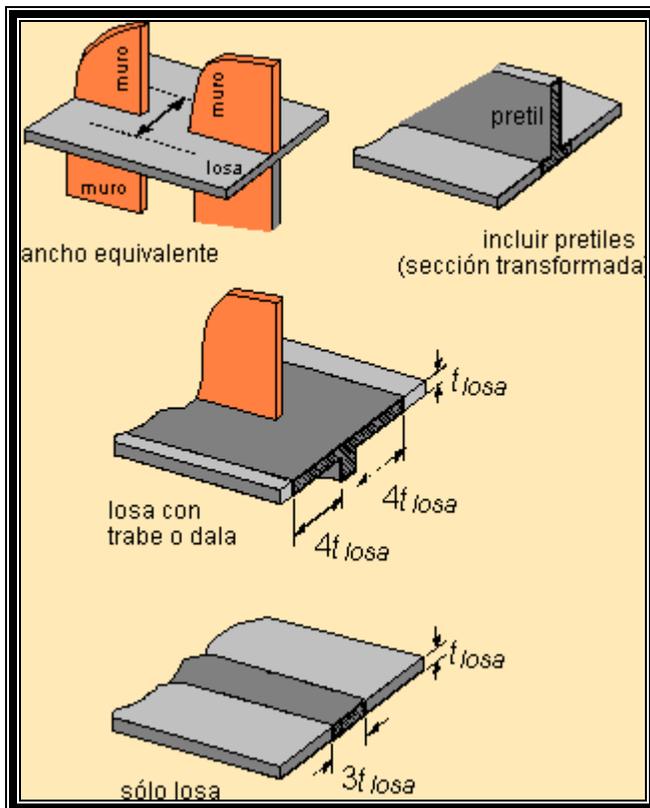


Figura 3.11 Ancho equivalente en losas

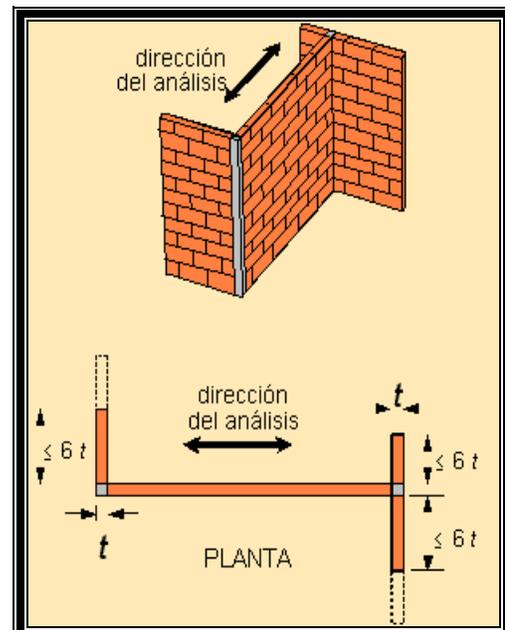


Fig. 3.12 Ancho del patín a compresión en muros I, T, C o L



- En el caso del análisis a base de marcos planos, la rigidez a flexión de muros con patines se estima considerando un ancho del patín a compresión a cada lado del alma que no exceda de seis veces el espesor del patín (*fig. 3.12*).
- Si los muros de mampostería contienen aberturas cuyo patrón es regular en elevación (*fig. 3.10*), entonces pueden modelarse como columnas anchas equivalentes; es decir, los segmentos sólidos del muro se modelan como columnas anchas y éstas se acoplan por vigas conforme se establece en el inciso anterior.
- Si los muros de mampostería contienen una distribución de aberturas irregular o compleja en elevación, deben emplearse métodos como el de elemento finito o el de puntales y tensores, para el modelado y distribución de las aberturas en los muros, así como su impacto en las rigideces, deformaciones y distribuciones de esfuerzos a lo largo y alto de los muros.
- Los muros diafragma se pueden modelar como diagonales equivalentes o como paneles unidos en las esquinas con las vigas y columnas del marco perimetral.
- Cuando se utilice una combinación de muros de mampostería de barro y de concreto, debe considerarse la diferencia entre las propiedades mecánicas de ambos materiales.
- Los desplazamientos laterales permisibles, como se indicó en la *sección 3.2.2*, serán (*tabla 3.20*):

Tabla 3.19. Desplazamientos laterales permisibles en muros de mampostería

Desplazamiento lateral	APLICABLE EN
0.006	En muros diafragma.
0.0035	En muros de carga de mampostería confinada de piezas macizas con refuerzo horizontal o mallas.
0.0025	En muros de carga de: a) Mampostería confinada de piezas macizas. b) Mampostería de piezas huecas confinada y reforzada horizontalmente. c) Mampostería de piezas huecas confinada y reforzada con malla.
0.002	En muros de carga de mampostería de piezas huecas con refuerzo interior.
0.0015	En muros de carga de mampostería que no cumplan las especificaciones para mampostería confinada ni para mampostería reforzada interiormente.

## I. Método Estático

### a) Limitaciones

El método estático para analizar estructuras puede utilizarse en los siguientes casos:

- En estructuras regulares de altura no mayor de 30 m
- En estructuras irregulares de no más de 20 m



- Para edificios ubicados en la zona I, los límites anteriores se amplían a 40 m y 30 m, respectivamente.

### b) Fuerzas cortantes

El cálculo de las fuerzas cortantes se realiza a los diferentes niveles de la estructura, para lo cual ha de suponerse un conjunto de fuerzas horizontales, las cuales actuarán sobre cada uno de los puntos en donde se supondrán las concentraciones de masas.

Cada fuerza debe ser igual al peso de la masa que corresponde, multiplicado por un coeficiente proporcional a la altura ( $h$ ) de dicha masa sobre el desplante (o nivel a partir del cual las deformaciones estructurales pueden ser apreciables).

El coeficiente se tomará de manera que (*ecuación 3.14*):

Ecuación 3.14

$$\frac{V_o}{W_o} = \frac{c}{Q'} \text{ y a su vez esto sea } \geq a_o,$$

En donde:

$a_o$  = ordenada espectral correspondiente a  $T=0$ .

$c$  = coeficiente sísmico.

$V_o$  = fuerza cortante horizontal en la base de la construcción.

$W_o$  = valor de  $W$  en la base de la estructura.

$Q'$  = factor de reducción.

De esta modo, la fuerza lateral que actúa en el  $i$ -ésimo nivel ( $F_i$ ) resulta ser (*ecuación 3.15*):

Ecuación 3.15

$$F_i = \frac{c}{Q'} W_i h_i \frac{\sum W_i}{\sum W_i h_i}$$

En donde:

$W_i$  = peso de la  $i$ -ésima masa.

$h_i$  = altura de la  $i$ -ésima masa sobre el desplante.

$c$  = coeficiente sísmico.

$Q'$  = factor de reducción.

### c) Reducción de fuerzas cortantes

Las fuerzas cortantes calculadas pueden reducirse, para ello es necesario tomar en cuenta el periodo fundamental de vibración ( $T$ ) de la estructura de la manera siguiente (*ecuaciones 3.16*):

Ecuaciones 3.16



$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum W_i x_i^2}{g \sum F_i x_i}}$	<p><i>En donde:</i></p> <p><math>T</math> = periodo natural de vibración de la estructura.  <math>T_b</math> = periodo característico de los espectros de diseño.  <math>x_i</math> = desplazamiento del nivel <math>i</math> relativo a la base de la estructura.  <math>W_i</math> = peso de la <math>i</math>-ésima masa.  <math>g</math> = aceleración de la gravedad.  <math>F_i</math> = fuerza lateral que actúa sobre el <math>i</math>-ésimo nivel.  <math>k_1</math> y <math>k_2</math> = variables para el cálculo de fuerzas laterales.  <math>h_i</math> = altura de la <math>i</math>-ésima masa sobre el desplante.  <math>r</math> = exponente para el cálculo de ordenadas de los espectros de diseño .</p>
<p>Si <math>T \leq T_b</math> no habrá reducción</p>	
<p>Si <math>T &gt; T_b \Rightarrow</math></p> $F_i = W_i (k_1 h_i + k_2 h_i^2) \frac{a}{Q}$ <p>En donde:</p> $k_1 = [1 - 0.5r(1-q)] \frac{\sum W_i}{\sum W_i h_i}$ $k_2 = 0.75r(1-q) \frac{\sum W_i}{\sum W_i h_i^2}$ $q = \left( \frac{T_b}{T} \right)^r$	

**d) Péndulos invertidos**

Los péndulos invertidos son estructuras en las que el 50% o más de su masa se halla en el extremo superior, teniendo, únicamente, un elemento resistente en la dirección de análisis; o bien, una sola hilera de columnas perpendicular a la dirección de análisis.

Además de la fuerza lateral, para el análisis de estos péndulos, es necesario contar con las aceleraciones verticales de la masa superior asociadas a su giro con respecto a un eje horizontal normal a la dirección de análisis y que pase por el punto de unión entre la masa y el elemento resistente.

El efecto de dichas aceleraciones se toma equivalente a un par aplicado en el extremo superior del elemento resistente, cuyo valor es (*ecuación 3.17*):

**Ecuación 3.17**

$1.5F_i r_o^2 u/x$
<p><i>En donde:</i></p> <p><math>F_i</math> = fuerza lateral.  <math>r_o</math> = radio de giro de la masa con respecto al eje horizontal en cuestión.  <math>u</math> y <math>x</math> = giro y desplazamiento lateral.</p>

**e) Apéndices y diafragmas**

Hay estructuras como tanques o apéndices (parapetos, pretilas, anuncios, ornamentos, ventanales, muros, revestimientos, etc) cuya estructuración difieren totalmente de la del resto del edificio; por ello, para valorar las fuerzas sísmicas que obran sobre estos elementos, se debe



suponer que sobre dichos elementos actúa la distribución de aceleraciones que le correspondería si se apoyara directamente sobre el terreno, cuya expresión es (*ecuación 3.18*):

Ecuación 3.18

$$V_{AP} = cW_{AP} \left( 1 + \frac{c'}{a_o} \right) \quad c' = \frac{F_i}{W_i}$$

En donde:

$V_{AP}$  = Fuerza cortante en el apéndice.

$c$  = coeficiente sísmico.

$W_{AP}$  = Peso del apéndice.

$c'$  = factor por el que se multiplican los pesos a la altura de desplante del elemento cuando se valúan las fuerzas laterales sobre la construcción.

$a_o$  = valor de  $a$  que corresponde a  $T=0$ .

$F_i$  = fuerza lateral del entrepiso en cuestión.

$W_i$  = peso de la  $i$ -ésima masa.

También se incluyen los elementos sujetos a esfuerzos que dependen, principalmente, de su propia aceleración y no de la fuerza cortante ni del momento de volteo, como losas y diafragmas que transmiten fuerzas de inercia de las masas que soportan.

#### f) Efectos de torsión

La distancia entre el centro de torsión de un nivel en cuestión y el punto de aplicación de la fuerza cortante en dicho nivel se toma como la excentricidad torsional de rigideces ( $e_s$ ) calculada para cada entrepiso.

Para fines de diseño, el momento torsionante debe tomarse, por lo menos, igual a la fuerza cortante de entrepiso multiplicada por la excentricidad que para cada marco o muro resulte más desfavorable de las siguientes (*ecuaciones 3.19*):

Ecuaciones 3.19

$$1.5e_s + 0.1b ; \text{ o } \\ e_s - 0.1b$$

En donde:

$e_s$  = excentricidad torsional de rigideces.

$b$  = dimensión de la planta que se considera, medida de manera perpendicular a la acción del sismo.

En cada sentido, la excentricidad de diseño no debe tomarse menor a la mitad del máximo valor de  $e_s$  calculado para los entrepisos inferiores al considerado.

El momento torsionante de un entrepiso en cuestión, no se debe ser menor que la mitad del máximo calculado para los entrepisos superiores a éste.

Cuando el factor de comportamiento sísmico (*sección 3.2.7.5*) sea  $Q \geq 3$ , ningún entrepiso debe tener una excentricidad torsional (calculada estáticamente) mayor a  $0.2b$ .



Todos los elementos estructurales deben tener una resistencia mayor, o por lo menos igual, a la necesaria para resistir la fuerza cortante directa.

### g) Efectos de segundo orden

Deben tomarse en cuenta los momentos y cortantes adicionales provocados por las cargas verticales al obrar en la estructura desplazada lateralmente.

Estos efectos se desprecian si en algún entrepiso no se cumple la siguiente condición (ecuación 3.20):

Ecuación 3.20

$$\frac{\Delta}{H} \leq 0.08 \frac{V}{W}$$

En donde:

$\Delta$  = desplazamiento lateral relativo entre los dos niveles que limitan el entrepiso considerado;

$H$  = altura del entrepiso.

$V$  = fuerza cortante calculada en el entrepiso.

$W$  = peso de la construcción situada encima del entrepiso, incluyendo cargas muertas y vivas, multiplicadas por el factor de carga correspondiente.

Los desplazamientos  $\Delta$  se calculan multiplicando por  $Q$  los causados por las fuerzas sísmicas reducidas.

### h) Efectos bidireccionales

Los efectos de ambos componentes horizontales del movimiento del terreno se combinan tomando, en cada dirección en que se analice la estructura, el 100% de los efectos del componente que obra en esa dirección y el 30% de los efectos del que obra perpendicularmente a ella, con los signos que resulten más desfavorables para cada concepto.

### i) Comportamiento asimétrico

Cuando las relaciones de fuerza-deformación de las estructuras difieran en sentidos opuestos, los factores de resistencia se dividen entre el siguiente valor (ecuación 3.21):

Ecuación 3.21

$$1+2.5dQ$$

En donde:

$d$  = diferencia en los valores de  $a/Q$  expresados como fracción de la gravedad, que causarían la falla o fluencia plástica de la estructura en uno y otro sentido de la dirección de análisis

$Q$  = factor de comportamiento sísmico

## II. Método de Análisis Dinámico

Para la aplicación del método de análisis dinámico no se requieren características especiales en la estructura; es decir, es aplicable a cualquier tipo de estructura, cualesquiera que sean sus características.

Sin embargo, los métodos de análisis estáticos permiten el análisis de estructuras de hasta 40m de altura, dado que las estructuras de mampostería rara vez exceden dicha altura, no es



usual el empleo de este método en ellas, por lo tanto, no se mencionarán las características de éste por lo que para su uso deberá remitirse a las NTC para Sismo.

### 3.3.3.2 Método Simplificado

El método simplificado es aplicable al análisis de edificios que cumplan simultáneamente los siguientes requisitos (*tabla 3.21*):

**Tabla 3.21 Requisitos para poder aplicar el método simplificado de análisis y diseño por sismo**

- ❑ En cada planta, al menos el 75% de las cargas verticales están soportadas por muros ligados entre sí mediante losas monolíticas u otros sistemas de piso suficientemente resistentes y rígidos al corte.
- ❑ La distribución de los muros es sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales.
- ❑ Para que la distribución de muros pueda considerarse sensiblemente simétrica, se debe cumplir en las dos direcciones ortogonales, que la excentricidad torsional calculada estáticamente ( $e_s$ ) no exceda del 10% de la dimensión en planta del edificio medida paralelamente a dicha excentricidad (b).
- ❑ La excentricidad torsional ( $e_s$ ) puede estimarse como el cociente del valor absoluto de la suma algebraica del momento de las áreas efectivas de los muros, con respecto al centro de cortante del entrepiso, entre el área total de los muros orientados en la dirección de análisis (*fig. 3.13*).
- ❑ El área efectiva es el producto del área bruta de la sección transversal del muro y del factor ( $F_{AE}$ ) que está dado por las *ecuaciones 3.22*:

**Ecuaciones 3.22**

$$F_{AE} = 1 ; \quad \text{si } \frac{H}{L} \leq 1.33$$
$$F_{AE} = \left( 1.33 \frac{L}{H} \right)^2 ; \quad \text{si } \frac{H}{L} > 1.33$$

*En donde:*

$H$  = altura del entrepiso.

$L$  = longitud del muro.

- ❑ La relación entre longitud y ancho de la planta del edificio no debe exceder de 2.0, a menos que para fines de análisis sísmico se pueda suponer dividida dicha planta en tramos independientes cuya relación entre longitud y ancho satisfaga esta restricción y las que se fijan en el inciso anterior, y cada tramo resista según el criterio que marca éste método..
- ❑ La relación entre la altura y la dimensión mínima de la base del edificio no debe exceder de 1.5
- ❑ La altura del edificio debe ser mayor de 13 m.

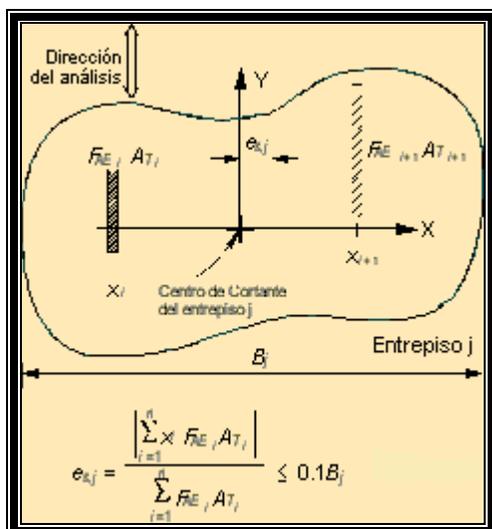


Fig. 3.13 Requisito para considerar distribución simétrica de muros en una dirección

Este método hace caso omiso de los desplazamientos horizontales, torsiones y momentos de volteo. Únicamente se verifica que en cada entrepiso la suma de las resistencias al corte de los muros de carga, proyectados en la dirección en que se considera la aceleración, sea cuando menos igual a la fuerza cortante total que obre en dicho entrepiso (ecuación 3.23) calculada según se especifica en la sección 3.3.3.1-Ib, pero empleando los

Ecuación 3.23

$$V_R \geq V_u$$

En donde:

$V_R$  = cortante resistente de los muros en cada dirección de análisis.  
 $V_u$  = cortante último producido por la acción sísmica.

coeficientes sísmicos reducidos que se establecen en la tabla 3.22 y 3.23 para construcciones del grupo A y B respectivamente.

Tabla 3.22 Coeficientes sísmicos reducidos para el método simplificado, correspondientes a estructuras del grupo A

Zona	Muros de concreto o de mampostería de piezas macizas			Muros de mampostería de piezas huecas		
	Altura de construcción (m)			Altura de construcción (m)		
	Menor de 4	Entre 4 y 7	Entre 7 y 13	Menor de 4	Entre 4 y 7	Entre 7 y 13
I	0.105	0.12	0.12	0.15	0.165	0.165
II y III	0.195	0.24	0.285	0.225	0.285	0.345

Tabla 3.23 Coeficientes sísmicos reducidos para el método simplificado, correspondientes a estructuras del grupo B

Zona	Muros de concreto o de mampostería de piezas macizas	Muros de mampostería de piezas huecas
	Altura de construcción (m)	Altura de construcción (m)



	Menor de 4	Entre 4 y 7	Entre 7 y 13	Menor de 4	Entre 4 y 7	Entre 7 y 13
I	0.07	0.08	0.08	0.10	0.11	0.11
II y III	0.13	0.16	0.19	0.15	0.19	0.23

### **3.3.4 ANÁLISIS POR TEMPERATURA**

Los efectos de temperatura en las deformaciones y elementos mecánicos se consideran cuando:

- La estructura tenga una longitud mayor a 40m
- Por el diferencial de temperaturas así se requiera

## **3.4 DETALLADO DEL ACERO DE REFUERZO**

### **3.4.1 TAMAÑO DEL ACERO DE REFUERZO**

#### ***I. Refuerzo Longitudinal***

- La barra de refuerzo no debe tener un diámetro mayor de la mitad de la menor dimensión libre de una celda (*fig. 3.14*).
- La barra de refuerzo no debe tener un diámetro mayor de  $\frac{1}{6}$  de la menor dimensión del castillo o dala (*fig 3.14*).

#### ***II. Refuerzo Horizontal***

- La barra de refuerzo no debe tener un diámetro menor a 3.5mm ni mayor a  $\frac{3}{4}$  del espesor de la junta (*fig. 3.14*).

### **3.4.2 COLOCACIÓN Y SEPARACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO LONGITUDINAL**

#### ***I. Distancia Libre Entre Barras***

- La distancia libre entre barras paralelas, empalmes, o entre barras y empalmes, debe ser mayor a el diámetro nominal de la barra más gruesa o mayor a 25 mm (*fig. 3.14*).

#### ***II. Paquetes de Barras***

- Los paquetes de barras de refuerzo no deben exceder de dos piezas.

#### ***III. Espesor de Mortero de Relleno y Refuerzo***



- 
- El espesor del concreto o mortero que se encuentre entre las barras de refuerzo o empalmes y la pared de la pieza, debe ser mayor a 6mm (*fig. 3.14*).

### **3.4.3 PROTECCIÓN DEL ACERO DE REFUERZO**

#### ***I. Recubrimiento en Castillos Exteriores y Dalas***

- El recubrimiento mínimo de concreto que deben tener las barras de refuerzo longitudinal de los castillos será de 20mm (*fig. 3.14*).

#### ***II. Recubrimiento en Castillos Interiores y en Muros con Refuerzo Interior***

- Para los casos en que la cara del muro esté expuesta a tierra, el recubrimiento debe ser:
  - ❑ de 35mm para barras < al No. 5 (15.9 mm de diámetro)
  - ❑ de 50mm para barras más gruesas (*fig. 3.14*).

#### ***III. Recubrimiento de Refuerzo Horizontal***

- La distancia libre mínima existente entre el exterior del muro y una barra de refuerzo horizontal o malla de alambre soldado será la menor de:
  - ❑ 10 mm
  - ❑ 1 diámetro de la barra (*fig. 3.14*).

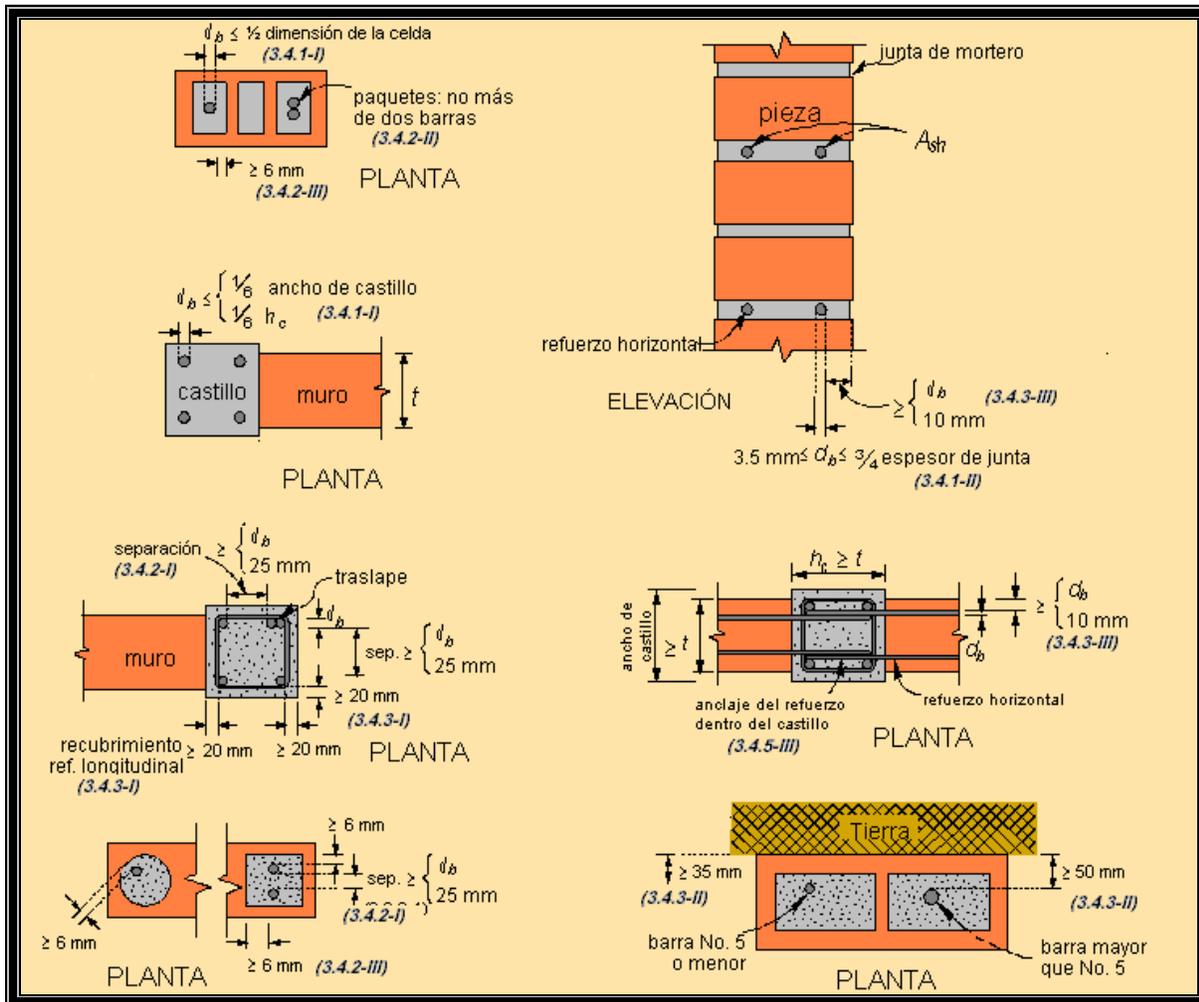


Fig. 3.14 Tamaño., colocación y protección del refuerzo

### 3.4.4 DOBLECES DEL REFUERZO

El radio interior de un dobléz será el especificado para concreto reforzado.

#### I. En Barras Rectas

- Las barras a tensión pueden terminar con un dobléz a 90 ó 180 grados (fig. 3.15).
- Para dobleces a 90 grados el tramo recto después del dobléz debe ser mayor a  $12 d_b$  (12 diámetros de la barra) (fig. 3.15).
- Para dobleces a 180 grados el tramo recto después del dobléz debe ser mayor a  $4d_b$  (4 diámetros de la barra) (fig. 3.15).

#### II. En Estribos

- Los estribos deben ser:
  - ❑ Cerrados y de una sola pieza.
  - ❑ Deben rematar en una esquina con dobleces a 135 grados.



- El tramo recto después del dobléz debe ser mayor a  $6 d_b$  (6 diámetros de la barra) o de 35mm (fig. 3.15).

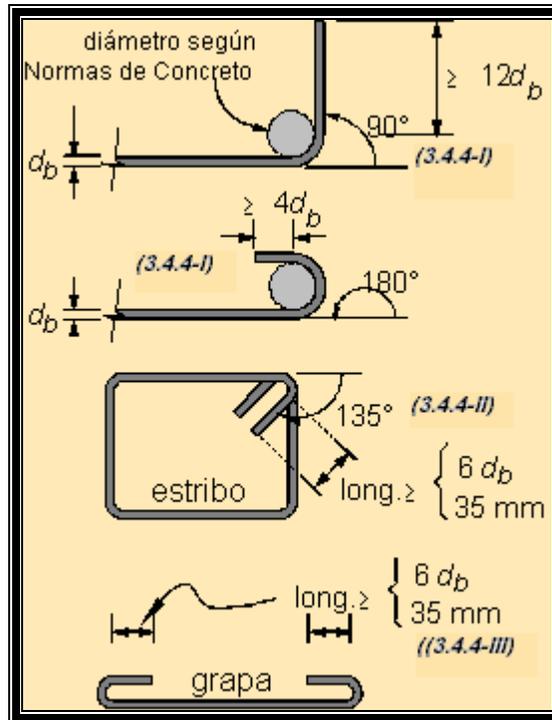


Fig. 3.15 Dobleces del refuerzo

### III. En Grapas

- Deben rematarse con dobleces a 180 grados
- El tramo recto después del dobléz debe ser mayor a  $6 d_b$  (6 diámetros de la barra) o de 35 mm (fig. 3.15).

## 3.4.5 ANCLAJE

### I. Barras Rectas a Tensión

La longitud de desarrollo ( $L_d$ ), en la cual se considera que una barra de tensión se ancla de modo que alcance su esfuerzo especificado de fluencia, es la requerida para concreto reforzado.

### II. Barras a Tensión con Dobleces a 90 ó 180 Grados

La revisión del anclaje de barras a tensión con dobleces a 90 ó 180 grados se hace siguiendo lo indicado para concreto reforzado.



### III Refuerzo Horizontal en Juntas de Mortero

- El refuerzo horizontal colocado en juntas de mortero debe ser continuo a lo largo del muro.
- El refuerzo debe estar entre dos castillos o entre dos celdas rellenas y reforzadas con barras verticales según sea el caso.
- Pueden anclarse dos o más barras o alambres en el mismo castillo o celda que refuercen muros colineales o transversales.
- No se admite el traslape de alambres o barras de refuerzo horizontal en ningún tramo.

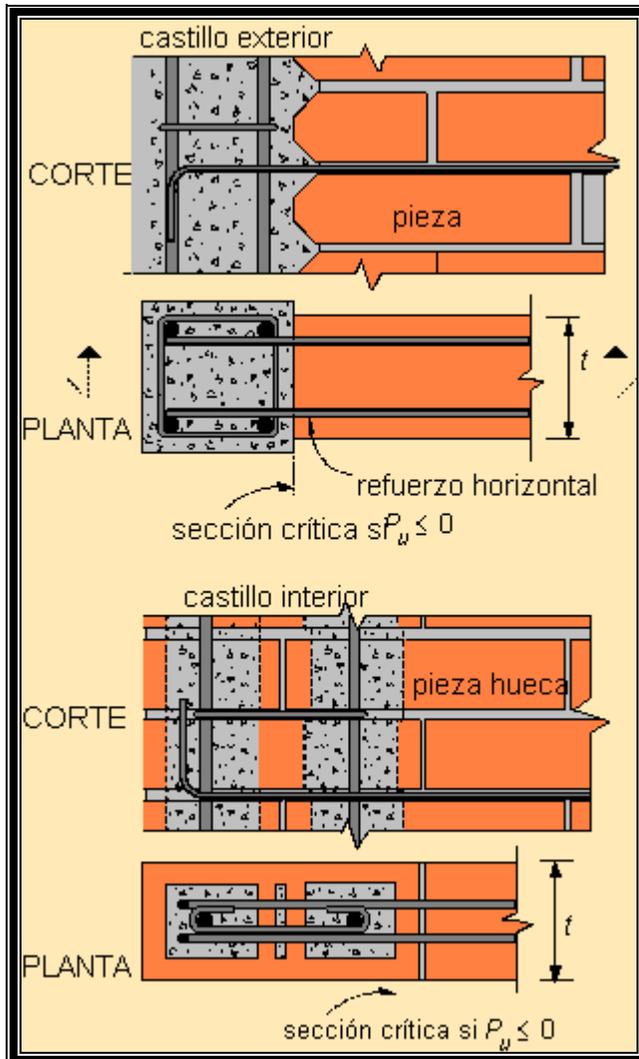


Figura 3.16 Anclaje del refuerzo horizontal

- El refuerzo horizontal debe anclarse en los castillos (exteriores o interiores), o en las celdas rellenas reforzadas (fig. 3.16).
- El anclaje se hace mediante dobleces a 90 grados colocados dentro de los castillos o celdas.
- El doblez del gancho debe colocarse de manera vertical dentro del castillo o celda rellena, procurando que quede lo más alejado de la cara del castillo o de la pared de la celda rellena en contacto con la mampostería.
- Si la carga axial de diseño ( $P_u$ ) que obra sobre el muro es de tensión o nula, la longitud de anclaje debe satisfacer lo señalado en las NTC de Concreto
- Cuando se trate de revisar la longitud de anclaje, la sección crítica es la cara del castillo o la pared de la celda rellena en contacto con la mampostería (fig. 3.16).

### IV. Mallas de Alambre Soldado

- Las mallas de alambre soldado se deben anclar a la mampostería, castillos y/o dalas, de tal modo que pueda alcanzar su esfuerzo especificado de fluencia (fig. 3.17).





- 
- ❑ No se aceptan traslapes mayores al 50% del acero longitudinal del elemento (castillo, dala, muro) en una misma sección.
  - ❑ No se permiten traslapes en los extremos de los castillos de planta baja a lo largo de la longitud  $H_o$ , definida en la *sección 4.3.1-I*.
- Mallas de alambre soldado:
- ❑ Las mallas de alambre soldado deben ser continuas y sin traslape a lo largo del muro.
  - ❑ Se pueden unir las mallas sólo si la altura del muro lo demanda.
  - ❑ El traslape se colocará en una zona donde los esfuerzos esperados en los alambres sean bajos.
  - ❑ El traslape medido entre los alambres transversales extremos de las hojas que se unen debe ser mayor que 2 veces la separación entre alambres transversales más 50mm.



# Capítulo 4

## SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PARA EDIFICACIONES DE MAMPOSTERÍA



 **Presentación PPS de  
sistemas constructivos de  
Novaceramic**



## 4.1 CLASIFICACIÓN Y TIPOS DE MUROS

### 4.1.1 CLASIFICACIÓN DE MUROS DE ACUERDO A SU FUNCIÓN

Existe una gran diversidad de tipos de muros en la construcción (ya sean estructurales o no), éstos pueden clasificarse de acuerdo a su función, posición, su constitución, a su trabajo mecánico o posición dinámica (*tabla 4.1*).

Tabla 4.1 Clasificación de los muros

De acuerdo a...	Clasificación
su función.	Cargar, aislar, separar, contención, decoración.
su posición.	Interiores o exteriores.
su constitución.	Opacos, traslúcidos o transparentes.
su trabajo mecánico.	Carga, divisorios, contención o retención.
su posición dinámica.	Fijos o móviles.

Para cuestiones de diseño y análisis las NTC para Mampostería establecen una clasificación de muros estructurales de acuerdo a sus modalidades de refuerzo, estableciéndose muros diafragma, muros confinados, muros reforzados interiormente y muros no reforzados. Estos tipos de muros se analizarán en las *secciones 4.2, 4.3, 4.4, y 4.6* respectivamente.

### 4.1.2 CLASIFICACIÓN DE MUROS DE ACUERDO A LA POSICIÓN DE LAS PIEZAS

Otra forma de clasificar a los muros es de acuerdo a la colocación o posición de las piezas de mampostería para la formación de estos. En otras palabras, los muros pueden clasificarse de acuerdo a su organización constructiva.

En la tabla 4.2 se mencionan los tipos de muros más comunes y las características de éstos.

Pueden existir combinaciones diversas que dan forma a nuevos tipos de muros, combinaciones que dependen de la imaginación del proyectista. En las *figuras 4.2 y 4.3* se muestran algunas de las combinaciones de muros más comunes.



Tabla 4.2 Tipos de muros de acuerdo a la colocación de las piezas

Tipo de muro	Características
Ladrillo a soga o a hilo	Cuando las piezas están asentadas sobre la tabla y queda expuesto el canto en la cara del muro a lo largo de la soga ( <i>fig 4.1 a</i> ).
Ladrillo a tizón	Cuando las piezas están asentadas sobre la tabla y queda expuesta la testa en la cara del muro a lo largo del tizón ( <i>fig 4.1 b</i> ).
Ladrillo a sardinel	Cuando las piezas están asentadas sobre el canto y queda expuesta la testa en la cara del muro a lo largo del grueso ( <i>fig 4.1 c</i> ).
Ladrillo de testa	Cuando las piezas están asentadas sobre la testa y queda expuesto el canto en la cara del muro a lo largo del grueso ( <i>fig 4.1 d</i> ).
Ladrillo de cara o capuchino	Cuando las piezas están asentadas sobre el canto y queda expuesta la tabla en la cara del muro a lo largo de la soga ( <i>fig 4.1 e</i> ).
Marinero	Cuando las piezas están asentadas sobre la testa y queda expuesta la tabla a lo largo del tizón ( <i>fig 4.1 f</i> ).

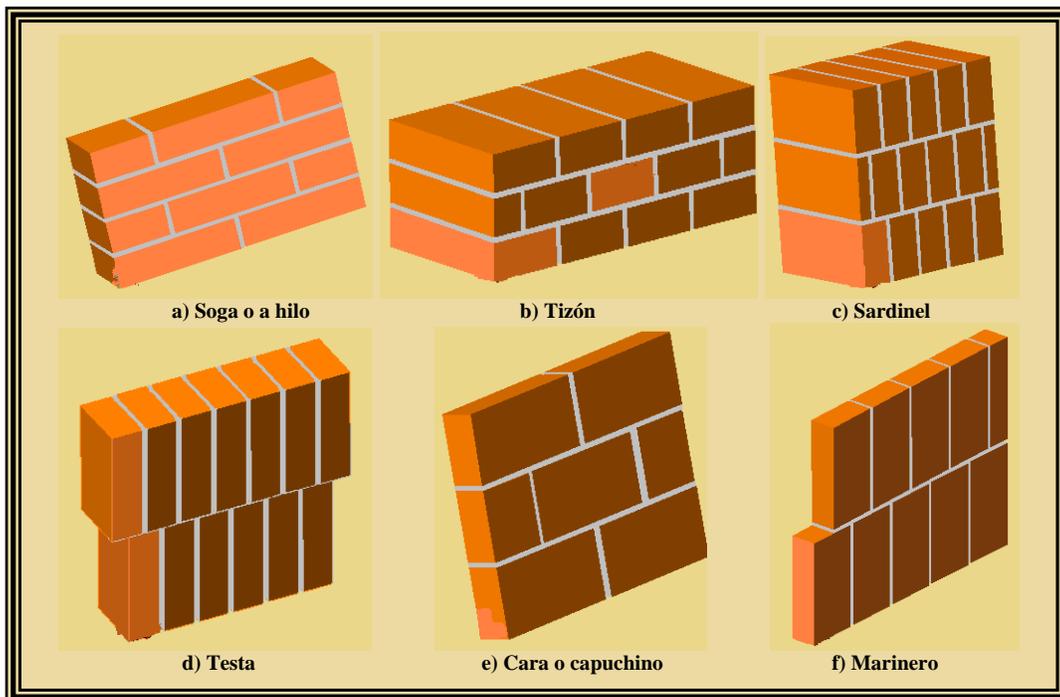


Figura 4.1 Tipos de muros de acuerdo a la colocación de las piezas

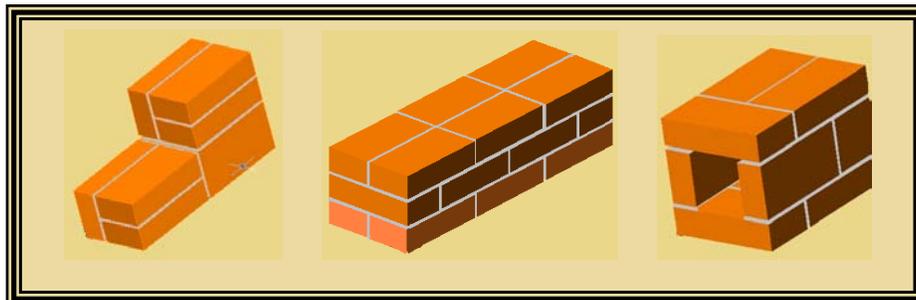


Figura 4.2 Combinaciones de muros más comunes

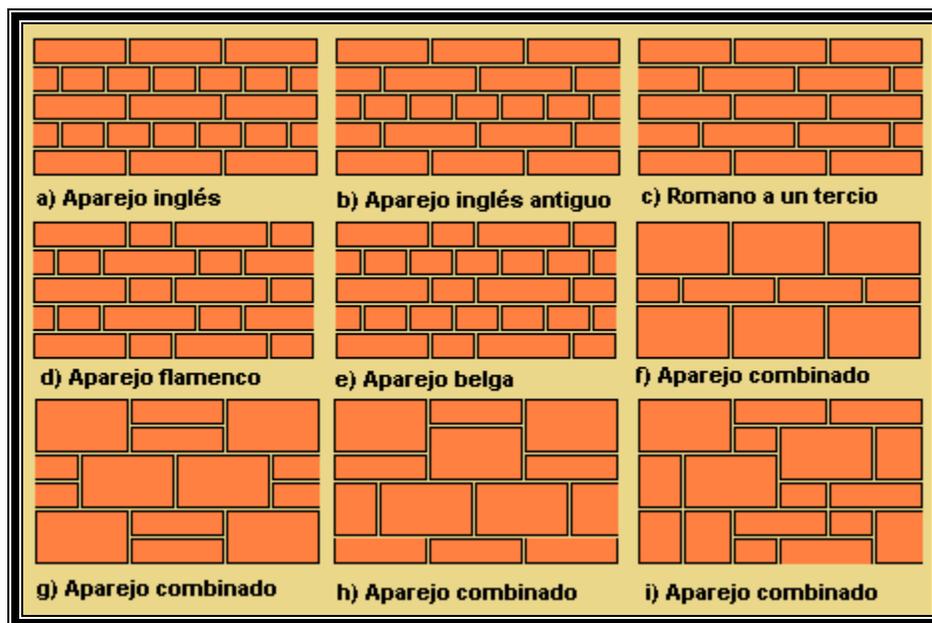


Figura 4.3 Combinaciones de muros más comunes

## 4.2 MUROS DIAFRAGMA

Un muro diafragma es el que se encuentra rodeado por vigas y columnas de un marco estructural (ya sean de acero o de concreto), proporcionando rigidez al muro ante cargas laterales.

Los muros confinados pueden ser:

- De mampostería confinada (*sección 4.3*)
- De mampostería reforzada interiormente (*sección 4.4*)
- De mampostería no reforzada (*sección 4.5*)

Para cuestiones de diseño, las fuerzas en el plano y perpendiculares al muro se obtienen del análisis ante cargas laterales afectadas por el factor de carga (FC) correspondiente de acuerdo al capítulo anterior.

La fuerza cortante resistente de diseño de la mampostería se determina con la *ecuación 4.1*:

Ecuación 4.1

$$V_{mR} = F_R (0.85 v_m^* A_T)$$

En donde:

$V_{mR}$  = fuerza cortante resistente

$v_m^*$  = resistencia de diseño a compresión diagonal

$A_T$  = área bruta de la sección transversal del muro; y

$F_R$  = Factor de resistencia (que en muros diafragma será igual a 0.7 de acuerdo a la sección 3.2.4.



Un muro diafragma no debe sufrir volteo perpendicular a su plano; por ello, se debe diseñar y detallar la unión entre el marco y el muro diafragma o reforzarse el muro con castillos o refuerzo interior (fig. 4.4).

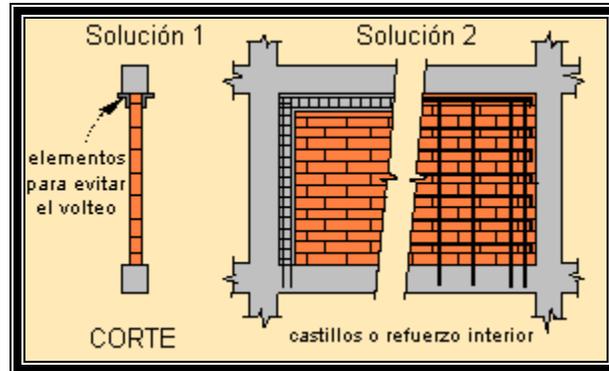


Figura 4.4 Detallado de muros diafragma

La resistencia a flexión perpendicular al plano del muro se calcula de acuerdo con la sección 3.2.5.

Cada una de las columnas del marco deben resistir una fuerza cortante igual a la mitad de la carga lateral que actúa sobre el tablero en una longitud igual a una cuarta parte de su altura medida a partir del paño de la viga tanto superior como inferior (fig. 4.5).

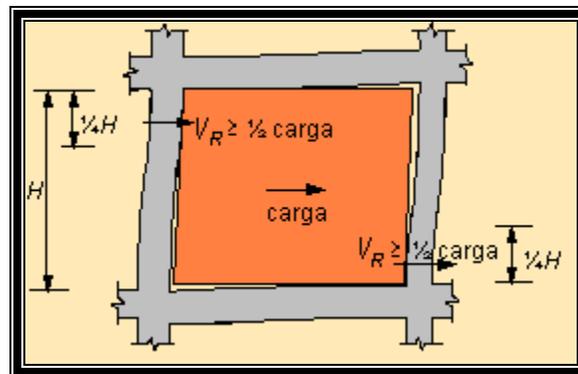


Figura 4.5 Interacción marco-muro diafragma

Los muros diafragma pueden integrarse al marco de dos maneras:

- 1) Usándolos como cimbra parcial de traveses y columnas
- 2) Colocándolos después del cimbrado del marco, para lo cual se usan dadas y castillos de "empaque" o morteros con aditivo expansor en la mezcla en lugar de la última hilada de mampostería.

Existen muchos sistemas de construcción para este tipo de muros; sin embargo, no es común su uso, por ejemplo, uno de ellos puede ser un conjunto de marcos metálicos ortogonales, para lo cual se usan perfiles en traveses y columnas colocados en una primera etapa, dejando una estructura esquelética. Posteriormente (segunda etapa), se colocan los



muros con cualquier tipo de mampostería (bloques de concreto, arcilla, concreto celular o ligero, etc) la cual cubrirá el espacio entre traveses y columnas, formando unas piezas "mixtas" y de paso constituyendo el "empaque" requerido para un muro diafragma.

Esta estructuración permite la prefabricación parcial, con las ventajas de la estructura mixta, pero con los acabados e imagen arquitectónica difícilmente dominada. Sin embargo, este sistema requiere una gran precisión y especialización durante su ejecución.

## 4.3 MAMPOSTERÍA CONFINADA

Los muros de mampostería confinada son aquellos que se encuentran reforzados con castillos y dalas.

El factor de comportamiento sísmico (*sección 3.2.7.5*) que se use para piezas macizas o piezas multiperforadas con refuerzo horizontal con al menos la cuantía mínima (*sección 4.3.4.2-III*) y los muros estén confinados con castillos exteriores, el coeficiente es  $Q = 2$ ; si las los muros son de piezas huecas, el factor de comportamiento sísmico es  $Q = 1.5$ , independientemente de la cuantía de refuerzo horizontal o tipo de castillo.

### 4.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA MAMPOSTERÍA CONFINADA

Para que los muros puedan ser considerados como confinados, se deben cumplir con los siguientes requisitos:

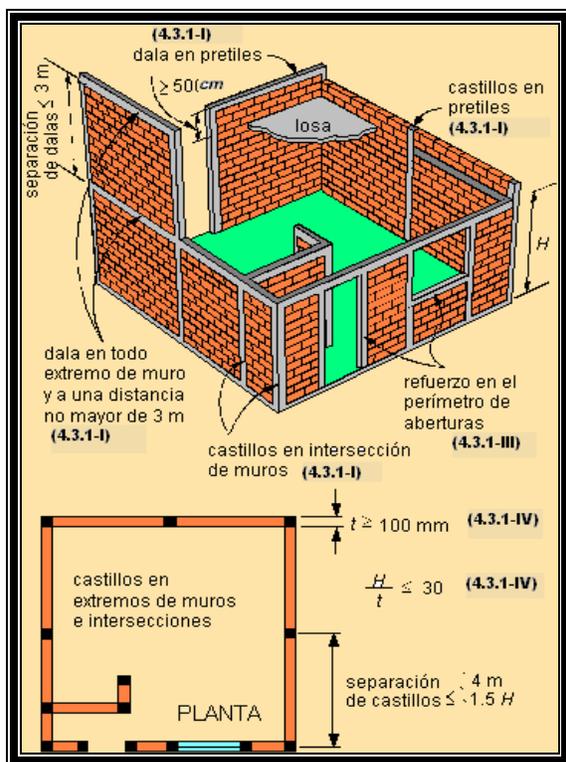


Figura 4.6 Requisitos para mampostería confinada

#### I. En castillos y dalas exteriores (fig. 4.6 y 4.7):

- ❑ Deben existir castillos...
  - ✓ en los extremos de los muros.
  - ✓ en las intersecciones con otros muros.
  - ✓ en los puntos intermedios del muro a una separación  $\leq 1.5 H$  ni 4 m en parapetos o pretiles con una separación  $\leq 4$  m.
- ❑ Debe existir una dala...
  - ✓ en los extremos horizontales de muro (excepto si el muro está ligado a un elemento de concreto reforzado con un peralte  $> 10$  cm, debiéndose colocar refuerzo longitudinal y transversal tal y como se establece más adelante.
  - ✓ en el interior del muro a una separación  $\leq 3$  m.



- ✓ en la parte superior de parapetos o pretilas con alturas > a 50 cm.
- Los castillos y dalas deben tener como dimensión mínima el espesor del muro ( $t$ ).
- El concreto de castillos y dalas debe tener un  $f_c' > a 150 \text{ kg/cm}^2$ .
- El dimensionamiento del refuerzo longitudinal de castillos y dalas debe ser tal que resista las componentes vertical y horizontal correspondientes del puntal de compresión que se desarrolla en la mampostería para resistir las cargas laterales y verticales. El refuerzo debe estar formado de por lo menos tres barras, logrando que el área total cumpla con la *ecuación 4.2* siguiente:

**Ecuación 4.2**

$$A_s \geq 0.2 \frac{f_c'}{f_y} t^2$$

En donde:

$A_s$  = área total de acero de refuerzo longitudinal colocada en el castillo o en la dala  
 $f_c'$  = resistencia a compresión del concreto  
 $f_y$  = esfuerzo de fluencia del acero  
 $t$  = espesor del muro

- El refuerzo longitudinal del castillo y la dala debe estar anclado en los elementos que limitan al muro de manera que pueda alcanzar su esfuerzo de fluencia.
- Los castillos y dalas deben estar reforzados transversalmente por estribos cerrados cuya área ( $A_{sc}$ ) sea mayor a la obtenida en la *ecuación 4.3*:

**Ecuación 4.3**

$$A_{sc} = \frac{1000 s}{f_y h_c}$$

En donde:

$A_{sc}$  = área del acero de refuerzo transversal  
 $s$  = separación de estribos no mayor a 1.5t ni mayor a 20cm  
 $f_y$  = esfuerzo de fluencia del acero  
 $h_c$  = dimensión del castillo o dala en el plano del muro

- Si la resistencia a compresión diagonal de diseño de la mampostería ( $v_m^*$ ) es > a  $6 \text{ kg/cm}^2$ , debe suministrarse refuerzo transversal, cuya área debe ser igual a la calculada con la *ecuación 4.3* y con una separación  $\leq$  que una hilada dentro de una longitud  $H_o$  en cada extremo de los castillos ( $H_o$  será el mayor de  $H/6$ ,  $2 h_c$  y 40 cm).

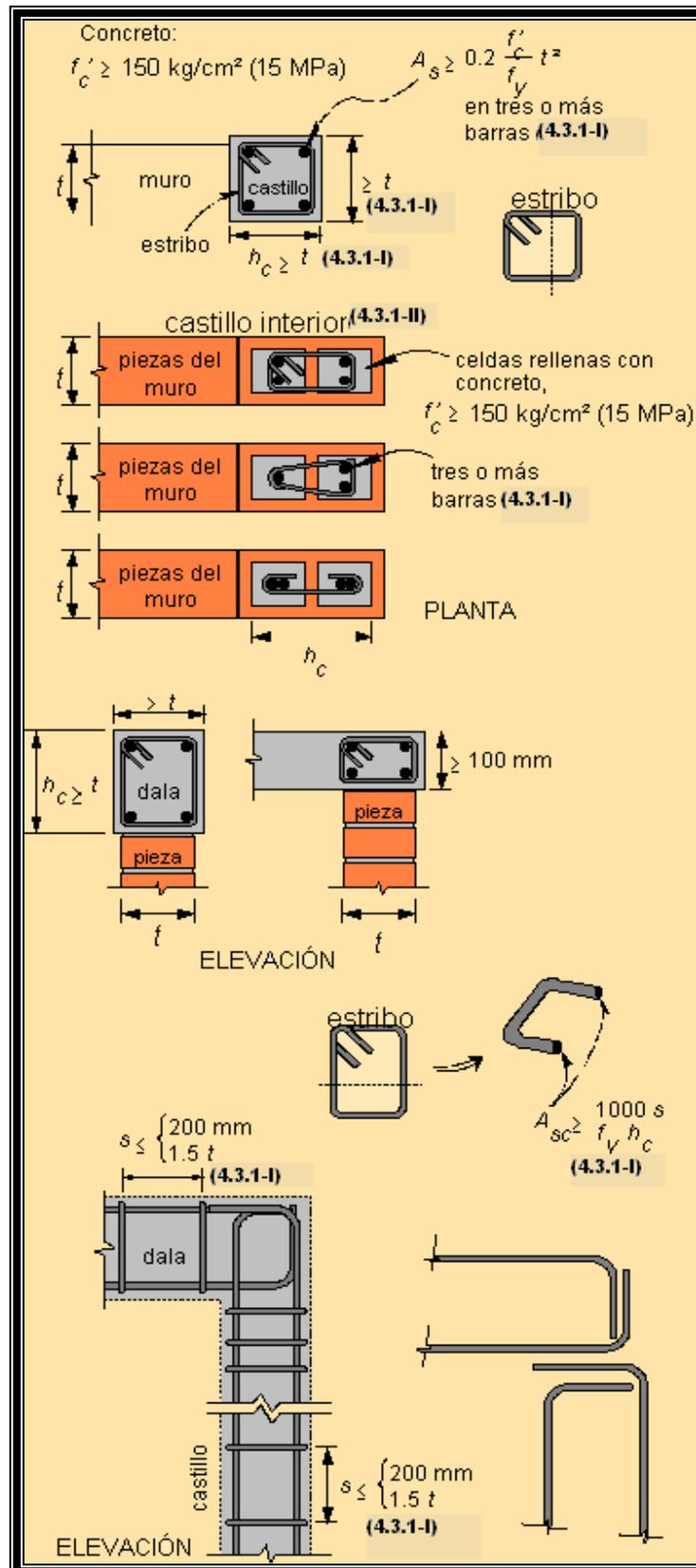


Figura 4.7. Castillos y dalas



## II. Muros con castillos interiores

- Un muro es confinado si los castillos interiores y las dalas cumplen con todos los incisos antes mencionados, pero con la diferencia de que la dimensión de los castillos pueden ser menores al espesor del muro ( $t$ ).
- Se deben colocar estribos o grapas en los extremos de los castillos independientemente del valor de  $v_m^*$ .
- Para diseño por sismo, el factor de comportamiento sísmico debe ser  $Q = 1.5$ , indistintamente de la cuantía de refuerzo horizontal (*sección 4.3.4.2*) o de malla electrosoldada (*sección 4.3.4.3*).

## III. Muros con aberturas (fig. 4.8)

- Deben existir elementos de refuerzo con las mismas características que las dalas y castillos en el perímetro de toda abertura cuya dimensión horizontal exceda de la cuarta parte de la longitud del muro o separación entre castillos, o de 60 cm (*fig. 4.8*).
- En las aberturas deben existir elementos verticales y horizontales de refuerzo cuya altura debe ser igual a la del muro.
- Si el muro es con castillos interiores, puede sustituirse a la dala de la parte inferior de una abertura por acero de refuerzo horizontal anclado en los castillos que confinan a la abertura.
- El refuerzo para estos casos deben ser barras con capacidad a la tensión de 2980kg (29.8 kN).

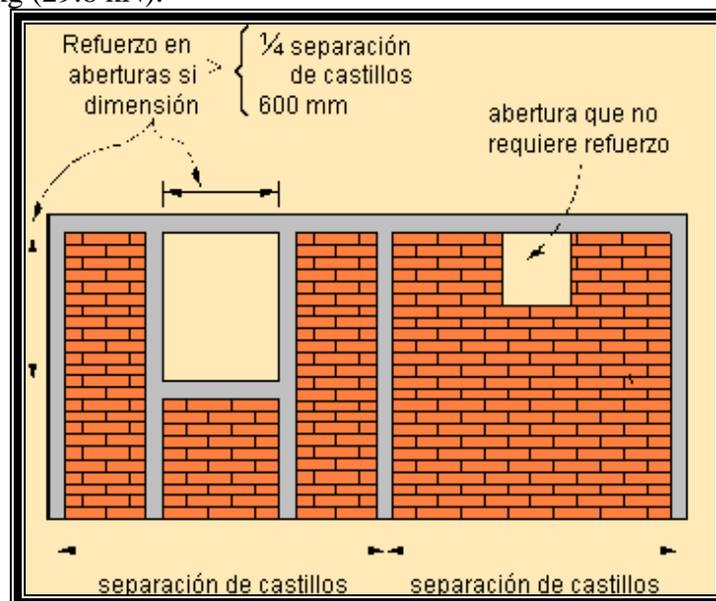


Figura 4.8 Refuerzo en el perímetro de aberturas

## IV. Espesor y relación altura a espesor de los muros (fig 4.6)

- El espesor de los muros ( $t$ ) no debe ser menor que 10 cm



- La relación altura libre a espesor del muro ( $H/t$ ) no debe ser  $>$  de 30.

### 4.3.2 FUERZAS Y MOMENTOS DE DISEÑO

Las fuerzas y momentos de diseño se obtienen de acuerdo a los análisis por cargas verticales y cargas laterales (*secciones 3.3.2 y 3.3.3*).

La resistencia ante cargas verticales y laterales de un muro debe revisarse para el efecto de:

- carga axial
- fuerza cortante
- momentos flexionantes en su plano
- momentos flexionantes normales a su plano principal de flexión.

Para la revisión de cargas laterales únicamente debe considerarse la participación de muros cuya longitud sea sensiblemente paralela a la dirección de análisis.

La revisión de cargas verticales debe realizarse de acuerdo a lo establecido en la *sección 3.3.2*.

Cuando se aplique el método simplificado de diseño sísmico, la revisión ante cargas laterales puede limitarse a los efectos de la fuerza cortante.

Si la estructura tiene más de tres niveles, debe revisarse por flexión en el plano aquellos muros que tengan una relación altura a longitud ( $H/L$ )  $>$  2, adicionalmente a la fuerza cortante.

### 4.3.3 RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXOCOMPRESIÓN EN EL PLANO DEL MURO

#### 4.3.3.1 Resistencia a compresión de muros confinados

La carga vertical resistente ( $P_R$ ) se calcula con la *ecuación 4.4*:

Ecuación 4.4

$$P_R = F_R F_E (f_m^* A_T + \Sigma A_s f_y)$$

$$P_R = F_R F_E (f_m^* + 4) A_T, \text{ si se usan kg/cm}^2 \text{ y cm}^2$$

En donde:

$P_R$  = carga vertical resistente

$F_E$  = factor de reducción por efectos de excentricidad y esbeltez (*sección 3.3.2.2*)

$F_R$  = factor de resistencia (se tomará igual a 0.6 de acuerdo a la *sección 3.2.4*).

$f_m^*$  = resistencia de diseño a compresión de la mampostería

$A_T$  = área bruta de la sección transversal del muro

$A_s$  = área total de acero de refuerzo longitudinal

$f_y$  = esfuerzo a la fluencia del acero



### 4.3.3.2 Resistencia a Flexocompresión en el Plano del Muro

#### I. Método General de Diseño

La determinación de la resistencia a flexión pura (o flexocompresión) en el plano de un muro confinado exterior o interiormente se realiza con base en las hipótesis de la *sección* 3.2.5.

Para obtener la resistencia de diseño debe reducirse la resistencia por el factor de resistencia indicado en la *sección* 3.2.4.

#### II. Método Optativo

El momento resistente de diseño ( $M_R$ ) de la sección de muros con barras longitudinales colocadas de manera simétrica en sus castillos extremos (ya sean interiores o exteriores), se calcula de acuerdo con las ecuaciones 4.5 y 4.6 (*fig.* 4.9):

Ecuaciones 4.5 y 4.6

$$M_R = F_R M_o + 0.3 P_u d ; \quad \text{si } 0 \leq P_u \leq \frac{P_R}{3} \quad (4.5)$$

$$M_R = (1.5F_R M_o + 0.15 P_R d) \left( 1 - \frac{P_u}{P_R} \right) ; \quad \text{si } P_u > \frac{P_R}{3} \quad (4.6)$$

En donde:

$M_R$  = Momento resistente de diseño

$F_R$  = factor de resistencia (se tomará igual a 0.8, si  $P_u \leq P_R/3$  e igual a 0.6 en caso contrario).

$M_o = A_s f_y d'$  = resistencia a flexión pura del muro.

$P_u$  = carga axial total que obra sobre el muro multiplicada por el factor de carga cuyo valor se tomará con signo positivo.

$d$  = distancia entre el centroide del acero de tensión y la fibra a compresión máxima.

$P_R$  = resistencia de diseño del muro a carga vertical

$A_s$  = área total de acero de refuerzo longitudinal colocada en cada uno de los castillos extremos del muro;

$d'$  = distancia entre los centroides del acero colocado en ambos extremos del muro;

$f_y$  = esfuerzo de fluencia del acero

Estas ecuaciones dan valores suficientemente aproximados y conservadores del momento resistente de diseño.

Para cargas axiales de tensión puede interpolarse entre la carga axial resistente a tensión pura y el momento resistente  $M_o$ , afectando el resultado por  $F_R = 0.8$ .

### 4.3.4 RESISTENCIA A CARGAS LATERALES

El siguiente listado es una relación de las consideraciones ante la resistencia de cargas laterales de los muros de mampostería confinada:

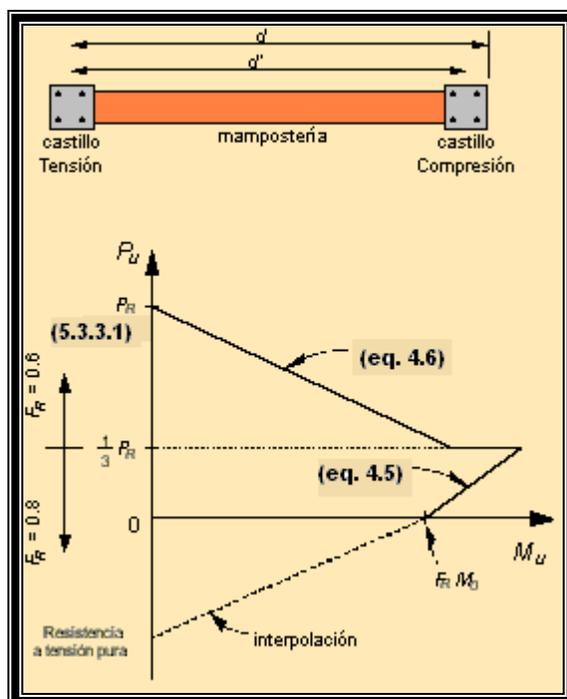


Figura 4.9 Diagrama de interacción carga axial-momento resistente de diseño

- No se considerará incremento alguno de la fuerza cortante resistente por efecto de las dalas y castillos de muros confinados.
- La mampostería proporciona la resistencia a cargas laterales
- Parte de la fuerza cortante es resistida por acero de refuerzo horizontal o por mallas de alambre soldado.
- El acero de refuerzo horizontal o mallas de alambre soldado pueden resistir toda la carga lateral siempre y cuando la carga vertical que obre sobre el muro sea de tensión.
- Cuando se use el método simplificado de análisis, la resistencia a fuerza cortante de los muros debe afectarse por el factor  $F_{AE}$  (ecuación 4.7):

**Ecuación 4.7**

$$F_{AE} = 1, \quad \text{si } \frac{H}{L} \leq 1.33$$
$$F_{AE} = \left(1.33 \frac{L}{H}\right)^2, \quad \text{si } \frac{H}{L} > 1.33$$

En donde:

$F_{AE}$  = factor de área efectiva de los muros de carga

$H$  = altura libre del muro

$L$  = longitud del muro

- El factor de resistencia ( $F_R$ ) se tomará igual a 0.7 (sección 3.2.4).



#### 4.3.4.1 Fuerza Cortante Resistida por la Mampostería

La determinación de la fuerza cortante resistente de diseño ( $V_{mR}$ ) se realiza con la ecuación 4.8:

Ecuación 4.8

$$V_{mR} = F_R (0.5V_m^* A_T + 0.3P) \leq 1.5F_R V_m^* A_T$$

En donde

$V_{mR}$  = fuerza cortante resistente de diseño

$F_R$  = factor de resistencia

$v_m^*$  = resistencia de diseño a compresión diagonal de muretes de mampostería

$A_T$  = área bruta de la sección transversal del muro (debe incluir a los castillos pero sin transformar el área transversal).

$P$  = carga axial total que obra sobre el muro (se deberá tomar positiva en compresión).

La carga vertical  $P$  debe considerar a las acciones permanentes, variables con intensidad instantánea, y accidentales que conduzcan al menor valor, sin multiplicar por el factor de carga.

Se desprecia la contribución de la mampostería ( $V_{mR}$ ) si la carga vertical  $P$  es de tensión.

A menos que una prueba de laboratorio muestre lo contrario, la resistencia a compresión diagonal para diseño de la mampostería ( $v_m^*$ ) no debe ser  $>$  a 6 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.3.4.2 Fuerza Cortante Resistida por el Acero de Refuerzo Horizontal

##### *I. Tipos de Acero de Refuerzo*

- Para resistir fuerzas cortantes, puede colocarse acero de refuerzo horizontal en las juntas de mortero.
- El refuerzo deben ser barras corrugadas o alambres corrugados laminados en frío y de modo que sean continuos a lo largo del muro.
- Cuando se trate de resistir fuerzas cortantes inducidas por sismo, no se debe usar escalerilla como refuerzo.
- El esfuerzo de fluencia para diseño debe ser  $f_{yh} < 6000$  kg/cm<sup>2</sup>.
- El refuerzo horizontal se detallará como se indica en las secciones 3.4.1-II, 3.4.3-III, 3.4.4-I y 3.4.5-III.

##### *II. Separación del Acero de Refuerzo Horizontal*

- La máxima separación del refuerzo horizontal ( $s_h$ ) no excederá de cuatro hiladas ni de 60 cm (fig. 4.11).



### III. Cuantías Mínima y Máxima del Acero de Refuerzo Horizontal

En caso de que se coloque acero de refuerzo horizontal, la cuantía de éste ( $p_h$ ) debe cumplir lo siguiente (ecuación 4.9):

Ecuación 4.9

La cuantía no debe ser inferior a...	$3/f_{vh}$ , si se usan $\text{kg/cm}^2$ o al que resulte de $p_h = \frac{V_{mR}}{F_R f_{yh} A_T}$
La cuantía no debe ser mayor a...	$0.3 \frac{f_m^*}{f_{yh}}$ en ningún caso $12/f_{yh}$ para piezas macizas si se usan $\text{kg/cm}^2$ $9/f_{yh}$ para piezas huecas si se usan $\text{kg/cm}^2$
<p><i>En donde:</i>  <math>P_h</math> = cuantía de acero de refuerzo horizontal en el muro = <math>Ash/Sht</math>  <math>f_{yh}</math> = esfuerzo de fluencia especificado del acero de refuerzo horizontal o malla electrosoldada.  <math>V_{mR}</math> = fuerza cortante de diseño que toma la mampostería  <math>F_R</math> = factor de resistencia  <math>A_T</math> = área bruta de la sección transversal del muro  <math>f_m^*</math> = resistencia de diseño a compresión de la mampostería</p>	

### IV. Diseño del Refuerzo Horizontal

La determinación de la fuerza cortante que toma el refuerzo horizontal ( $V_{sR}$ ) se realiza con la ecuación 4.10:

Ecuación 4.10

$V_{sR} = F_R \eta p_h f_{yh} A_T$
<p><i>En donde:</i>  <math>V_{sR}</math> = fuerza cortante de diseño que toma el acero de refuerzo horizontal o malla electrosoldada.  <math>F_R</math> = factor de resistencia  <math>\eta</math> = factor de eficiencia del refuerzo horizontal  <math>P_h</math> = cuantía de acero de refuerzo horizontal en el muro = <math>Ash/Sht</math>  <math>f_{yh}</math> = esfuerzo de fluencia especificado del acero de refuerzo horizontal o malla electrosoldada <math>A_T</math> = área bruta de la sección transversal del muro</p>

Para determinar el valor de el factor de eficiencia del refuerzo horizontal ( $\eta$ ) se debe seguir el siguiente criterio:

$$\eta = \begin{cases} 0.6 ; & \text{si } p_h f_{yh} \leq 6 \text{ kg/cm}^2 \\ 0.2 ; & \text{si } p_h f_{yh} \geq 9 \text{ kg/cm}^2 \end{cases}$$

Si los valores de  $p_h f_{yh}$  se encuentran entre 6 y 9  $\text{kg/cm}^2$ , el valor de  $\eta$  se obtiene de una interpolación lineal (fig. 4.10).

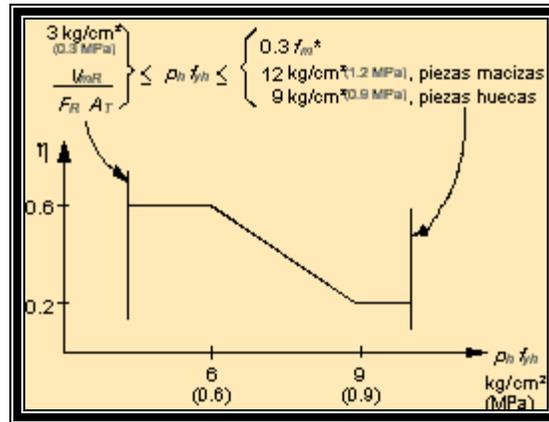


Figura 4.10 Factor de eficiencia  $\eta$

### 4.3.4.3 Fuerza Cortante Resistida por Malla Electrosoldada Recubierta de Mortero

#### I. Tipo de Refuerzo y de Mortero

- Para resistir la fuerza cortante, puede hacerse uso de mallas electrosoldadas para resistir la fuerza cortante.
- El área de refuerzo por unidad de longitud de las mallas debe ser igual en ambas direcciones.
- El máximo esfuerzo de fluencia para diseño será  $f_{yh} = 5000 \text{ kg/cm}^2$ .
- El anclaje y detalle de las mallas se realiza como se indica en las *secciones* 3.4.3-III, 3.4.5-IV y 3.4.5-V.
- Se deben recubrir las mallas con una capa de mortero tipo I, teniendo un espesor de 1.5cm como mínimo.

#### II. Cuantías Mínima y Máxima de Refuerzo

- Sólo se considerará, para fines de cálculo, la cuantía de los alambres horizontales de la malla.
- Si la malla se coloca con los alambres inclinados, en el cálculo de la cuantía deben considerarse las componentes horizontales.
- En el cálculo de la cuantía sólo se incluye el espesor del muro,  $t$ .
- Las cuantías mínima y máxima serán las prescritas en la *sección* 4.3.4.2- III.

#### III. Diseño de la Malla

La fuerza cortante que tomará la malla se obtiene como se indica en *sección* 4.3.4.2-IV.



## 4.4 MAMPOSTERÍA REFORZADA INTERIORMENTE

Los muros de mampostería reforzada interiormente son aquellos que llevan barras o alambres corrugados de acero (horizontales y verticales) dentro de las celdas de las piezas, en ductos o en las juntas. Dicho acero de refuerzo (tanto horizontal como vertical), está distribuido a lo alto y largo del muro.

Para diseño por sismo se usará  $Q = 1.5$ .

### 4.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA MAMPOSTERÍA REFORZADA INTERIORMENTE

Para que un muro pueda considerarse como reforzado interiormente debe cumplir con los siguientes requisitos:

#### I. Acero de Refuerzo Horizontal y Vertical (fig. 4.11)

- La cuantía de acero de refuerzo horizontal ( $p_h$ ) y vertical ( $p_v$ ) debe cumplir las siguientes condiciones (ecuación 4.11):

Ecuaciones 4.11

<b>adicionalmente</b>	<b><math>p_h + p_v \geq 0.002</math></b> <b><math>p_h \geq 0.0007</math> y <math>p_v \geq 0.0007</math></b>
En donde:	
$p_h = \frac{A_{sh}}{s_h t}; \quad p_v = \frac{A_{sv}}{L t}$	
$p_h$ = cuantía de acero de refuerzo horizontal.	
$p_v$ = cuantía de acero de refuerzo vertical.	
$L$ = longitud del muro.	
$A_{sh}$ = área de acero de refuerzo horizontal que se colocará a una separación vertical $s_h$ (fig. 6.1); y	
$A_{sv}$ = área de acero de refuerzo vertical que se colocará a una separación $s_v$ .	
$t$ = espesor del muro	

- Si el acero que se emplee para refuerzo tiene un  $f_y > 4200 \text{ kg/cm}^2$ , las cuantías de refuerzo calculadas anteriormente pueden reducirse multiplicándolas por  $4200/f_y$  en  $\text{kg/cm}^2$ .

#### II. Tamaño, Colocación y Separación del Refuerzo Horizontal y Vertical (fig. 4.11)

- Debe cumplirse con lo señalado en la sección 3.4.
- En todo extremo horizontal de muro debe existir una dala.



- Puede omitirse el uso de dalas sólo si el muro está ligado a un elemento de concreto reforzado con un peralte  $>$  a 10 cm. (aunque también debe colocarse refuerzo longitudinal y transversal).

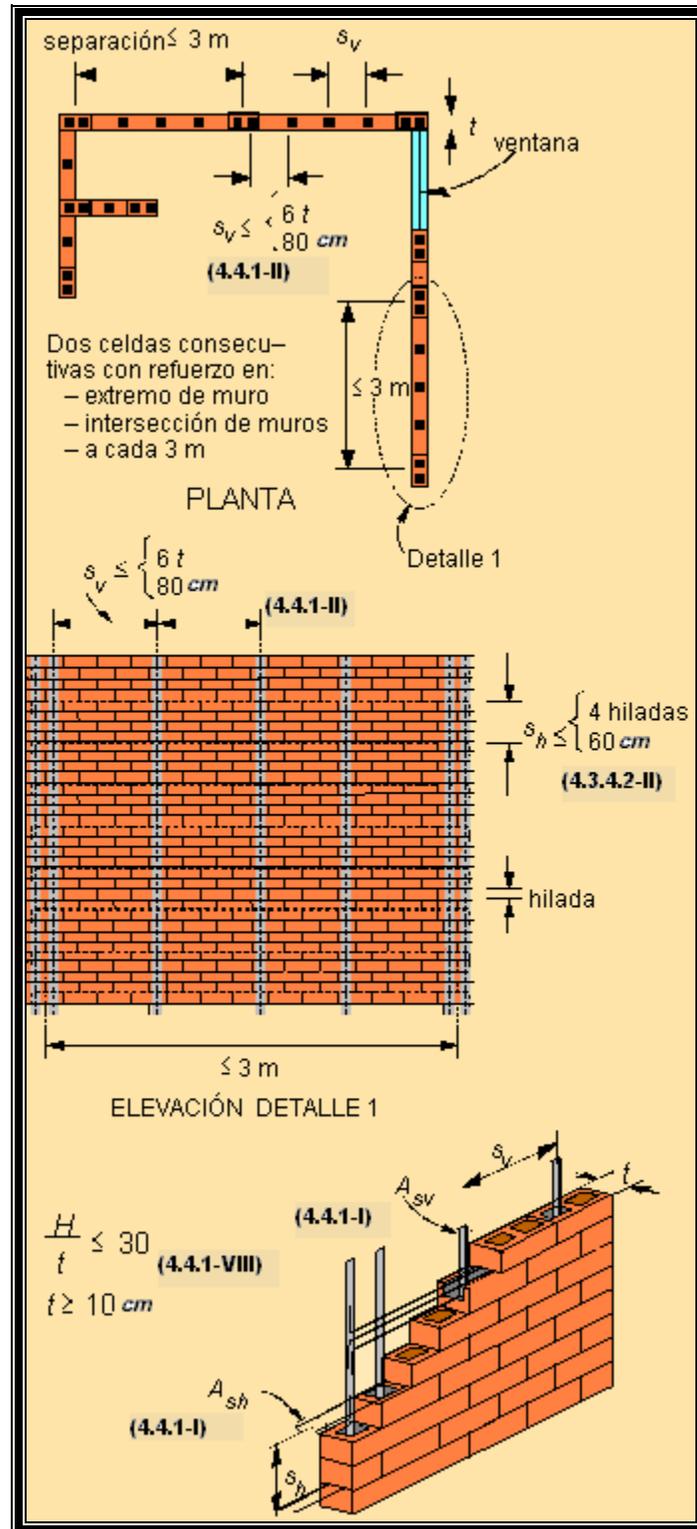


Figura 4.11 Requisitos para mampostería con refuerzo interior



- El dimensionamiento del refuerzo longitudinal de la dala debe hacerse de modo que pueda resistir las componentes vertical y horizontal correspondiente del puntal de compresión que se desarrolle en la mampostería para resistir las cargas laterales y verticales.
- El refuerzo longitudinal de la dala, en cualquier caso, debe estar formado por lo menos de tres barras, cuya área total mayor a (ecuación 4.12):

Ecuación 4.12

$$A_s \geq 0.2 \frac{f'_c}{f_y} t^2$$

En donde:

$A_s$  = área total del acero longitudinal

$f'_c$  = resistencia especificada del concreto en compresión

$f_y$  = esfuerzo de fluencia del acero

$t$  = espesor del muro

- El refuerzo transversal de la dala debe estar formado por estribos cerrados, cuya área ( $A_{sc}$ ) sea (ecuación 4.13):

Ecuación 4.13

$$A_{sc} = \frac{1000 s}{f_y h_c}$$

En donde:

$A_{sc}$  = área del acero de refuerzo transversal de los castillos

$s$  = separación del acero de refuerzo de estribos < a 1.5t y < a 20 cm

$f_y$  = esfuerzo de fluencia del acero

$h_c$  = dimensión de la dala en el plano del muro

$t$  = espesor del muro

- En cada una de dos celdas consecutivas, en todo extremo de muros, en intersecciones entre muros y/o a cada 3m, debe colocarse (por lo menos) una barra #3 (9.5mm de diámetro) con  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , o refuerzo equivalente.
- La separación del refuerzo vertical en el interior del muro debe ser menor a seis veces el espesor del muro ( $s < 6t$ ) y menor a 80cm (fig. 4.11).

### III. Pretiles

- Los pretiles o parapetos deben reforzarse interiormente con barras de refuerzo vertical como las especificadas en la sección 4.4.1-II.
- Los pretiles o parapetos que tengan una altura superior a 50cm, debe reforzarse horizontalmente en la parte superior, de acuerdo con la sección 4.4.1-VII (fig. 4.13).



#### IV. Mortero y Concreto de Relleno

- ❑ Las celdas en donde se encuentre acero de refuerzo deben ser rellenadas con morteros o concretos que cumplan con lo establecido en la *sección 2.4*.
- ❑ Para el relleno de celdas también puede emplearse el mortero utilizado para pegar las piezas, en caso del ser tipo I (*sección 2.2.4*).
- ❑ El tamaño de las celdas (hueco de las piezas) debe tener una dimensión mínima  $< 5$  cm y un área  $< 30$  cm<sup>2</sup>.

#### V. Anclaje del Refuerzo Horizontal y Vertical

El anclaje del refuerzo horizontal y vertical debe cumplir con lo especificado en la *sección 3.4.5*.

#### V. Muros Transversales

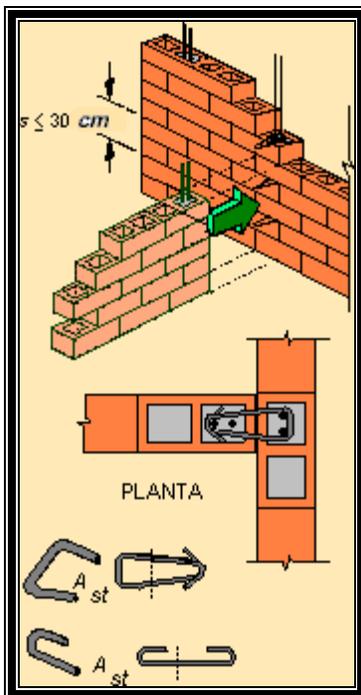


Figura 4.12 Conectores entre muros sin traslape de piezas

- ❑ Cuando los muros transversales sean de carga y lleguen a tope, sin traslape de piezas, es necesario unirlos mediante dispositivos que aseguren la continuidad de la estructura (*fig. 4.12*).
- ❑ Estos dispositivos deben de resistir 1.33 veces la resistencia de diseño a fuerza cortante del muro transversal dividida por el factor de resistencia correspondiente.
- ❑ La fuerza cortante resistida de la mampostería y la resistida por el refuerzo horizontal (esta última solo en caso de que se aplique), deben incluirse en la resistencia de diseño.

- ❑ El cálculo del área de acero de los dispositivos o conectores ( $A_{st}$ ) colocada en la altura del muro, se realiza con la *ecuación 4.14*:



Ecuación 4.14

$$A_{st} = \frac{V_{mR} + V_{sR}}{4F_R} \frac{t}{L} \frac{s}{f_y}$$

En donde:

$A_{st}$  = área de acero de dispositivos o conectores.

$V_{mR}$  = fuerza cortante de diseño que toma la mampostería.

$V_{sR}$  = fuerza cortante de diseño que toma el acero de refuerzo horizontal o mallas electrosoldadas.

$t$  = espesor del muro.

$s$  = separación entre dispositivos o conectores (la cual no debe ser mayor a 30cm (fig 4.12).

$F_R$  = factor de resistencia (debe tomarse = 0.7de acuerdo a la sección 3.2.4).

$L$  = longitud efectiva del muro.

$f_y$  = esfuerzo de fluencia del acero.

### VII. Muros con Aberturas (fig. 4.13)

Se deben reforzar las aberturas con elementos horizontales y verticales en el perímetro de éstas, siempre y cuando las aberturas:

- ❑ Tengan una dimensión mayor a la cuarta parte de la longitud del muro
- ❑ Tengan una dimensión mayor a la cuarta parte de la distancia entre intersecciones de muros.
- ❑ Tengan una dimensión mayor a 60 cm.
- ❑ Sean aberturas cuya altura sea igual a la del muro.

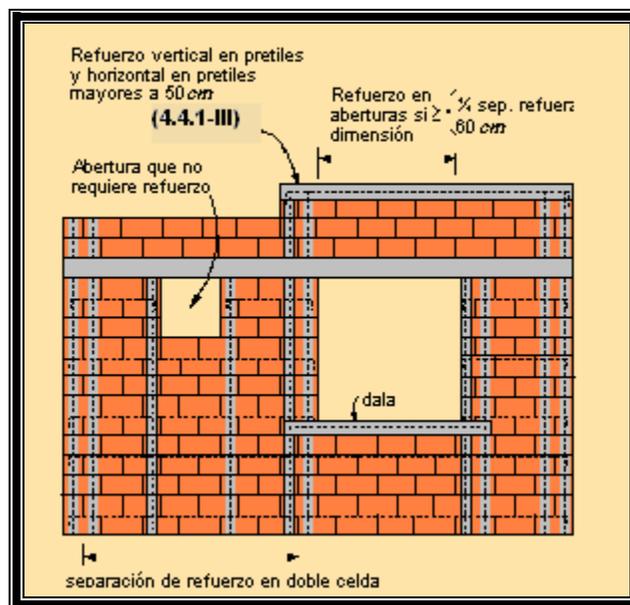


Figura 4.13 Refuerzo en aberturas y pretiles

### VIII. Espesor y Relación Altura a Espesor de los Muros (fig. 4.11)

- ❑ Los muros deben tener un espesor mínimo ( $t$ ) de 10cm.
- ❑ La relación altura a espesor del muro ( $H/t$ ) debe ser menor de 30.



## 4.4.2 FUERZAS Y MOMENTOS DE DISEÑO

Las fuerzas y momentos de diseño se obtienen de acuerdo a los análisis de cargas verticales y laterales (*secciones 3.3.2 y 3.3.3*).

La resistencia ante cargas verticales y laterales de un muro debe revisarse para el efecto de:

- carga axial
- fuerza cortante
- momentos flexionantes en su plano
- momentos flexionantes normales a su plano principal de flexión.

Para la revisión de cargas laterales únicamente debe considerarse la participación de muros cuya longitud sea sensiblemente paralela a la dirección de análisis.

La revisión de cargas verticales debe realizarse de acuerdo a lo establecido en la *sección 3.3.2*.

Cuando se aplique el método simplificado de diseño sísmico, la revisión ante cargas laterales puede limitarse a los efectos de la fuerza cortante.

Si la estructura tiene más de tres niveles, debe revisarse por flexión en el plano aquellos muros que tengan una relación altura a longitud ( $H/L > 2$ ), adicionalmente a la fuerza cortante.

## 4.4.3 RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXOCOMPRESIÓN EN EL PLANO DEL MURO

### 4.4.3.1 Resistencia a compresión de mampostería con refuerzo interior

La carga vertical resistente ( $P_R$ ) se calcula con la *ecuación 4.15*:

Ecuación 4.15

$$P_R = F_R F_E (f_m^* A_T + \Sigma A_s f_y) \leq 1.25 F_R F_E f_m^* A_T$$

$$P_R = F_R F_E (f_m^* + 7) A_T \leq 1.25 F_R F_E f_m^* A_T, \text{ si se usan kg/cm}^2 \text{ y cm}^2$$

En donde:

$P_R$  = carga vertical resistente

$F_E$  = factor de reducción por efectos de excentricidad y esbeltez (*sección 3.3.2.2*)

$F_R$  = factor de resistencia (se tomará igual a 0.6 de acuerdo a la *sección 3.2.4*).

$f_m^*$  = resistencia de diseño a compresión de la mampostería

$A_T$  = área bruta de la sección transversal del muro

$A_s$  = área total de acero de refuerzo longitudinal

$f_y$  = esfuerzo a la fluencia del acero



### 4.4.3.2 Resistencia a Flexocompresión en el Plano del Muro

#### I. Método General de Diseño

La hipótesis de la resistencia a flexión pura (o flexocompresión) en el plano de un muro reforzado interiormente se realiza con base en las hipótesis de la *sección 3.2.5*.

Para obtener la resistencia de diseño debe reducirse la resistencia por el factor de resistencia indicado en la *sección 3.2.4*.

#### II. Método Optativo

El momento resistente de diseño ( $M_R$ ) de la sección de muros con barras longitudinales colocadas de manera simétrica en sus castillos extremos, se calcula de acuerdo con las *ecuaciones 4.16 y 4.17 (fig. 4.9)*:

Ecuaciones 4.16 y 4.17

$$M_R = F_R M_o + 0.3 P_u d ; \quad \text{si } 0 \leq P_u \leq \frac{P_R}{3} \quad (4.16)$$

$$M_R = (1.5F_R M_o + 0.15 P_R d) \left( 1 - \frac{P_u}{P_R} \right) ; \quad \text{si } P_u > \frac{P_R}{3} \quad (4.17)$$

En donde:

$M_R$  = Momento resistente de diseño

$F_R$  = factor de resistencia (se tomará igual a 0.8, si  $P_u \leq P_R / 3$  e igual a 0.6 en caso contrario).

$M_o = A_s f_y d'$  = resistencia a flexión pura del muro.

$P_u$  = carga axial total que obra sobre el muro multiplicada por el factor de carga cuyo valor se tomará con signo positivo.

$d$  = distancia entre el centroide del acero de tensión y la fibra a compresión máxima.

$P_R$  = resistencia de diseño del muro a carga vertical

$A_s$  = área total de acero de refuerzo longitudinal colocada en cada uno de los castillos extremos del muro;

$d'$  = distancia entre los centroides del acero colocado en ambos extremos del muro;

$f_y$  = esfuerzo de fluencia del acero

Estas ecuaciones dan valores suficientemente aproximados y conservadores del momento resistente de diseño.

Para cargas axiales de tensión puede interpolarse entre la carga axial resistente a tensión pura y el momento resistente  $M_o$ , afectando el resultado por  $F_R = 0.8$  (*fig 4.9*).

### 4.4.4 RESISTENCIA A CARGAS LATERALES

El siguiente listado es una relación de las consideraciones ante la resistencia de cargas laterales de los muros de mampostería reforzada interiormente:

- La mampostería proporciona la resistencia a cargas laterales



- Parte de la fuerza cortante es resistida por acero de refuerzo horizontal o por mallas electrosoldadas.
- El acero de refuerzo horizontal o mallas de alambre soldado pueden resistir toda la carga lateral siempre y cuando la carga vertical que obre sobre el muro sea de tensión.
- Cuando se use el método simplificado de análisis, la resistencia a fuerza cortante de los muros debe afectarse por el factor  $F_{AE}$  (ecuación 4.18).

**Ecuación 4.18**

$$F_{AE} = 1, \quad \text{si } \frac{H}{L} \leq 1.33$$
$$F_{AE} = \left(1.33 \frac{L}{H}\right)^2, \quad \text{si } \frac{H}{L} > 1.33$$

*En donde:*  
 $F_{AE}$  = factor de área efectiva de los muros de carga  
 $H$  = altura libre del muro  
 $L$  = longitud del muro

- El factor de resistencia ( $F_R$ ) se toma igual a 0.7 (sección 3.2.4).

#### 4.4.4.1 Fuerza cortante resistida por la mampostería

La determinación de la fuerza cortante resistente de diseño ( $V_{mR}$ ) se realiza con la ecuación 4.19:

**Ecuación 4.19**

$$V_{mR} = F_R (0.5v_m^* A_T + 0.3P) \leq 1.5F_R v_m^* A_T$$

*En donde*  
 $V_{mR}$  = fuerza cortante resistente de diseño  
 $F_R$  = factor de resistencia  
 $v_m^*$  = resistencia de diseño a compresión diagonal de muretes de mampostería  
 $A_T$  = área bruta de la sección transversal del muro (debe incluir a los castillos pero sin transformar el área transversal).  
 $P$  = carga axial total que obra sobre el muro (se deberá tomar positiva en compresión).

La carga vertical  $P$  debe considerar a las acciones permanentes, variables con intensidad instantánea, y accidentales que conduzcan al menor valor, sin multiplicar por el factor de carga.

Se desprecia la contribución de la mampostería ( $V_{mR}$ ) si la carga vertical  $P$  es de tensión y la fuerza cortante debe ser resistida por el refuerzo horizontal.

A menos que una prueba de laboratorio muestre lo contrario, la resistencia a compresión diagonal para diseño de la mampostería ( $v_m^*$ ) no debe ser mayor a 6 kg/cm<sup>2</sup>.



## 4.4.4.2 Fuerza Cortante Resistida por el Acero de Refuerzo Horizontal

### II. Tipos de Acero de Refuerzo

- Para resistir fuerzas cortantes, puede colocarse acero de refuerzo horizontal en las juntas de mortero.
- El refuerzo deben ser barras corrugadas o alambres corrugados laminados en frío y de modo que sean colocados de manera continua a lo largo del muro.
- Cuando se trate de resistir fuerzas cortantes inducidas por sismo, no se debe usar escalerilla como refuerzo.
- El esfuerzo de fluencia para diseño debe ser  $f_{yh} < 6000 \text{ kg/cm}^2$ .
- El refuerzo horizontal se detalla como se indica en las secciones 3.4.1-II, 3.4.3-III, 3.4.4-I y 3.4.5-III.

### II. Separación del Acero de Refuerzo Horizontal

- La máxima separación del refuerzo horizontal ( $s_h$ ) no debe exceder de cuatro hiladas ni de 60 cm (fig. 4.11).

### III. Cuantías Mínima y Máxima del Acero de Refuerzo Horizontal

En caso de que se coloque acero de refuerzo horizontal, la cuantía de éste ( $p_h$ ) debe cumplir lo siguiente (ecuación 4.20):

Ecuación 4.20

La cuantía no será inferior a...	$3/f_{yh}$ , si se usan $\text{kg/cm}^2$ o al que resulte de $p_h = \frac{V_{mR}}{F_R f_{yh} A_T}$
La cuantía no será mayor a...	$0.3 \frac{f_m^*}{f_{yh}}$ en ningún caso $12/f_{yh}$ para piezas macizas si se usan $\text{kg/cm}^2$ $9/f_{yh}$ para piezas huecas si se usan $\text{kg/cm}^2$
<p>En donde:</p> <p><math>P_h</math> = cuantía de acero de refuerzo horizontal en el muro = <math>Ash/Sht</math></p> <p><math>f_{yh}</math> = esfuerzo de fluencia especificado del acero de refuerzo horizontal o malla electrosoldada.</p> <p><math>V_{mR}</math> = fuerza cortante de diseño que toma la mampostería</p> <p><math>F_R</math> = factor de resistencia</p> <p><math>A_T</math> = área bruta de la sección transversal del muro</p> <p><math>f_m^*</math> = resistencia de diseño a compresión de la mampostería</p>	



## IV. Diseño del Refuerzo Horizontal

La determinación de la fuerza cortante que toma el refuerzo horizontal ( $V_{sR}$ ) se realiza con la ecuación 4.21:

Ecuación 4.21

$$V_{sR} = F_R \eta p_h f_{yh} A_T$$

En donde:

$V_{sR}$  = fuerza cortante de diseño que toma el acero de refuerzo horizontal o malla electrosoldada.

$F_R$  = factor de resistencia

$\eta$  = factor de eficiencia del refuerzo horizontal

$p_h$  = cuantía de acero de refuerzo horizontal en el muro =  $A_{sh}/S_{ht}$

$f_{yh}$  = esfuerzo de fluencia especificado del acero de refuerzo horizontal o malla electrosoldada  $A_T$  = área bruta de la sección transversal del muro

Para determinar el valor de el factor de eficiencia del refuerzo horizontal ( $\eta$ ) se debe seguir el siguiente criterio:

$$\eta = \begin{cases} 0.6 ; & \text{si } p_h f_{yh} \leq 6 \text{ kg/cm}^2 \\ 0.2 ; & \text{si } p_h f_{yh} \geq 9 \text{ kg/cm}^2 \end{cases}$$

Si los valores de  $p_h f_{yh}$  se encuentran entre 6 y 9 kg/cm<sup>2</sup>, el valor de  $\eta$  se obtiene mediante una interpolación lineal. (fig. 4.10).

## 4.5 MAMPOSTERÍA NO CONFINADA NI REFORZADA

Los muros de mampostería no confinada ni reforzada son aquellos que no tienen el refuerzo necesario para ser incluidos en alguna de las categorías descritas en las secciones 4.2 y 4.3, aún contando con algún tipo de refuerzo interior o confinamiento.

Al igual que los otros tipos de muros, el espesor de éstos debe ser mayor a 10cm.

El factor de comportamiento sísmico es  $Q=1$ .

### 4.5.1 FUERZAS Y MOMENTOS DE DISEÑO

Las fuerzas y momentos de diseño se obtienen de acuerdo a los análisis de cargas verticales y laterales (secciones 3.3.2 y 3.3.3).

La resistencia ante cargas verticales y laterales de un muro debe revisarse para el efecto de:

- carga axial
- fuerza cortante
- momentos flexionantes en su plano



- momentos flexionantes normales a su plano principal de flexión.

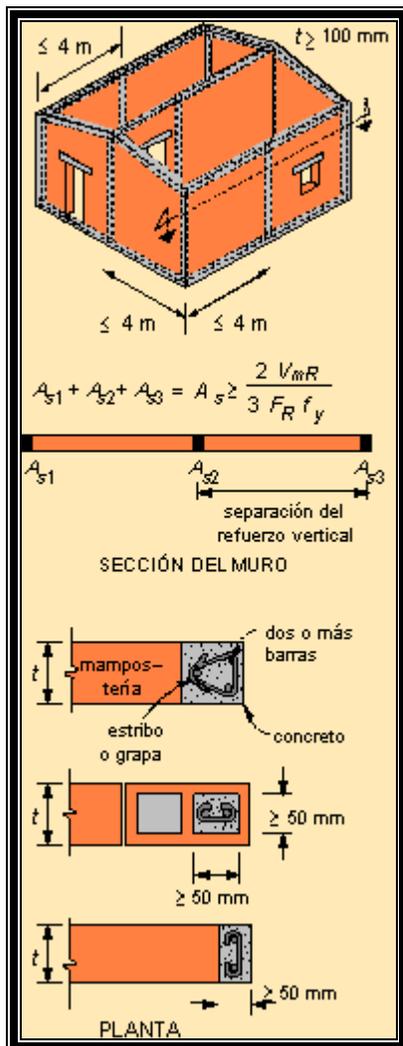
Para la revisión de cargas laterales únicamente debe considerarse la participación de muros cuya longitud sea sensiblemente paralela a la dirección de análisis.

La revisión de cargas verticales debe realizarse de acuerdo a lo establecido en la *sección* 3.3.2.

Cuando se aplique el método simplificado de diseño sísmico, la revisión ante cargas laterales puede limitarse a los efectos de la fuerza cortante.

Si la estructura tiene más de tres niveles, debe revisarse por flexión en el plano aquellos muros que tengan una relación altura a longitud  $(H/L) > 2$ , adicionalmente a la fuerza cortante.

#### 4.5.2 REFUERZO POR INTEGRIDAD ESTRUCTURAL



Para mejorar la redundancia y capacidad de deformación de la estructura, todos los muros de carga deben reforzarse por integridad (*fig. 4.14*).

Este refuerzo debe alojarse en secciones rectangulares de concreto reforzado de 5cm de lado por lo menos.

No deben existir detalles de uniones entre muros, ni tampoco entre muros y sistemas de piso/techo que dependan de las cargas gravitacionales exclusivamente.

Las cuantías y características de éste refuerzo se indican en las siguientes *secciones* 4.5.2.1 y 4.5.2.2.

Figura 4.14 Refuerzo por integridad



### 4.5.2.1 Refuerzo Vertical

Los muros deben ser reforzados en sus extremos y a cada 4 m. Deben tener por lo menos dos barras de acero de refuerzo, colocadas de manera continua en la altura de la estructura.

El cálculo del área total del refuerzo vertical en el muro se realiza con la *ecuación 3.22*:

Ecuación 3.22

$$A_s = \frac{2 V_{mR}}{3 F_R f_y}$$

En donde:

$A_s$  = área total del refuerzo vertical

$V_{mR}$  = fuerza cortante de diseño que toma la mampostería.

$F_R$  = factor de resistencia (debe tomarse igual a 0.4 de acuerdo a la sección 3.2.4)

$f_y$  = esfuerzo de fluencia del acero

### 4.5.2.2 Refuerzo Horizontal

Deben colocarse, por lo menos, dos barras de acero de refuerzo de manera continua en la longitud de los muros, colocados en la unión de éstos con los sistemas de piso y techo.

El cálculo del área total del refuerzo horizontal en el muro se realiza con la *ecuación 4.23*:

Ecuación 4.23

$$A_s = \frac{2 V_{mR}}{3 F_R f_y} \left( \frac{H}{s_v} \right)$$

En donde:

$A_s$  = área total del refuerzo vertical

$V_{mR}$  = fuerza cortante de diseño que toma la mampostería.

$F_R$  = factor de resistencia (debe tomarse igual a 0.4 de acuerdo a la sección 3.2.4)

$f_y$  = esfuerzo de fluencia del acero

$H$  = altura libre del muro

$s_v$  = separación del acero de refuerzo vertical en el muro

## 4.5.3 RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXOCOMPRESIÓN EN EL PLANO DEL MURO

### 4.5.3.1 Resistencia a Compresión

El cálculo de la carga vertical resistente ( $P_R$ ), se realiza con la *ecuación 4.24*:

Ecuación 4.24

$$P_R = F_R F_E f_m^* A_T$$

En donde:

$P_R$  = resistencia de diseño del muro a carga vertical

$F_R$  = factor de resistencia (debe tomarse igual a 0.3 de acuerdo a la sección 3.2.4)

$F_E$  = factor de reducción por efectos de excentricidad (debe tomarse de acuerdo a la sección 3.3.2.2)

$f_m^*$  = resistencia de diseño a compresión de la mampostería

$A_T$  = área bruta de la sección transversal del muro



### 4.5.3.2 Resistencia a Flexocompresión

El cálculo de la resistencia a flexocompresión en el plano del muro (para muros sin refuerzo) se hace suponiendo una distribución lineal de esfuerzos en la mampostería.

Para este fin, debe considerarse que la mampostería no resiste tensiones y que la falla ocurre cuando aparece en la sección crítica un esfuerzo de compresión igual a ( $f_m^*$ ).

$F_R$  se toma según la *sección 3.2.4*.

### 4.5.4 RESISTENCIA A CARGAS LATERALES

Cuando se use el método simplificado de análisis, la resistencia a fuerza cortante de los muros debe afectarse por el factor  $F_{AE}$  (*ecuación 4.25*).

Ecuación 4.25

$$F_{AE} = 1, \quad \text{si } \frac{H}{L} \leq 1.33$$
$$F_{AE} = \left(1.33 \frac{L}{H}\right)^2, \quad \text{si } \frac{H}{L} > 1.33$$

En donde:

$F_{AE}$  = factor de área efectiva de los muros de carga

$H$  = altura libre del muro

$L$  = longitud del muro

La determinación de la fuerza cortante resistente de diseño ( $V_{mR}$ ) se realizará con la *ecuación 4.26*:

Ecuación 3.26

$$V_{mR} = F_R (0.5v_m^* + 0.3P) A_T \leq 1.5F_R v_m^* A_T$$

En donde:

$V_{mR}$  = fuerza cortante de diseño de la mampostería

$F_R$  = factor de resistencia (se toma igual a 0.4 de acuerdo a la *sección 3.2.4*)

$v_m^*$  = resistencia de diseño a compresión diagonal de muretes

$A_T$  = área bruta de la sección transversal del muro

$P$  = carga axial total que obra sobre el muro (se considera en compresión, en caso contrario

$V_{mR} = 0$ ).



## 4.6 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS

### 4.6.1 SISTEMA NOVAMURO

#### 4.6.1.1 Descripción del Sistema

Este es un sistema que parte de la teoría de muros reforzados interiormente.

El Sistema NOVAMURO es la aplicación de dos tipos de ladrillos (*fig. 4.15*): Ladrillo VINTEX (ladrillo hueco) y Ladrillo MULTEX (ladrillo multiperforado), siendo éste último pieza clave del sistema, pues al penetrar ligeramente el mortero en las perforaciones del ladrillo, se forman “llaves de cortante” entre los ladrillos, propiciando una mayor resistencia a los movimientos horizontales (sismo).

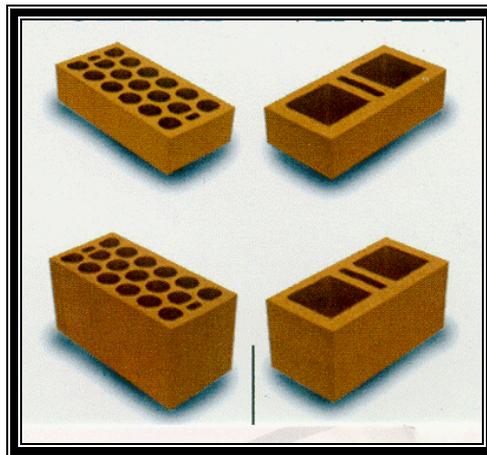


Figura 4.15 Ladrillo Múltex (izquierda) y ladrillo Vintex (derecha)

El ladrillo vintex se utiliza en mochetas e intersecciones “L” o “T” a fin de que los ductos verticales de los ladrillos se ahogue el concreto y acero de los castillos.

Este es un sistema que no requiere aplanados ni pintura y su mantenimiento es prácticamente nulo.

#### 4.6.1.2. Características de los Materiales

##### *I. Características Técnicas de la Mampostería*

Como se mencionó anteriormente, el sistema novamuro requiere de la utilización de dos tipos de piezas (ladrillo vintex y múltex).

El ladrillo vintex es una pieza considerada hueca, de acuerdo a lo establecido en la *sección 2.1.2.3-II*.



El ladrillo múltex es una pieza multiperforada, de acuerdo a lo establecido en la *sección 2.1.2.3-II*.

Las propiedades mecánicas de estas piezas se obtuvieron mediante el ensaye de las mismas en laboratorio (*sección 2.1.8*) y de acuerdo a lo establecido en las normas correspondientes.

Tabla 4.3 Propiedades mecánicas de las piezas Múltex y Víntex

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	FABRICANTE		PRUEBAS DE LABORATORIO	
	MULTEX	VINTEX	MULTEX	VINTEX
Medidas nominales (cm)	6x12x24	6x12x24	6x12x24	6x12x24
Piezas por m <sup>2</sup> (junta de 1cm)	57.1	57.1	-	-
Peso por pieza (kg)	1.70	1.60	1.84	1.63
Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) f*p	140	140	66	66
Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) f*m	70	70	No prueba	No prueba
Esfuerzo cortante resistente de diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	5	5	No prueba	No prueba
Absorción (%)	16	16	16.28	14.73
Acabado	Liso o texturizado		-	
Color	Rojo natural		-	
Método de producción	Extruido alta presión		-	
Endurecimiento	Cocción con gas a 950°C		-	

## II. Características Técnicas del Mortero

El mortero que se utilice para pegar las piezas debe elaborarse, de preferencia, en revolvedora; es recomendable el uso de mortero tipo I (*sección 2.2.4*) con proporciones en volumen: 1:1/4:3 (cemento: cal: arena).

Puede hacerse un mezclado en seco de los sólidos hasta alcanzar un color homogéneo de la mezcla, la cual únicamente puede utilizarse en un lapso de 24 horas.

Si la mezcla no se realiza con revolvedora, ésta debe hacerse en un recipiente no absorbente.

En el caso de que la mezcla se realice con revolvedora, el tiempo de mezclado, una vez agregada el agua, debe ser mayor a 4 minutos, o el necesario para alcanzar 120 revoluciones.

Para la elaboración de la mezcla debe utilizarse la mínima cantidad de agua, a manera de que se obtenga una mezcla con buena manejabilidad con la cuchara.



Es recomendable obtener un mortero un poco espeso, para evitar que se escurra por los alvéolos.

Si el mortero comienza a endurecerse, éste puede remezclarse solo por una vez, hasta alcanzar la consistencia deseada agregando un poco de agua. En el caso de que se use cemento ordinario, el mortero elaborado debe utilizarse en un lapso de 2.5 horas de haber sido fabricado.

El sistema Novamuro recomienda hacer mezcla para 1 hora de trabajo, además de sugerir el no incremento de agua o remezclado.

El revenimiento debe obedecer a lo señalado en la *sección 2.2.3*.

### ***III. Características Técnicas del Concreto***

Para el colado de huecos en donde se aloje el refuerzo vertical, es recomendable usar un concreto de alto revenimiento, con agregado máximo de 1 cm, y resistencia a compresión no menor de 75 kg/cm<sup>2</sup>.

También se puede hacer uso de el mortero empleado para pegar piezas, siempre y cuando sea mortero tipo I de acuerdo a lo establecido en la *sección 2.2.4*.

### ***IV. Características del Acero de Refuerzo***

El que cumpla con las propiedades y características establecidas en las *secciones 2.4, 3.4 y 4.4*.

## **4.6.1.3. Proceso Constructivo**

### ***I. Preparación***

1. Las varillas de anclaje con la cimentación deben colocarse tal y como se muestra en las *figuras 4.16-A y 4.16-B*, para el caso de un cajón de cimentación o una cimentación tradicional respectivamente.
2. Al igual que con las varillas, se debe verificar la correcta distribución de las instalaciones eléctricas e hidráulicas y sanitarias de acuerdo al proyecto (*fig. 4.16-C*).
3. Antes de la colocación del ladrillo, deben impermeabilizarse las cadenas o zonas de desplante con una lámina asfáltica antihumedad (*fig. 4.16-D*).
4. Deben saturarse de agua los ladrillos a colocar y, de acuerdo a norma, deben saturarse al menos dos horas antes de su colocación (para el caso de piezas de barro) como se ilustra en la *figura 4.16-E*.
5. Se prepara la mezcla para el mortero de acuerdo a la *sección 4.5.1.2-II (fig. 4.16-F)*.

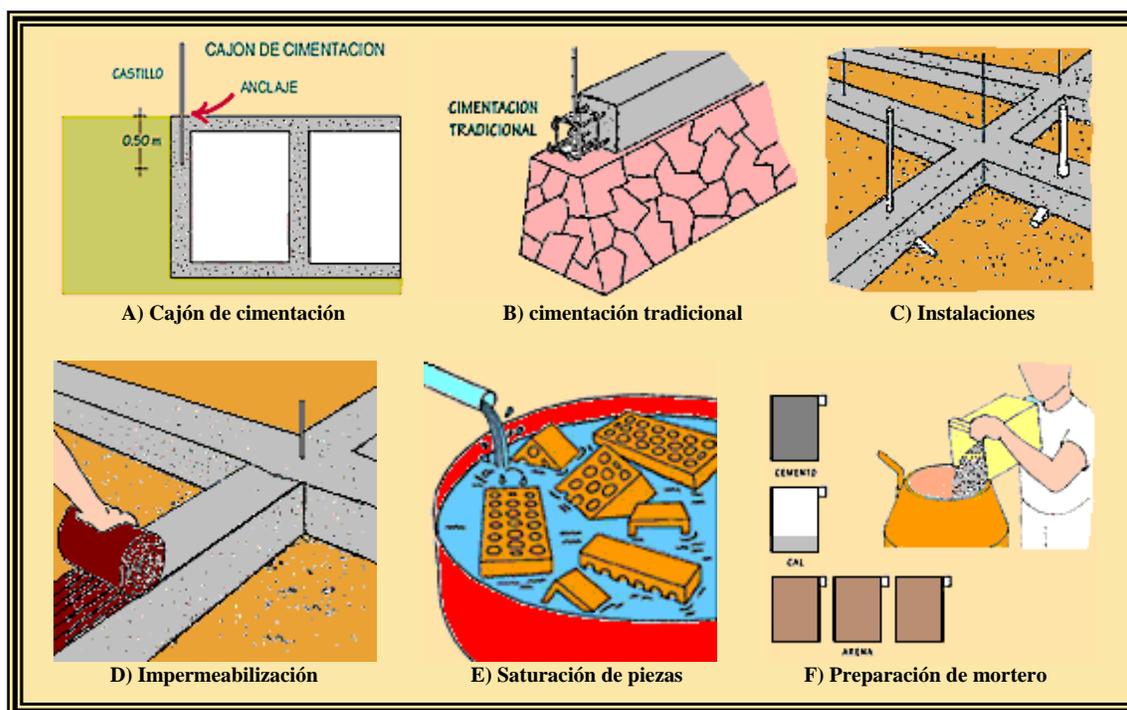


Figura 4.16 Preparación para la ejecución del sistema NOVAMURO

## II. Colocación de las Piezas

6. Para la colocación de los ladrillos debe colocarse un hilo o “reventón” que ayudará a que los muros queden bien alineados (*fig. 3.17-A*).
7. Para alinear la junta horizontal, se coloca una regla de madera del mismo ancho del muro (*fig. 3.17-B*), a la cual se le coloca un clavo a una distancia igual a la altura del ladrillo (grueso) + 1 cm de la junta. El hilo se irá recorriendo conforme el avance de la obra.
8. Para alinear la junta vertical, se marca el hilo a una distancia igual al largo del ladrillo (tizón) + 1cm de junta.
9. La primera hilada se comienza en alguna esquina con un ladrillo vértex, engarzándolo en la varilla que formará parte del castillo ahogado (*fig. 4.17-C*).
10. El siguiente ladrillo a colocar es un múltex. Se coloca aplicándole el mortero en toda la superficie de la cara lateral (testa). Esta operación se repite para todas las piezas (*fig. 4.17-D*).<sup>4.1</sup>
11. Para colocar la segunda hilada el hilo o “reventón” se recorre a la siguiente posición. Para cuatrapear las piezas se utiliza medio ladrillo (*fig. 4.17 E*).<sup>4.2</sup>

<sup>4.1</sup> No debe colocarse el mortero únicamente en los bordes del ladrillo (*fig. 4.17-F*).

El mortero debe aplicarse sobre toda la superficie del ladrillo multes (*fig. 4.17-G*).

<sup>4.2</sup> Debe verificarse que el desplome de los muros con función estructural no sea mayor a 0.004 veces su altura ni mayor a 1.5 cm.



12. El mortero debe penetrar 1 cm, aproximadamente, en los alvéolos del ladrillo múltex para que puedan formarse las llaves de cortante (fig. 4.17-H).
13. Los huecos de los ladrillos víntex deben rellenarse con concreto o mortero, verificando que no queden huecos o burbujas (fig. 4.17-I).<sup>4.3</sup>
14. El colado de éstas celdas se efectuará en tramos no mayores a<sup>4.4</sup>:

50 cm si el área de la celda es  $< 2500 \text{ mm}^2$   
1.5 m si el área de la celda es  $\geq 2500 \text{ mm}^2$

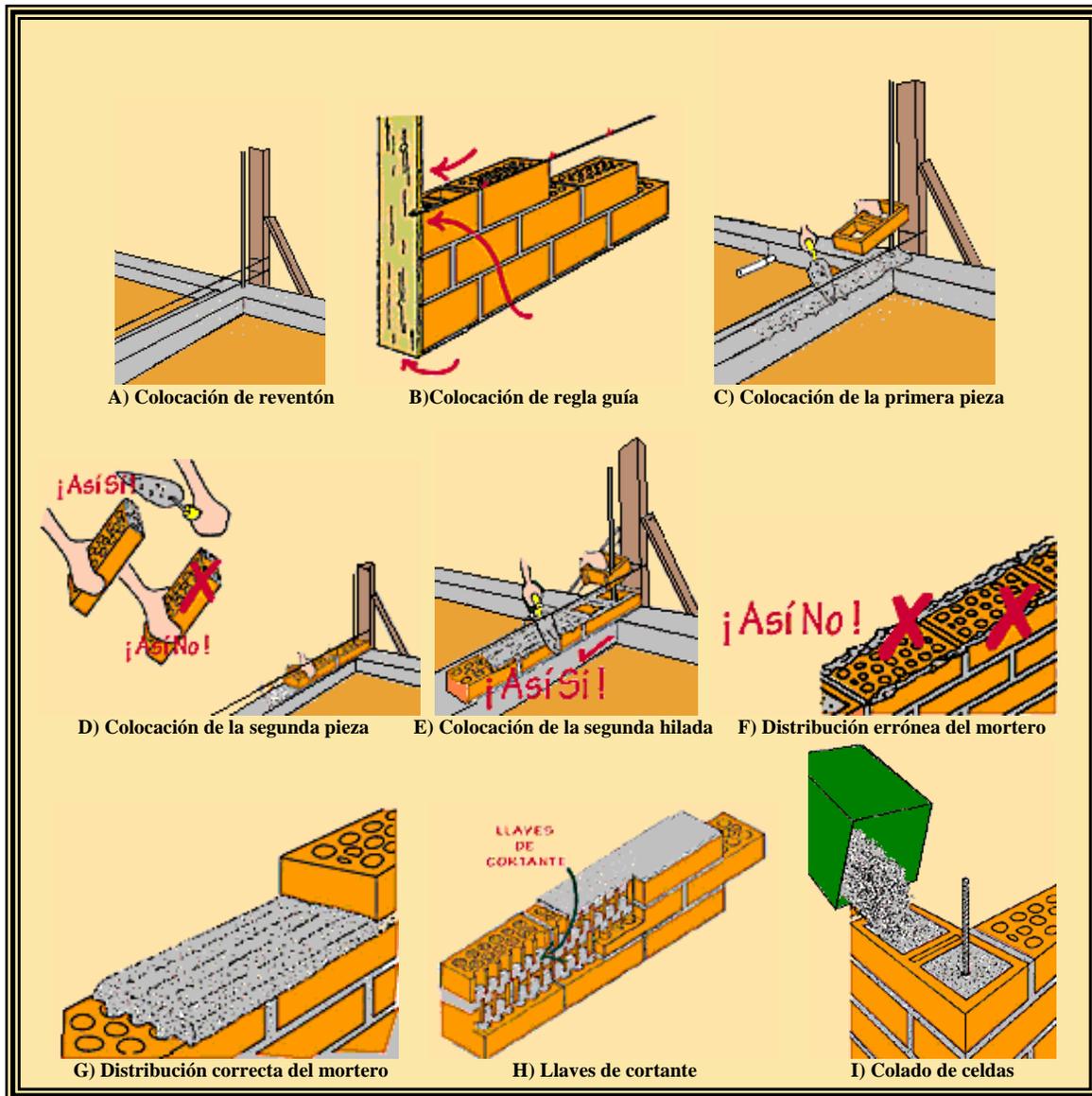


Figura 4.17 Colocación de piezas en el sistema novamuro

<sup>4.3</sup> El mortero o concreto puede compactarse siempre y cuando no se vibre excesivamente el refuerzo.

<sup>4.4</sup> Si por algún motivo la construcción del muro se detiene en el día, el mortero o concreto de las celdas debe alcanzar hasta la mitad de la altura de la pieza de la última hilada.



### III. Distribución del Acero

La distribución del acero de refuerzo debe obedecer a lo establecido en las *secciones 3.5 y 4.4*. El sistema Novamuro establece las siguientes condiciones:

15. Se debe colocar una varilla vertical de refuerzo:
  - Al inicio o terminación de muro (*fig. 4.18-A*).
  - En intersecciones de esquinas (*fig. 4.18-B*).
  - En intersecciones perpendiculares (*fig. 4.18-C*).
  - En intersecciones de cruce (*fig. 4.18-D*).
  - En puntos intermedios a una distancia menor a 3 m (*fig. 4.18-E*).
16. Las varillas de acero para el refuerzo horizontal se instalan ahogadas en el mortero de las juntas.
17. El refuerzo horizontal debe ser de una sola pieza; es decir, no se permite traslapar varillas.
18. La separación entre las varillas de refuerzo horizontal debe ser a 4 hiladas o a 60 cm (la que resulte menor).
19. El anclaje del refuerzo horizontal con doblez a  $180^\circ$  se hace sujetando a la varilla horizontal con la varilla de refuerzo vertical (*fig. 4.19*).
20. El anclaje del refuerzo horizontal con doblez a  $90^\circ$  se hace introduciendo dicho doblez en el concreto del castillo ahogado (*fig. 4.19*).
21. Los conectores o grapas se colocan a cada hilada (*fig. 4.18*).
22. Cuando se requiera acero para refuerzo horizontal, se colocará en la cantidad y distancia que indique el diseño estructural.

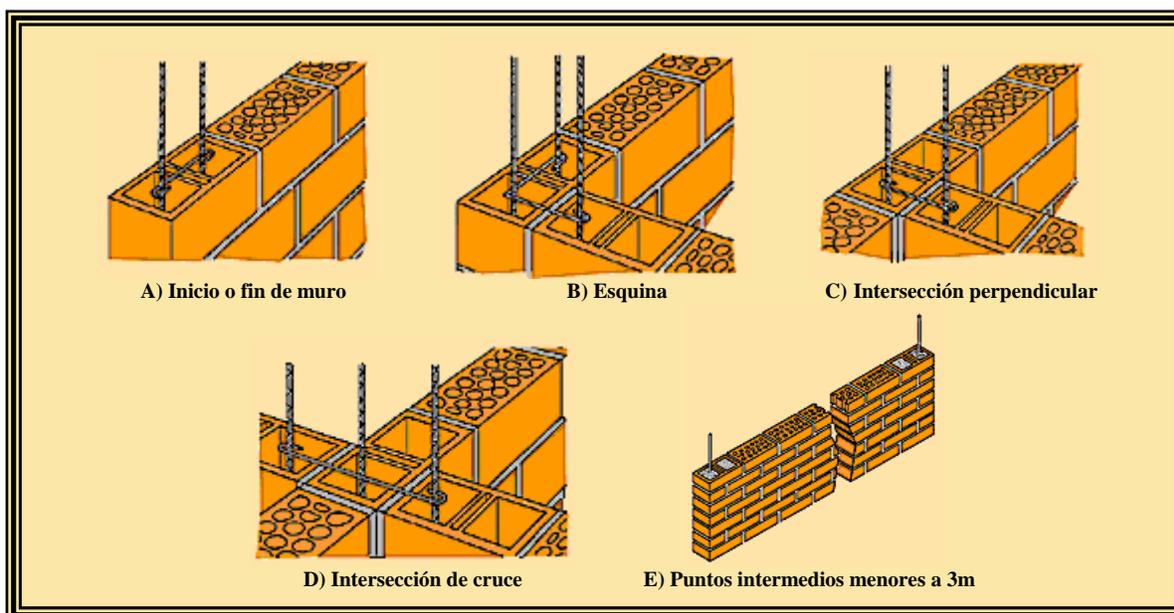


Figura 4.18 Distribución de refuerzo vertical y grapas

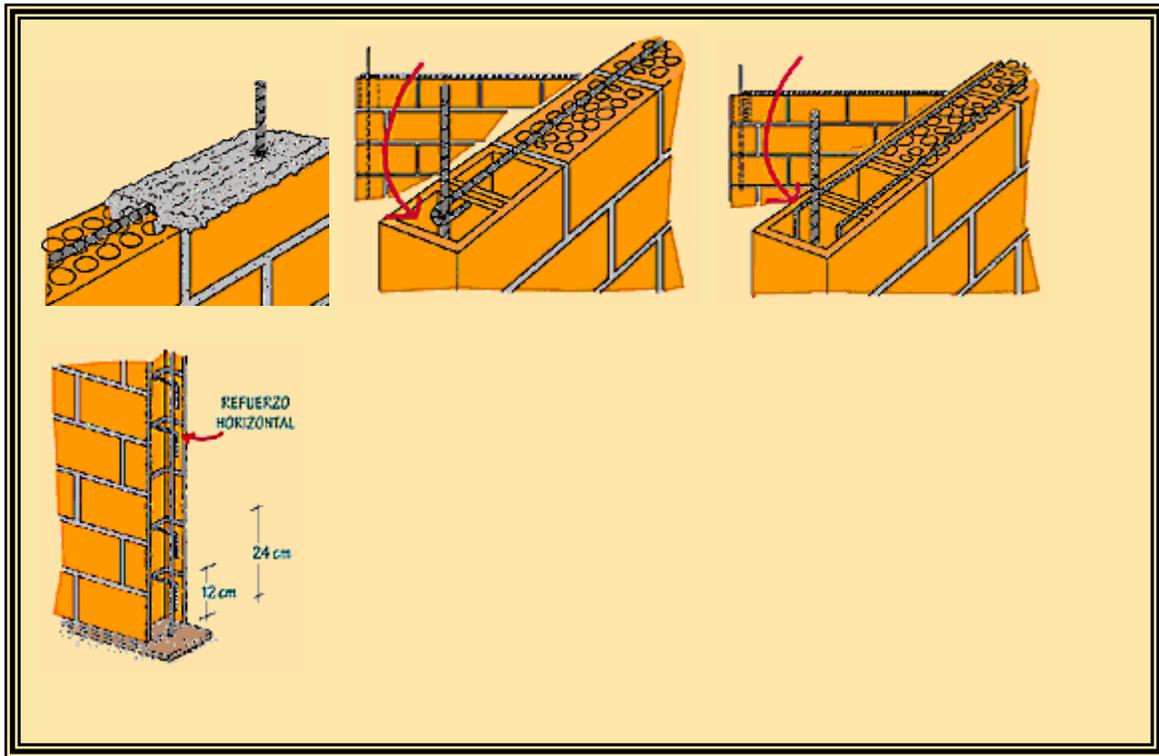


Figura 4.19 Distribución de acero de refuerzo

#### IV. Instalaciones

23. Las tuberías de instalaciones hidrosanitarias, eléctricas, televisión, teléfono, etc., se colocan en el interior de ladrillos víntex, de manera que su colocación no dañe a la mampostería (fig. 4.20-A).
24. Las celdas que contengan a estas tuberías no deben ser rellenadas con ningún tipo de mortero o concreto.
25. No pueden colocarse tuberías o ductos en castillos que tengan función estructural.
26. Para salidas de apagadores, contactos eléctricos, teléfono, televisión, etc., deben colocarse piezas víntex previamente cortadas como se ilustra en la figura 4.20-B.

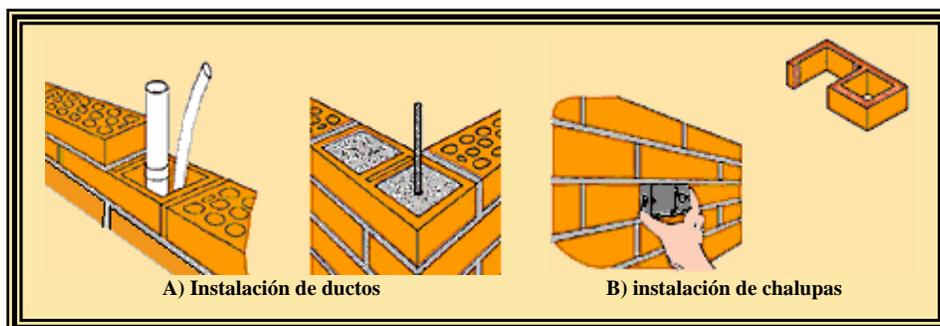


Figura 4.20 Colocación de instalaciones



## V. Acabados

27. Las medias piezas se cortan fácilmente con disco eléctrico o con "cuchara" de albañilería (fig. 4.21-A).
28. El acabado de la junta se hace marcándola con un instrumento hecho con alambroón grueso (fig. 4.21-B).
29. La limpieza del muro se hace con un trozo de costal de yute a medida que se avanza y esperando únicamente a que el mortero de las juntas endurezca lo suficiente (fig. 4.21-B).
30. La limpieza del muro con acabado texturizado se hace usando, además del costal de yute, pasándole un cepillo de cerdas de alambre o cerdas rígidas de plástico (fig. 4.21-C).
31. Para la limpieza final del muro (fig. 4.21-D):
  - Primero se debe impregnar el muro con agua limpia.
  - Se prepara una solución que consta de una parte de ácido muriático con ocho partes de agua.
  - Con la solución y cepillo de cerdas rígidas de plástico o de raíz, se talla el muro enérgicamente.
  - Finalmente, se enjuaga el muro con agua limpia.

NOTA: Existen también limpiadores específicamente para materiales de barro.

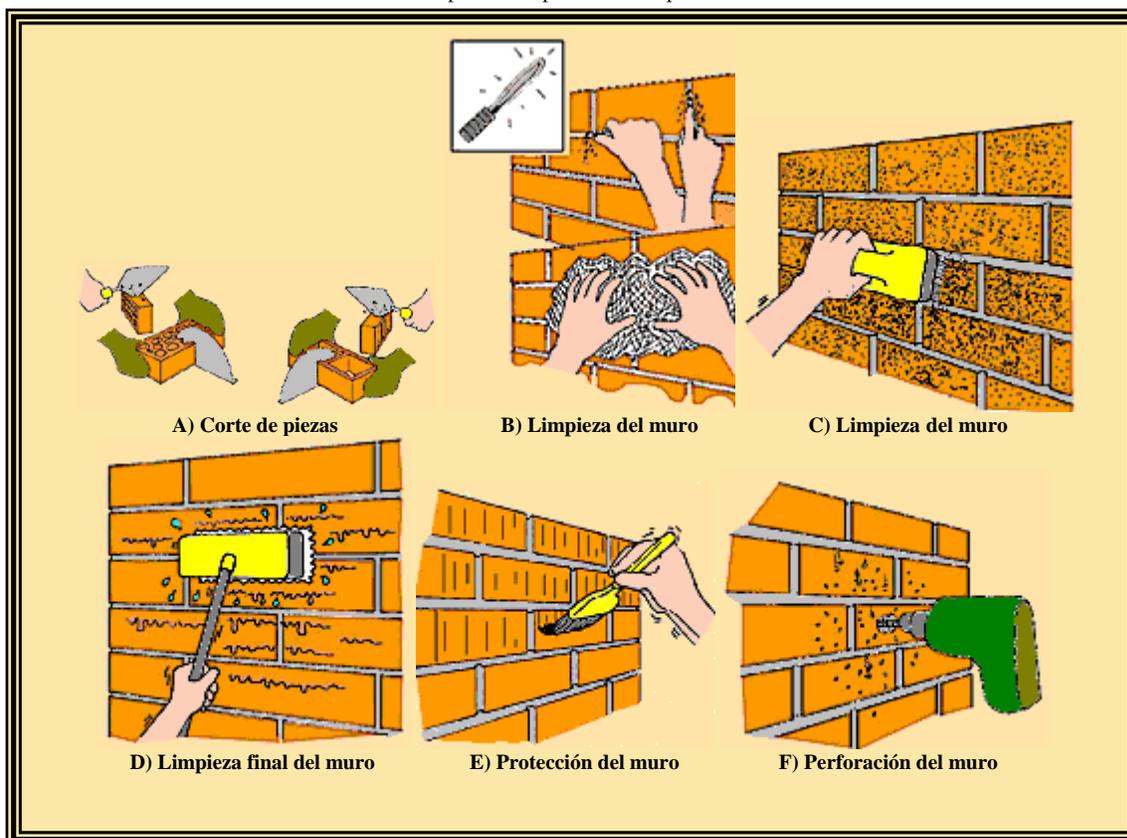


Figura 4.21 Acabados y recomendaciones



32. En muros de fachada expuestos a la intemperie, no debe aplicarse barniz ni selladores con base de resina acrílica, éstos dejan película de superficie, bloquean su transpiración, se desprenden y dañan la estética del muro. La aplicación de barnices se recomienda solo en interiores. Para protegerlos del agua de lluvia, se deben aplicar productos especiales para barro que les dan propiedad repelente y les permiten su transpiración (*fig. 4.21-E*).
33. En el caso de que se necesite perforar el muro, es recomendable hacerlo con taladro y broca para concreto (*fig. 4.21-F*).
34. Si el tiempo es lluvioso durante la construcción, el muro puede protegerse con plástico para evitar la excesiva humectación con agua de alto contenido de sales solubles que favorecen la aparición de eflorescencias.

## 4.6.2 SISTEMA TABIMAX

### 4.6.2.1 Descripción del Sistema

Aunque su aspecto sea diferente, TABIMAX es una alternativa directa del tabique de barro rojo recocido artesanal. Su aplicación también es para muro confinado tradicional.

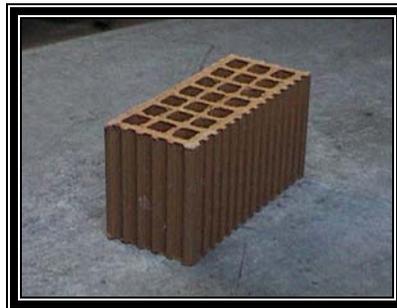


Figura 4.22 Tabimax

Por sus dimensiones, con el mismo número de hiladas se cubre el doble de espacio.

Tabimax tiene un diseño europeo, su estructura interna mejora las condiciones térmicas y acústicas, debido a sus tres hileras de cámaras aislantes.

Se adquiere mayor resistencia al esfuerzo cortante al penetrar el mortero 1 cm, aproximadamente, en los alvéolos del TABIMAX formando "llaves de cortante" que funcionan como anclaje mecánico ante los movimientos horizontales (sismo).

La uniformidad en medidas permite un óptimo alineamiento "hilada" con "hilada" y ahorro en materiales de acabados.



## 4.6.2.2. Características de los materiales

### I. Características Técnicas de la Mampostería

Las propiedades mecánicas de estas piezas se obtuvieron mediante su ensaye en laboratorio (*sección 2.1.8*) y de acuerdo a lo establecido en las normas correspondientes.

Tabla 4.4 Propiedades mecánicas de las piezas Tabimax

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	FABRICANTE	PRUEBAS DE LABORATORIO
	TABIMAX	
Medidas nominales (cm)	12x10x23	12x10x23
Piezas por m <sup>2</sup> (junta de 1cm)	32	-
Peso por pieza (kg)	2.5	2.54
Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) f*p	120	29
Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) f*m	60	32
Esfuerzo cortante resistente de diseño (kg/cm <sup>2</sup> ) v*	5	4.5
Absorción (%)	16 – 18	16.2
Acabado	Texturizado	-
Color	Rojo natural	-
Método de producción	Extruido alta presión	-
Endurecimiento	Cocción con gas a 900°C	-

### II. Características Técnicas del Mortero

El mortero que se utilice para pegar las piezas debe elaborarse, de preferencia, en revolvedora; es recomendable el uso de mortero tipo I (*sección 2.2.4*) con proporciones en volumen: 1:1/4:3 (cemento: cal: arena).

Puede hacerse un mezclado en seco de los sólidos hasta alcanzar un color homogéneo de la mezcla, la cual únicamente puede utilizarse en un lapso de 24 horas.

En el caso de que la mezcla no se realice con revolvedora, ésta debe hacerse en un recipiente no absorbente.

En el caso de que la mezcla se realice con revolvedora, el tiempo de mezclado, una vez agregada el agua, debe ser mayor a 4 minutos, o el necesario para alcanzar 120 revoluciones.

Para la elaboración de la mezcla debe utilizarse la mínima cantidad de agua, a manera de que se obtenga una mezcla con buena manejabilidad con la cuchara.



Es recomendable obtener un mortero un poco espeso, para evitar que se escurra por los alvéolos.

Si el mortero comienza a endurecerse, éste puede remezclarse solo por una vez, hasta alcanzar la consistencia deseada agregando un poco de agua. En el caso de que se use cemento ordinario, el mortero elaborado debe utilizarse en un lapso de 2.5 horas de haber sido fabricado.

El revenimiento debe obedecer a lo señalado en la *sección 2.4*.

### ***III. Características Técnicas del Concreto***

Se debe seguir lo establecido en la *sección 2.3*.

Para el colado de castillos o cualquier elementos de refuerzo, el concreto tendrá la cantidad de agua que asegure una consistencia líquida sin segregación de los materiales constituyentes. El tamaño máximo de agregado debe ser de 1 cm.

El concreto de castillos y dalas debe tener una resistencia a la compresión ( $f'c$ ) mayor a 150 kg/cm<sup>2</sup>.

### ***IV. Características del Acero de Refuerzo***

El que cumpla con las propiedades y características establecidas en las *secciones 2.5, 3.4 y 4.3*.

#### **4.6.2.3. Proceso Constructivo**

##### ***I. Preparación***

1. Las varillas de anclaje con la cimentación deben colocarse tal y como se muestra en la *figura 4.23-A*, para el caso de una cimentación tradicional.
2. Debe verificarse la correcta distribución de las instalaciones eléctricas e hidráulicas y sanitarias de acuerdo al proyecto.
3. Antes de la colocación del tabique, deben impermeabilizarse las cadenas o zonas de desplante con una lámina asfáltica antihumedad (*figura 4.23-B*).
4. Deben saturarse de agua los ladrillos a colocar (*figura 4.23-C*) y, de acuerdo a norma, deben saturarse al menos dos horas antes de su colocación (para el caso de piezas de barro).
5. Se prepara la mezcla para el mortero de acuerdo a la *sección 4.6.2.2-II (figura 4.23-D)*.



Figura 4.23 Preparación para la ejecución del sistema TABIMAX

## II. Colocación de las Piezas

6. Para la colocación de los ladrillos debe colocarse un hilo o “reventón” que ayudará a que los muros queden bien alineados (*figura 4.24-A*).
7. Para alinear la junta horizontal, se coloca una regla de madera (*figura 4.24-B*) del mismo ancho del muro, a la cual se le coloca un clavo a una distancia igual a la altura del ladrillo (grueso) + 1 cm de la junta. El hilo se irá recorriendo conforme el avance de la obra.
8. Para alinear la junta vertical, se marca el hilo a una distancia igual al largo del ladrillo (tizón) + 1cm de junta.
9. La primera hilada se comienza en alguna esquina, junto a un castillo, aplicando mortero sobre la cadena o zona de desplante del tabimax (*figura 4.24-C*).
10. El siguiente tabimax se coloca aplicándole el mortero en toda la superficie de la cara lateral (testa). Esta operación se repite para todas las piezas (*figura 4.24-D*)<sup>4.5</sup>.
11. Para colocar la segunda hilada el hilo o “reventón” se recorre a la siguiente posición (*figura 4.24-E*). Para cuatrapear las piezas se utiliza media pieza. Cuando se llegue a 1.5 m de altura es recomendable poner un andamio para seguir trabajando.
12. Debe verificarse la verticalidad del muro con una plomada. La plomada se pone cada vez que se coloca una hilada de tabique<sup>4.6</sup>.

<sup>4.5</sup> No debe colocarse el mortero únicamente en los bordes del tabimax (*figura 4.24-D*).  
El mortero debe aplicarse sobre toda la superficie del tabimax (*figura 4.24-F*).

<sup>4.6</sup> Debe verificarse que el desplome de los muros con función estructural no sea mayor a 0.004 veces su altura ni mayor a 1.5 cm.



Figura 4.23 Preparación para la ejecución del sistema TABIMAX

## II. Colocación de las Piezas

6. Para la colocación de los ladrillos debe colocarse un hilo o “reventón” que ayudará a que los muros queden bien alineados (figura 4.24-A).
7. Para alinear la junta horizontal, se coloca una regla de madera (figura 4.24-B) del mismo ancho del muro, a la cual se le coloca un clavo a una distancia igual a la altura del ladrillo (grosor) + 1 cm de la junta. El hilo se irá recorriendo conforme el avance de la obra.
8. Para alinear la junta vertical, se marca el hilo a una distancia igual al largo del ladrillo (tizón) + 1cm de junta.
9. La primera hilada se comienza en alguna esquina, junto a un castillo, aplicando mortero sobre la cadena o zona de desplante del tabimax (figura 4.24-C).
10. El siguiente tabimax se coloca aplicándole el mortero en toda la superficie de la cara lateral (testa). Esta operación se repite para todas las piezas (figura 4.24-D)<sup>4.5</sup>.
11. Para colocar la segunda hilada el hilo o “reventón” se recorre a la siguiente posición (figura 4.24-E). Para cuatrapear las piezas se utiliza media pieza. Cuando se llegue a 1.5 m de altura es recomendable poner un andamio para seguir trabajando.
12. Debe verificarse la verticalidad del muro con una plomada. La plomada se pone cada vez que se coloca una hilada de tabique<sup>4.6</sup>.

<sup>4.5</sup> No debe colocarse el mortero únicamente en los bordes del tabimax (figura 4.24-D).

El mortero debe aplicarse sobre toda la superficie del tabimax (figura 4.24-E).

<sup>4.6</sup> Debe verificarse que el desplome de los muros con función estructural no sea mayor a 0.004 veces su altura ni mayor a 1.5 cm.



13. Deben dejarse los huecos en los lugares en donde vayan a ir puertas y ventanas.
14. En zonas de castillos, las mitades se colocan con la parte cortada hacia el interior del castillo para obtener una mayor cohesión al conjunto (figura 4.24-H).
15. El mortero debe penetrar 1 cm, aproximadamente, en los alvéolos del tabimax para que puedan formarse las llaves de cortante (figura 4.24-G).
16. La habilitación del cajón para cimbra del castillo es igual que para el muro de tabique rojo recocido tradicional; es decir, la cimbra se hace con tabla de pino (generalmente de tercera) (figura 4.24-I).
17. Una vez colocada la cimbra, se vacía la mezcla de concreto en el castillo.
18. El concreto puede compactarse siempre y cuando no se vibre excesivamente el refuerzo.
19. Es importante que las varillas de los castillos sobresalgan del muro por lo menos 25cm, para que estas puntas se amarren con las cadenas del cerramiento y armado de la losa.

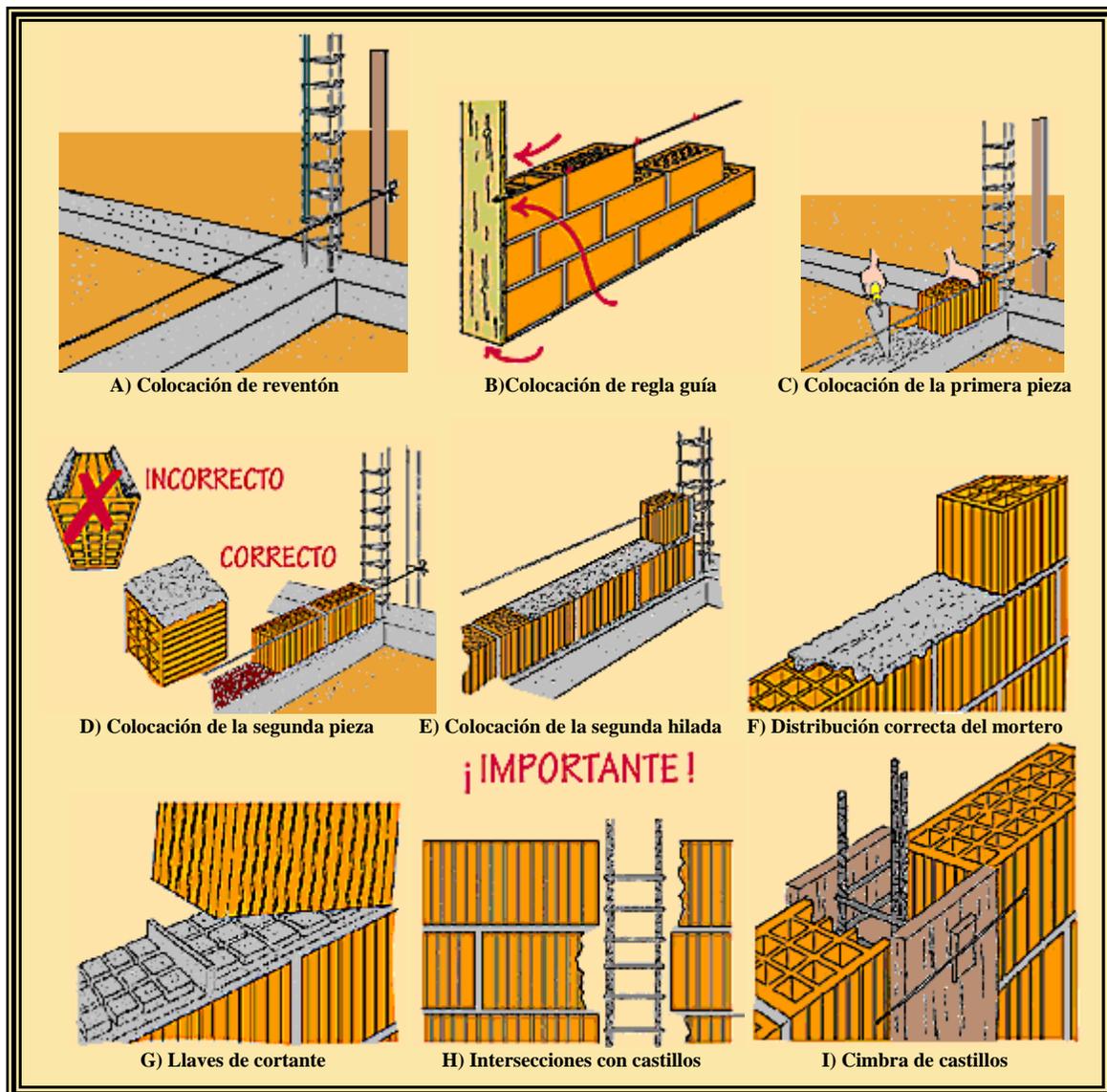




Figura 4.24 Colocación de piezas en el sistema TABIMAX

### ***III. Distribución del Acero***

La distribución del acero de refuerzo debe obedecer a lo establecido en las *secciones 3.5 y 4.3*. El siguiente listado es de las condiciones más destacables de este sistema:

20. Se debe colocar un castillo:
  - En los extremos de los muros.
  - En intersecciones con otros muros.
  - En puntos intermedios a una distancia menor a 1.5 veces la altura libre del muro (1.5H) o a 4m.
  - En parapetos y pretilas, la separación de castillos debe ser menor a 4m.
21. Se debe colocar una dala:
  - En todo extremo horizontal de muro.
  - En el interior del muro a una distancia no mayor a 3m.
  - En la parte superior de parapetos o pretilas cuya altura sea mayor a 50cm.
22. Los castillos y dalas deben tener por lo menos el espesor del muro.
23. Los castillos y dalas deben tener por lo menos tres barras de acero del #3, a modo que cumplan con lo especificado en la *sección 4.3.1-I*.
24. El refuerzo longitudinal del castillo y dala debe anclarse de acuerdo a lo indicado en la *sección 4.3.1-I*.
25. Los castillos y dalas deben reforzarse transversalmente por estribos cerrados según se indica en la *sección 4.3.1-I*.
26. La separación de los estribos de dalas y castillos no debe ser mayor a 1.5 veces el espesor del muro, ni de 20cm.

### ***IV. COLOCACIÓN DE INSTALACIONES***

Las instalaciones deben colocarse a manera que no dañen a la mampostería. Los muros se pueden ranurar para alojar a las tuberías y ductos de las diversas instalaciones siempre y cuando:

- La profundidad de la ranura no sea mayor a una cuarta parte del espesor del muro. Para evitar fracturas en el tabimax, es recomendable comenzar el corte por la parte superior o inferior del tabique y con un cincel bien afilado (*fig. 4.25*).
- El recorrido sea vertical.
- El recorrido no sea mayor a  $\frac{1}{2}$  de la altura libre del muro (H/2).



Figura 4.25 Ranurado de muros

No debe colocarse tuberías o ductos en castillos con función estructural.

## V. Acabados y Recomendaciones

27. Las medias piezas se cortan fácilmente con disco eléctrico o con "cuchara" de albañilería (*fig. 4.26-A*).
28. Debido a la superficie estriada del tabimax, la cual permite mayor adherencia con los acabados, se pueden lograr aplanados de 5 mm o menos, en el caso de usar pastas; o bien, de 5 a 10 mm en el caso de usar aplanados con morteros (*fig. 4.26-B, C y D*).
29. También puede aplicarse de manera directa, el recubrimiento con algún producto cerámico (azulejos o losetas) (*fig. 4.26-F*).
30. Aplanados de Yeso:
  - El aplanado con yeso se realiza en el interior de la vivienda.
  - Se colocan guías denominadas "maestras" a cada 1.5 m, las que sirven de apoyo a la "regla" para lograr una superficie uniforme.
  - Con la mezcla o pasta realizada (yeso + agua), ésta se coloca con una "cuchara" sobre la "talocha" y se embarra en el muro de abajo hacia arriba.
  - La pasta preparada endurece rápidamente, por lo que sólo hay que preparar la cantidad que de tiempo a aplicarla.
  - Finalmente, se retocan los lugares en donde haya faltado pasta, pasando la llana metálica hasta lograr una superficie lisa.
  - Antes de pintar los muros hay que esperar a que el yeso se encuentre completamente seco.
31. Aplanados con mortero de cemento.
  - Este recubrimiento generalmente es de exteriores.
  - Primero se hace un "repellado", que consiste en colocar el mortero o mezcla, para posteriormente colocar el aplanado.
  - Antes de aplicar la mezcla, el muro debe humedecerse para evitar que éste absorba el agua del mortero.
  - Cuando se vayan a aplanar superficies de concreto, como el caso de dalas y castillos, es necesario picarlas para que no se desprenda la mezcla.
  - Sobre el muro humedecido, el repellado se hace "aventando" la mezcla, de manera firme, con la cuchara.



- Para obtener una capa de espesor y superficie uniformes, se empareja el repellado con una regla de madera, quitando el exceso de revoltura.
- Antes de aplicar el aplanado, es necesario dejar “reventar” el repellado varias horas antes para evitar cuarteaduras en el acabado final del aplanado.
- El aplanado se hace con una “llana de madera” efectuando movimientos circulares, para lograr una superficie uniforme.
- El aplanado se hace cuando no se vaya a poner mosaico o azulejo en las paredes.

### 32. Acabados con materiales cerámicos (lambrines).

- Las piezas de mosaico deben humedecerse antes de ser colocadas.
- Se debe hacer un repellado de los muros como se indicó anteriormente.
- Debe verificarse que el repellado quede bien plomeado para facilitar la colocación de los productos cerámicos.
- Se debe colocar el mortero o pega azulejo tanto en el muro como en la parte trasera de la pieza a colocar.
- Para su alineamiento, tanto horizontal como vertical, se colocan reventones.
- Finalmente se hace una lechada de cemento blanco y agua para unir las piezas ya colocadas, debiéndose aplicar con espátula.

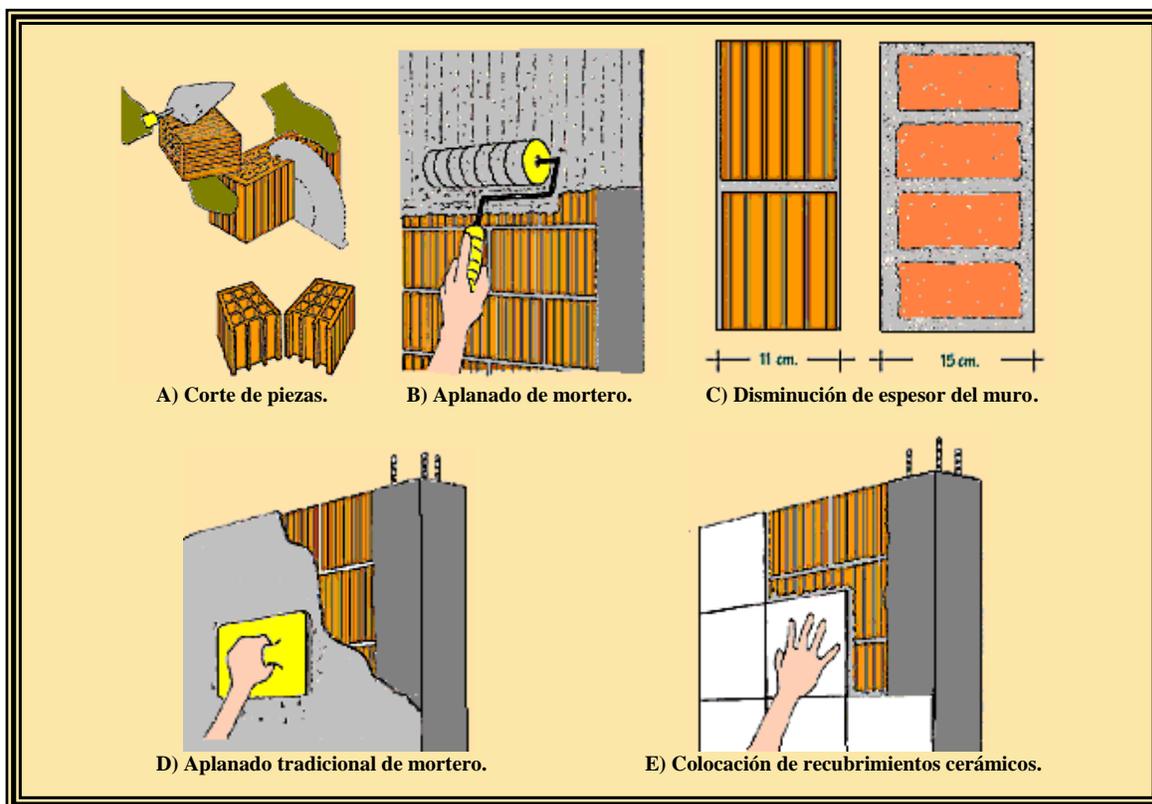


Figura 4.26 Acabados y recomendaciones



### 4.6.3 SISTEMA TRADICIONAL (*Mampostería confinada con tabique rojo recocido*)

#### 4.6.3.1 Descripción del Sistema

El sistema de mampostería confinada utilizando tabique rojo recocido se ha convertido en uno de los sistemas más tradicionales en México, sobre todo en la autoconstrucción.

El tabique rojo recocido presenta la ventaja de ser un material fácil de adquirir, por su bajo costo y su elaboración masiva de forma artesanal.



Figura 4.27 Tabique rojo recocido

Sin embargo, presenta la inconveniencia de tener un menor control de calidad, provocando la disminución de resistencia de las piezas, variación en las dimensiones de éstas e incluso la incertidumbre del valor real de resistencias entre un fabricante y otro.

#### 4.6.3.2. Características de los Materiales

##### *I. Características Técnicas de la Mampostería*

Las propiedades mecánicas de estas piezas se obtuvieron mediante su ensaye en laboratorio de resistencia de materiales (*sección 2.1.8*) y de acuerdo a lo establecido en las normas correspondientes.

Tabla 4.5 Propiedades mecánicas de piezas de tabique rojo recocido

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	FABRICANTE	PRUEBAS DE LAB.
Medidas nominales (cm)	-	5.5x11.5x23
Piezas por m <sup>2</sup> (junta de 1.5cm)	-	57
Peso por pieza (kg)	-	2.4
Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) f*p	-	20
Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) f*m	-	16
Esfuerzo cortante resistente de diseño (kg/cm <sup>2</sup> ) v*	-	4
Absorción (%)	-	12.2
Método de producción	-	Artesanal



---

## ***II. Características Técnicas del Mortero***

El mortero que se utilice para pegar las piezas debe elaborarse, de preferencia, en revolvedora; es recomendable el uso de mortero tipo I (*sección 2.2.4*).

Puede hacerse un mezclado en seco de los sólidos hasta alcanzar un color homogéneo de la mezcla, la cual únicamente puede utilizarse en un lapso de 24 horas.

En el caso de que la mezcla no se realice con revolvedora, ésta debe hacerse en un recipiente no absorbente.

En el caso de que la mezcla se realice con revolvedora, el tiempo de mezclado, una vez agregada el agua, debe ser mayor a 4 minutos, o el necesario para alcanzar 120 revoluciones.

Para la elaboración de la mezcla debe utilizarse la mínima cantidad de agua, a manera de que se obtenga una mezcla con buena manejabilidad con la cuchara.

Si el mortero comienza a endurecerse, éste puede remezclarse solo por una vez, hasta alcanzar la consistencia deseada agregando un poco de agua. En el caso de que se use cemento ordinario, el mortero elaborado debe utilizarse en un lapso de 2.5 horas de haber sido fabricado.

El revenimiento debe obedecer a lo señalado en la *sección 2.4*.

## ***III. Características Técnicas del Concreto***

Se debe seguir lo establecido en la *sección 2.3*.

Para el colado de castillos o cualquier elemento de refuerzo, el concreto tendrá la cantidad de agua que asegure una consistencia líquida sin segregación de los materiales constituyentes. El tamaño máximo de agregado debe ser de 1 cm.

El concreto de castillos y dalas debe tener una resistencia a la compresión ( $f'c$ ) mayor a 150 kg/cm<sup>2</sup>.

## ***IV. Características del Acero de Refuerzo***

El que cumpla con las propiedades y características establecidas en las *secciones 2.4, 3.4 y 4.3*.



### 4.6.3.3. Proceso Constructivo

#### *I. Preparación*

1. Las varillas de anclaje con la cimentación deben colocarse tal y como se muestra en la *figura 4.23*, para el caso de una cimentación tradicional.
2. Debe verificarse la correcta distribución de las instalaciones eléctricas e hidráulicas y sanitarias de acuerdo al proyecto.
3. Antes de la colocación del tabique, deben impermeabilizarse las cadenas o zonas de desplante con una lámina asfáltica antihumedad.
4. Deben saturarse de agua los tabiques a colocar y, de acuerdo a norma, deben saturarse al menos dos horas antes de su colocación (para el caso de piezas de barro).
5. Se prepara la mezcla para el mortero de acuerdo a la *sección 4.5.2.2-II*.

#### *II. Colocación de las Piezas*

6. Para la colocación de los ladrillos debe colocarse un hilo o “reventón” que ayudará a que los muros queden bien alineados.
7. Para alinear la junta horizontal, se coloca una regla de madera del mismo ancho del muro, a la cual se le coloca un clavo a una distancia igual a la altura del ladrillo (grosso) + 1 cm de la junta. El hilo se irá recorriendo conforme el avance de la obra.
8. Para alinear la junta vertical, se marca el hilo a una distancia igual al largo del ladrillo (tizón) + 1 cm de junta.
9. La primera hilada se comienza en alguna esquina, junto a un castillo, aplicando mortero sobre la cadena o zona de desplante del tabique.
10. El siguiente tabique se coloca aplicándole el mortero en toda la superficie de la cara lateral (testa). Esta operación se repite para todas las piezas.
11. Para colocar la segunda hilada el hilo o “reventón” se recorre a la siguiente posición. Para cuatrapear las piezas se utiliza  $\frac{1}{2}$  pieza. Cuando se llegue a 1.5 m de altura es recomendable poner un andamio para seguir trabajando.
12. Debe verificarse la verticalidad del muro con una plomada. La plomada se pone cada vez que se coloca una hilada de tabique.<sup>4.7</sup>
13. Deben dejarse los huecos en los lugares en donde vayan a ir puertas y ventanas.
14. En zonas de castillos, las mitades se colocan con la parte cortada hacia el interior del castillo para obtener una mayor cohesión al conjunto.
15. La habilitación del cajón para cimbra del castillo se hace con tabla de pino (generalmente de tercera). Una vez colocada la cimbra, se vacía la mezcla de concreto en el castillo.

---

<sup>4.7</sup> Debe verificarse que el desplome de los muros con función estructural no sea mayor a 0.004 veces su altura ni mayor a 1.5 cm.



- 
16. El concreto puede compactarse siempre y cuando no se vibre excesivamente el refuerzo.
  17. Es importante que las varillas de los castillos sobresalgan del muro por lo menos 25cm, para que estas puntas se amarren con las cadenas del cerramiento y armado de la losa.

### ***III. Distribución del Acero***

La distribución del acero de refuerzo debe obedecer a lo establecido en las *secciones 3.4* y *4.2*. El siguiente listado es de las condiciones más destacables de este sistema:

18. Se debe colocar un castillo:
  - En los extremos de los muros.
  - En intersecciones con otros muros.
  - En puntos intermedios a una distancia menor a 1.5 veces la altura libre del muro (1.5H) o a 4 m.
  - En parapetos o pretilas, la separación de castillos debe ser menor a 4m.
19. Se debe colocar una dala:
  - En todo extremo horizontal de muro.
  - En el interior del muro a una distancia no mayor a 3 m.
  - En la parte superior de parapetos o pretilas cuya altura sea mayor a 50 cm.
20. Los castillos y dalas deben tener por lo menos el espesor del muro.
21. Los castillos y dalas deben tener por lo menos tres barras de acero del #3, a modo que cumplan con lo especificado en la *sección 4.3.1-I*.
22. El refuerzo longitudinal del castillo y dala debe anclarse de acuerdo a lo indicado en la *sección 4.3.1-I*.
23. Los castillos y dalas deben reforzarse transversalmente por estribos cerrados según se indica en la *sección 4.3.1-I*.
24. La separación de los estribos de dalas y castillos no debe ser mayor a 1.5 veces el espesor del muro, ni de 20 cm.

### ***IV. Colocación de Instalaciones***

Las instalaciones deben colocarse a manera que no dañen a la mampostería. Los muros se pueden ranurar para alojar a las tuberías y ductos de las diversas instalaciones siempre y cuando:

- La profundidad de la ranura no sea mayor a una cuarta parte del espesor del muro.
- El recorrido sea vertical.
- El recorrido no sea mayor a la mitad de la altura libre del muro (H/2).

No debe colocarse tuberías o ductos en castillos.

### ***V. Acabados y Recomendaciones***

25. Aplanados de Yeso:



- 
- El aplanado con yeso se realiza en el interior de la vivienda.
  - Se colocan guías denominadas “maestras” a cada 1.5 m, las que sirven de apoyo a la “regla” para lograr una superficie uniforme.
  - Con la mezcla o pasta realizada (yeso + agua), ésta se coloca con una “cuchara” sobre la “talocha” y se embarra en el muro de abajo hacia arriba.
  - La pasta preparada endurece rápidamente, por lo que sólo hay que preparar la cantidad que de tiempo a aplicarla.
  - Finalmente, se retocan los lugares en donde haya faltado pasta, pasando la llana metálica hasta lograr una superficie lisa.
  - Antes de pintar los muros hay que esperar a que el yeso se encuentre completamente seco.

26. Aplanados con mortero de cemento.

- Este recubrimiento generalmente es de exteriores y tiene espesores de 1 cm aproximadamente.
- Primero se hace un “repellado”, que consiste en colocar el mortero o mezcla, para posteriormente colocar el aplanado.
- Antes de aplicar la mezcla, el muro debe humedecerse para evitar que éste absorba el agua del mortero.
- Cuando se vayan a aplanar superficies de concreto, como el caso de dalas y castillos, es necesario picarlas para que no se desprenda la mezcla.
- Sobre el muro humedecido, el repellado se hace “aventando” la mezcla, de manera firme, con la cuchara.
- Para obtener una capa de espesor y superficie uniformes, se empareja el repellado con una regla de madera, quitando el exceso de revoltura.
- Antes de aplicar el aplanado, es necesario dejar “reventar” el repellado varias horas antes para evitar cuarteaduras en el acabado final del aplanado.
- El aplanado se hace con una “llana de madera” efectuando movimientos circulares, para lograr una superficie uniforme.
- El aplanado se hace cuando no se vaya a poner mosaico o azulejo en las paredes.

27. Acabados con materiales cerámicos (lambrines).

- Las piezas de mosaico deben humedecerse antes de ser colocadas.
- Se debe hacer un repellado de los muros como se indicó anteriormente.
- Debe verificarse que el repellado quede bien plomeado para facilitar la colocación de los productos cerámicos.
- Se debe colocar el mortero o pega azulejo tanto en el muro como en la parte trasera de la pieza a colocar.
- Para su alineamiento, tanto horizontal como vertical, se colocan reventones.
- Finalmente se hace una lechada de cemento blanco y agua para unir las piezas ya colocadas, debiéndose aplicar con espátula.



---

---

## **4.7 RECOMENDACIONES GENERALES EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES DE MAMPOSTERÍA**

### ***4.7.1 ANCLAJE DE CASTILLOS EN LA CIMENTACIÓN***

Es muy importante que el anclaje de los castillos sea adecuado, ya que usualmente se corrigen las deficiencias de posición con dobleces del acero que no cumplen con la relación 1 a 6.

### ***4.7.2 CONSTRUCCIÓN DE FIRMES***

Es recomendable que los firmes se cuelen en áreas menores a 15 m<sup>2</sup> además de contener el acero mínimo necesario para cambios de temperatura. Es común armarlos con malla en el lecho superior y concreto de  $f'c=150$  kg/cm<sup>2</sup>. En el caso de cimentación de losa corrida; ésta funge como firme, lo cual presenta una ventaja económica.

### ***4.7.3 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES***

Para evitar despostilladuras y/o rajaduras en la mampostería, es necesario que las piezas para muros se transporten cuidadosamente. Hay empresas que transportan su material en "pallets" protegidos con plástico y lo colocan hasta en un segundo nivel por medio de grúas.

Para evitar el contacto con la humedad, las piezas de bloque hueco de concreto deben protegerse con plástico y almacenarse sobre madera.

Los cementos y las cales deben estar protegidos del agua y la intemperie durante su transporte y almacenamiento.

Si el cemento ha sido almacenado durante más de 30 días, deben hacerse ensayos de fraguado y de resistencia para aprobar su utilización.

### ***4.7.4 TRATAMIENTO DE LA SUCCIÓN DE LAS PIEZAS***

La succión es necesaria para lograr el óptimo contacto del mortero con la unidad de mampostería. Sin embargo, cuando es excesiva debe ser controlada mediante el humedecimiento previo al asentado de la unidad o pieza, ya que de lo contrario, causará efectos negativos. En casos extremos endurecerá y deformará la superficie plana del mortero sobre la que asienta la siguiente hilada, impidiendo todo contacto; y en casos menos severos, reducirá la cantidad de agua disponible para la unidad de arriba, impidiendo lograr una buena adherencia en la interface mortero-unidad.



Muchas piezas de arcilla tienen una succión natural excesiva, que debe ser modificada mediante un humedecimiento previo para lograr una succión óptima en el momento del asentado. En consecuencia, es importante determinar la succión de las unidades, y precisar si será necesario un tratamiento con el propósito de reducir la succión al momento del asentado. Las unidades que tienen succiones menores a 20 gramos no deben ser humedecidas.

Las unidades de concreto y sílice-cal nunca deben de asentarse húmedas, debido a que tienen succiones en un rango adecuado, y una vez instaladas en el muro, sufrirán las consecuentes contracciones de secado que tenderán a agrietar el muro. Sin embargo, la limpieza del polvo superficial es indispensable en todas las unidades.

#### **4.7.5 ESPESOR DE LAS HILADAS Y ACABADO DE LAS JUNTAS**

Debe determinarse en función de la variabilidad dimensional de la altura de la pieza de mampostería y del espesor mínimo recomendable del mortero para lograr una correcta adherencia.

El espesor de la junta, para condiciones normales de asentado, debe estar 1 y 1.5 cm. No son aceptables juntas de mortero excesivas porque reducen la resistencia a la compresión de la mampostería. Tampoco se aceptan juntas muy delgadas porque reducen su resistencia a la tensión.

Mientras el mortero está aún plástico, las juntas de mortero horizontales y verticales deben ser tratadas una vez terminada una parte del asentado del muro. Las formas comunes de acabado de las juntas se muestran en la *figura 4.28*. Las juntas señaladas como "no recomendables" en esta figura tienden a retener agua e intemperizar al muro.

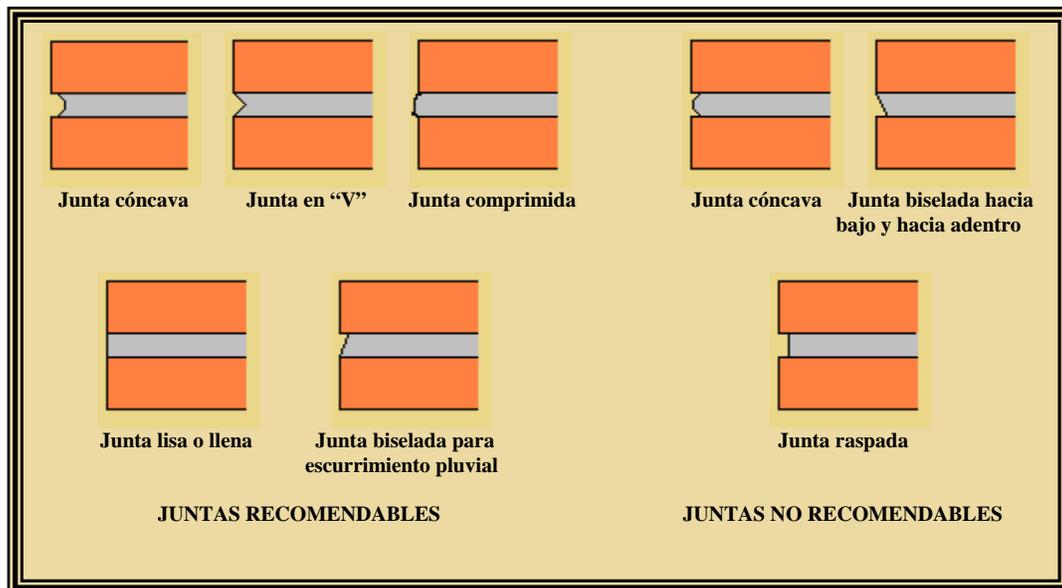


Figura 4.28 Tipos de juntas



En la *figura 4.29* se muestran los nombres de las juntas dentro de un muro de mampostería.

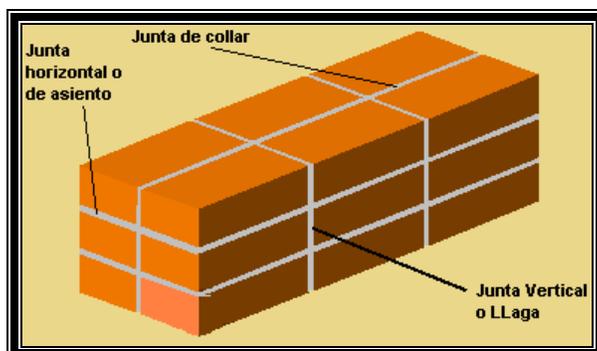


Figura 4.29 Nombre de las juntas en un muro

#### **4.7.6 FABRICACION DEL MORTERO**

La fabricación controlada de los morteros por medios mecánicos siempre serpa deseable y, en el caso de obras grandes, fabricado de manera centralizada con total control del proporcionamiento especificado.

La consistencia del mortero debe mantenerse durante el proceso de construcción, remezclándolo y añadiéndole agua si es necesario. Los morteros a base de cemento portland deben usarse dentro de un limite que no exceda el tiempo de fraguado inicial del cemento. En las NTC para Mampostería se indica usar el mortero dentro de un lapso de 2.5 horas. Hay autores que sugieren un lapso máximo de 2 horas desde la primera adición de agua en climas fríos, y de 1 hora en climas cálidos. Es usual utilizar aditivos retardantes que permitan usar el mortero a lo largo de más tiempo.

El asentado de las piezas o unidades debe garantizar la máxima adherencia y el llenado completo de las juntas horizontales y verticales. El asentado implica presión, debiendo evitarse el bamboleo de la unidad o retirarla y volverla a poner, para ajustarla al nivel requerido. Esto se debe, como se explicó en el Capítulo 2, a que la adherencia se logra en el primer contacto, por lo que cualquier despegue parcial o total la destruye irremediamente.

#### **4.7.7 CONSTRUCCIÓN DE LA MAMPOSTERÍA**

Además del cuidado que se debe tener en el espesor de las juntas de mortero, éste debe colocarse en todas las caras; en el caso del ladrillo multiperforado debe ser suficientemente denso para que penetre en los alvéolos no más de la cuarta parte de la altura de la pieza (llaves de cortante). Las primeras hiladas son las más importantes (plomos, hilos, cuatrapeos). En los muros de tabique rojo recocido debe practicarse el dentado en la zona de castillos exteriores para garantizar la trabazón del tabique y el concreto.



Durante la construcción de muros con refuerzo interior, deben tomarse precauciones para que la colocación del concreto líquido o mortero garantice un llenado total. Estas precauciones consisten, además de cuidar la fluidez, en mantener los alvéolos verticales de las piezas limpios, sin mortero u otras sustancias.

Las pequeñas dimensiones de los castillos en muros confinados, y la presencia de los ganchos de los estribos, requieren que el concreto tenga un revenimiento recomendado de 12 cm, y que se utilicen agregados con tamaño máximo de  $\frac{1}{2}$ ", además de colocar el concreto con una buena técnica de vibración. Con lo anterior se garantiza el llenado de todos los huecos, para evitar la formación de oquedades que puedan disminuir la resistencia al corte.

Es necesario que durante el proceso de obra se lleven a cabo los ensayos de laboratorio para garantizar los valores de resistencia de los materiales ( $f_p^*$ ,  $f_m^*$ ,  $v^*$ ,  $f_c$ ).

En las ventanas es necesario confinar el hueco, o bien poner refuerzo horizontal en los antepechos.

#### ***4.7.8 RITMO DE LA CONSTRUCCIÓN***

Si una construcción se realiza a ritmo exagerado es posible que se coloque un número excesivo de hiladas sobre un mortero que aún no ha adquirido una rigidez adecuada, ocasionando su deformación. Como ésta no ocurre de modo uniforme, el muro tiende a perder su verticalidad. Se recomienda que el ritmo de construcción en piezas juntas con mortero de cemento portland no exceda de 1.30 m de altura por jornada de trabajo, esto con el fin de evitar excentricidades accidentales y fallas prematuras por aplastamiento del mortero.

#### ***4.7.9 CUIDADO DE LOS MUROS DURANTE SU CONSTRUCCIÓN***

Con el fin de evitar fallas por cizallamiento en las juntas de construcción debe evitarse en lo posible, juntas frías en los muros. Para lograr una mayor adherencia entre el muro existente y el muro por construir, se recomienda limpiar las superficies de asiento de las unidades del muro existente con aire comprimido, y humedecerse en el caso de que las unidades requieran dicho tratamiento. Para piezas macizas se recomienda que al término de la primera jornada de trabajo se llenen parcialmente las juntas verticales correspondientes a la hilada superior, para llenarlas completamente al inicio de la segunda jornada (*figura 4.30*).

Es deseable que todas las juntas de construcción sean rugosas y que estén libres de polvo y gránulos sueltos.

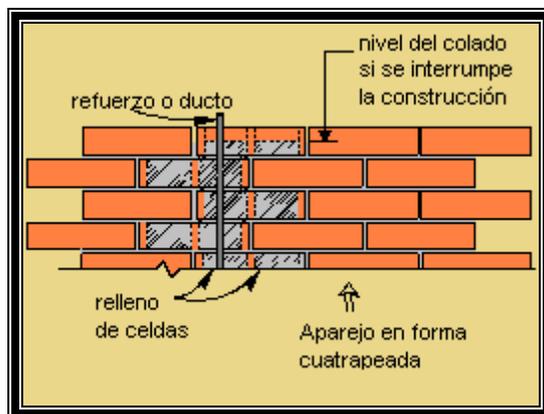


Figura 4.30 Nivel de juntas y celdas al interrumpir obra

Durante el proceso constructivo, los muros tienen poca estabilidad fuera de plano y en general, una resistencia a la tensión muy reducida. En consecuencia, no deben ser sometidos a golpes o vibraciones, ni tampoco servir de apoyo a otros procesos constructivos, ya que es muy fácil romper accidentalmente las interfaces mortero-unidad (generalmente en la parte baja del muro). En muchos casos es conveniente, para muros altos o muros construidos en áreas de gran exposición al viento, proveerlos de algún tipo de arriostramiento o apuntalamiento con tabloncillos de madera, para evitar daños.

#### **4.7.10 COLOCACIÓN DE INSTALACIONES**

Para evitar romper o ranurar los muros es muy importante la coordinación en la ejecución. No se permite romper o picar los muros, a menos que exista una indicación autorizando esta operación en el proyecto, pues pueden generarse zonas de debilidad al romper, por ejemplo, un elemento con el propósito de alojar tubos para instalaciones eléctricas o sanitarias.

En la etapa del proyecto, debe ejecutarse la planificación de la ubicación de tubos, cajas e insertos de los diferentes subsistemas. Debe indicarse claramente en los planos de construcción y ejecutarse en los momentos más adecuados. Se recomienda que los tubos para instalaciones tengan un recorrido vertical, y que se alojen en los muros, sólo cuando tengan un diámetro menor a  $1/4$  del espesor del muro. Los conductos, de preferencia, deben ir alojados en ductos especiales y falsas columnas.

#### **4.7.11 ARMADO DE DALAS Y CASTILLOS**

Cuando se usen armaduras prefabricadas es necesario revisar sus intersecciones.

No debe traslaparse más del 50% en una misma sección. En caso de hacerlo, debe duplicarse la longitud de traslape.



---

#### **4.7.12 MANTENIMIENTO DE LA MAMPOSTERÍA**

Para evitar la degradación de las piezas, es necesario dar mantenimiento a la mampostería cuando el muro lo requiera; es decir, dar mantenimiento a pintura, yeso, aplanados, etc. El ladrillo aparente extruído de barro no requiere mantenimiento, más que una sola vez un hidrofugante, el cual no debe aplicarse en exceso pues debe evitarse que forme una película sobre el muro, debe evitar la entrada del agua pero debe permitir la transpiración por medio de salida de vapor.

#### **4.7.13 ERRORES COMUNES**

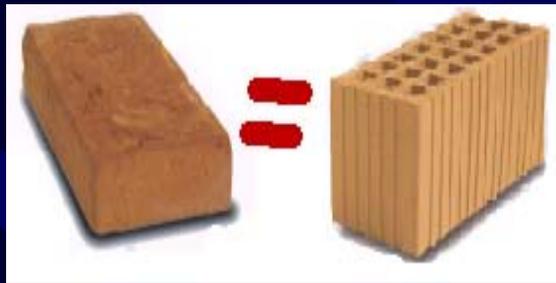
En la construcción se cometen muchos errores de ejecución de obra, muchos de ellos tan simples que pueden prevenirse. Algunos se cometen por no comprender las recomendaciones de reglamentos y normas, otros por hacer caso omiso de ellas creyendo que no afecta en nada en el comportamiento estructural de las edificaciones. A continuación se enlistan algunos de los errores más comunes en obra.

- Posición del acero de refuerzo en castillos y refuerzo vertical de muros reforzados interiormente (doble 1 a 6).
- Traslape en acero en más de 50% en una sola sección.
- Traslape del refuerzo horizontal en muros.
- Mala posición del acero de refuerzo, generalmente malla.
- Bastones en el lecho superior de losas macizas de entrepiso.
- Remates a 90° en los estribos (deben ser a 135°).
- Mal colado de los huecos en tramos de gran altura que propician oquedades en el colado.
- Fabricación del mortero sin control (sobre el piso).
- Mal proporcionamiento y remezclado inadecuado de morteros.
- Juntas de mortero en los muros con menos de 1cm o más de 1.5cm.
- Aplicación deficiente del mortero.
- Falta de previsión en las instalaciones que obligan a romper muros.
- Falta de saturación en las piezas de barro.
- Saturación en las piezas de bloques de concreto.
- Falta de confinamiento de huecos de ventanas, o refuerzo horizontal en los antepechos.



# Capítulo 5

## COMPARATIVA ESTRUCTURAL



➤ ANÁLISIS DE CASA  
HABITACIÓN

➤ ANÁLISIS DE CONJUNTO  
HABITACIONAL

## 5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Para realizar la comparativa estructural entre los diversos sistemas de mampostería seleccionados, en este capítulo se analizan dos proyectos: una casa habitación de tres niveles y un conjunto habitacional de cinco niveles. Ambos proyectos han sido analizados para los tres distintos sistemas constructivos descritos en el capítulo 4: sistema “Novamuro”, sistema “Tabimax” y sistema tradicional con piezas de tabique rojo recocido.

Ambos proyectos se han situado en la zona sísmica III de la Ciudad de México.

El análisis a desarrollar únicamente comprende la revisión de las edificaciones por carga vertical y acciones sísmicas bajo las especificaciones de las NTC para Mampostería y Sismo; aspectos como diseño de cimentaciones, armado de losas, vigas, etc., son objeto de otro estudio.

Para el caso de la revisión de muros ante cargas horizontales (sismo), se empleó el método simplificado de análisis para la casa habitación, y el método estático para el conjunto habitacional, dado que las características de estos dos proyectos así lo requieren.

## 5.2 CONSIDERACIONES GENERALES

Las consideraciones generales que se harán en la revisión son las siguientes:

- El sistema de losa de entrepiso que se maneja en ambos proyectos y en cada sistema constructivo es el mismo, con el mismo peso por  $m^2$ .
- De igual manera, el sistema de losa de azotea empleado para todos los casos es el mismo, a excepción de la losa de azotea con pendiente mayor a 5% del edificio de 5 niveles
- La altura de entrepiso es de 2.3m en todos los casos
- El peso para cada proyecto es el mismo en todos sus elementos estructurales, únicamente variará el peso ocasionado por los muros, pues cada pieza tiene distinto peso volumétrico y distintos acabados que varían el peso por metro de muro en cada sistema
- Ambos proyectos incluyen un plano arquitectónico y un plano de referencia para identificar las notaciones de muros, traveses y tableros
- Para el caso de muros, la notación utilizada es  $M_N$ , en donde M se refiere a muro y N es el número de muro en cuestión
- Para el caso de traveses, la notación es  $T_N$ , en donde T se refiere a la trabe y N al número de trabe en cuestión
- Para el caso de los Tableros, la notación es  $T-N$ , en donde T se refiere al tablero y N al número del tablero en cuestión
- En el caso de las traveses y tableros, las notaciones pueden confundirse un poco, para evitar eso la N de las traveses se encuentra en números arábigos, mientras que la N de los tableros se encuentra en números romanos

- Los valores de resistencia de diseño a compresión y compresión diagonal ( $f_m^*$  y  $v_m^*$ ) son los obtenidos de las pruebas de laboratorio realizadas en el capítulo 2 para mampostería de tabique rojo recocido y tabimax. Para el caso de piezas vintex y multex del sistema Novamuro, dichas resistencias se tomaron iguales a las obtenidas para el tabimax, pues de acuerdo al fabricante, dichas piezas tienen la misma resistencia.

varían los pesos de los muros por lo que éstos sí se mostrarán en la sección correspondiente. La bajada de cargas completa para estos sistemas puede verse en el CD anexo.

## 5.3 PROYECTO CASA HABITACIÓN

### 5.3.1 REVISIÓN DE MUROS ANTE CARGAS VERTICALES

La revisión de cargas verticales se realizará únicamente en los muros de planta baja, por ser los muros que reciben la mayor carga, si éstos soportan la carga a que son sometidos, es obvio pensar que los muros de las plantas subsecuentes también lo harán.

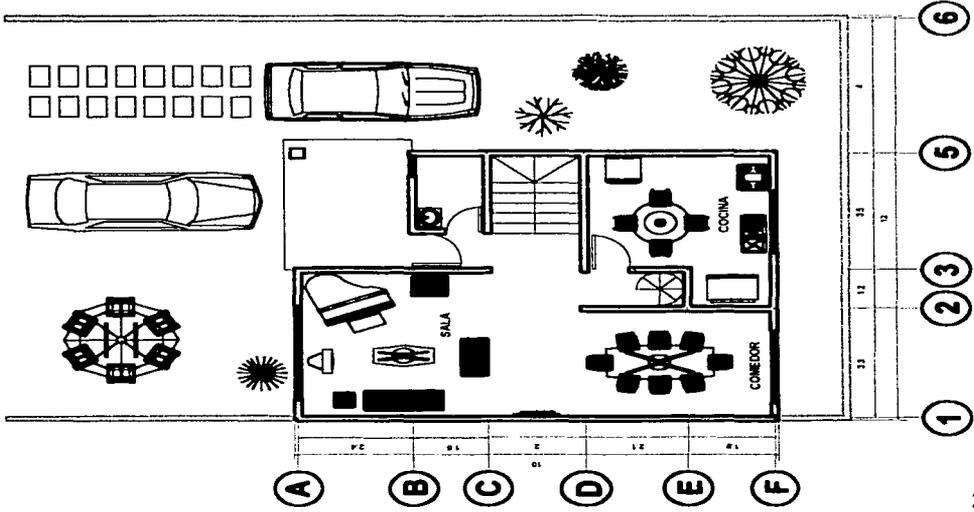
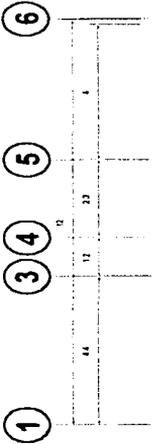
La revisión de los muros se realizará tomando en cuenta las especificaciones para cada caso; es decir, para mampostería confinada o reforzada interiormente y de acuerdo al tipo de piezas (macizas o huecas).

Hay que recordar que para el caso de análisis por carga vertical o gravitacionales, a la carga muerta hay que agregarle la carga viva máxima ( $W_m$ ) que establece el RCDF (*secc. 3.1.3.2*).

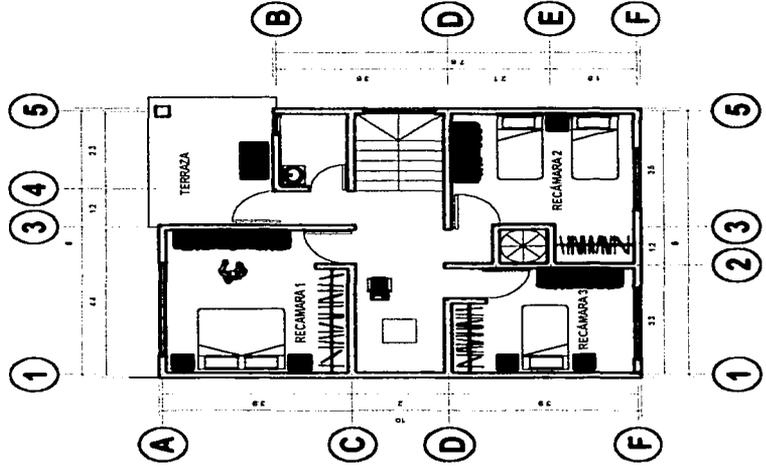
Para fines prácticos, se muestra la bajada de cargas completa para el sistema de mampostería confinada utilizando tabique rojo recocido. Sin embargo, la bajada de cargas para los sistemas Tabimax y Novamuro no se muestran, pero se hicieron de forma idéntica que para el primer caso, únicamente



TESIS CON FALLA DE ORIGEN



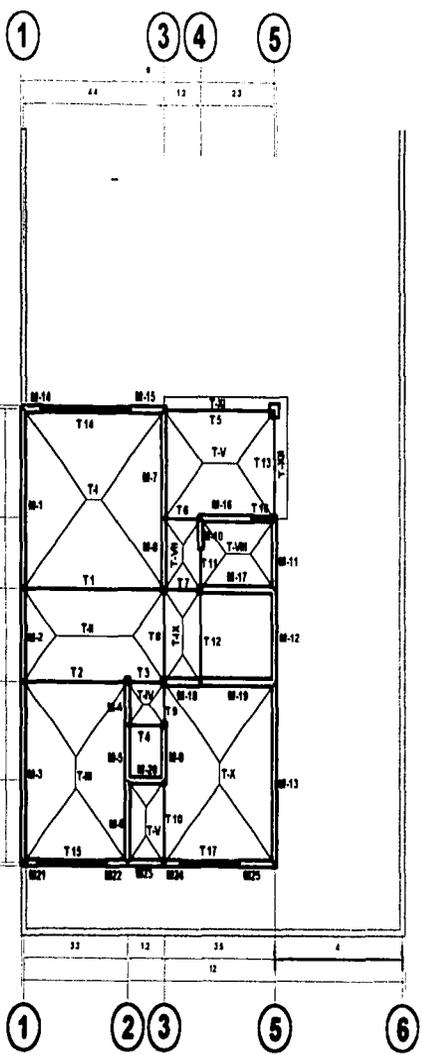
PLANTA BAJA



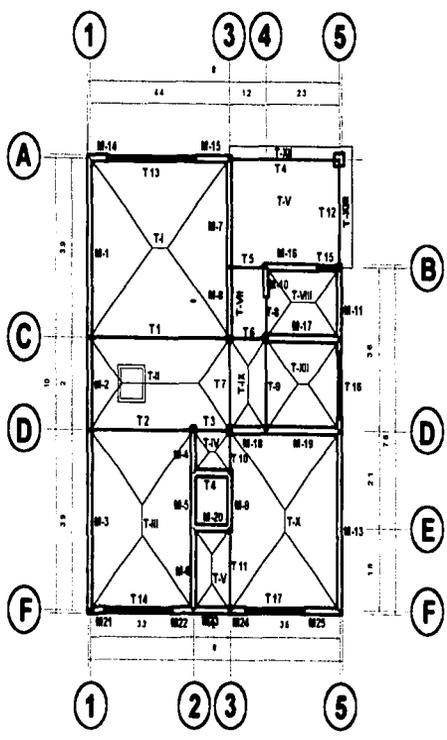
PLANTA ALTA



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



PLANTA BAJA



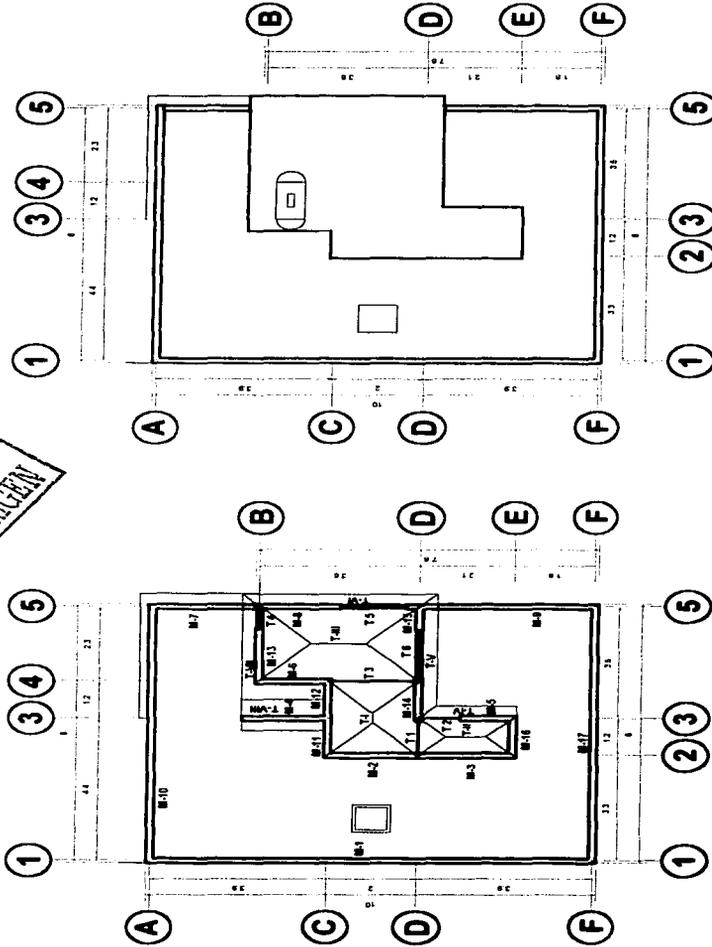
PLANTA ALTA

COMPARATIVA ESTRUCTURAL





TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



**PLANTA DE AZOTEA      PLANTA DE CONJUNTO**

### 5.3.1.1 Sistema Tradicional (Mampostería Confinada Utilizando Tabique Rojo Recocido)

#### I. Bajada de cargas

Tabla 5.1 Determinación del peso de losa de azotea

AZOTEA LOSA PLANA			
MATERIAL	ESPELOR	PESO VOL	W
	(m)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )
Enladrillado	0.02	1500	30.0
Mortero	0.015	2100	31.5
Impermeabilizante	-	-	-
Mortero	0.03	2100	63.0
Relleno	0.12	1200	144.0
Losa de concreto	0.1	2400	240.0
Yeso	0.015	1500	22.5
Carga muerta adicional	Por concreto		20.0
	Por mortero		20.0
Carga Muerta		W =	571.0
Carga Viva	(art. 199 RCDF)	W =	100
<b>CARGA TOTAL</b>			<b>671.0</b>

Tabla 5.2 Determinación del peso de losa de entrepiso

LOSA DE ENTREPISO			
MATERIAL	ESPELOR	PESO VOL	W
	(m)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )
Piso	0.03	-	16.0
Mortero	0.01	2100	21.0
Sist.vigueta y bovedilla			200.0
Yeso	0.015	1500	22.5
Carga muerta adicional	Por concreto		0.0
	Por mortero		20.0
Carga Muerta		W =	279.5
Carga Viva	(art. 199 RCDF)	W =	170
<b>CARGA TOTAL</b>			<b>449.5</b>

Tabla 5.3 Determinación del peso de la escalera

ESCALERA			
MATERIAL	ESPELOR	PESO VOL	W
	(m)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )
Losa de concreto	0.1	2400	240.0
Plafón de yeso	0.02	1500	30.0
Escalones	0.09	1500	135.0
Carga muerta adicional		W =	40.0
Carga Viva	(art. 199 RCDF)	W =	170
<b>CARGA TOTAL</b>			<b>615.0</b>

Tabla 5.4 Determinación del peso de las bases del tinaco

BASES PARA TINACO		
BASE	(m)	<b>1.15</b>
ALTURA	(m)	<b>1.00</b>
TIPO DE MURO		<b>I</b>
PESO	(kg/cm <sup>2</sup> )	<b>235.50</b>
RADIOtinaco	(m)	<b>0.48</b>
ÁREA	(cm <sup>2</sup> )	<b>0.80</b>
PESO/BASE	(kg)	<b>187.36</b>

Tabla 5.5 Determinación del peso del tinaco con todo y bases

TINACO			
MATERIAL	LITROS	PESO VOL	W
	(Its)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg)
Capacidad del tinaco	1100	1000	1100.0
Peso propio			220.0
Bases			374.7
Carga Total			1694.7
Carga/base			847.4
<b>CARGA TOTAL/BASE (kg/m)</b>			<b>736.8</b>

Tabla 5.6 Determinación de la carga producida por losa sobre el perímetro de los tableros de azotea

CARGA SOBRE PERÍMETRO DE TABLEROS (AZOTEA)						
TABLERO	A <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	m	W	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>
	(m)	(m)		(kg/m <sup>2</sup> )	(kg/m)	(kg/m)
I	2.00	2.40	0.83	671.00	335.50	391.42
II	1.20	2.10	0.57	671.00	201.30	287.57
III	2.30	3.60	0.64	671.00	385.83	525.15
IV	0.30	2.10	0.14	671.00	201.30	
V	0.30	3.90	0.08	671.00	201.30	
VI	0.30	4.30	0.07	671.00	201.30	
VII	0.60	3.30	0.18	671.00	402.60	
VIII	1	1.9	0.5263	671.00	671.00	

Tabla 5.7 Determinación de la carga producida por losa sobre el perímetro de los tableros de planta alta

CARGA SOBRE PERÍMETRO DE TABLEROS (PLANTA ALTA)						
TABLERO	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	m	W	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>
	(m)	(m)		(kg/m <sup>2</sup> )	(kg/m)	(kg/m)
I	3.90	4.40	0.89	671.00	654.23	728.57
II	2.00	4.40	0.45	671.00	335.50	518.50
III	3.30	3.70	0.89	671.00	553.58	613.42
IV	1.00	1.20	0.83	671.00	167.75	195.71
V	1.20	1.60	0.75	671.00	201.30	251.63
VI	2.40	3.50	0.69	671.00	402.60	529.13
VII	1.20	1.50	0.80	671.00	201.30	241.56
VIII	1.50	2.30	0.65	671.00	251.63	339.15
IX	1.20	2.00	0.60	671.00	201.30	281.82
X	3.50	3.70	0.95	671.00	587.13	618.86
XI	2.00	2.30	0.87	671.00	335.50	379.26
XII	0.30	3.50	0.09	671.00	201.30	
XIII	0.40	2.70	0.15	671.00	268.40	

Tabla 5.8 Determinación de la carga producida por losa sobre el perímetro de los tableros de planta baja

CARGA SOBRE PERÍMETRO DE TABLEROS (PLANTA BAJA)						
TABLERO	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	m	W	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>
	(m)	(m)		(kg/m <sup>2</sup> )	(kg/m)	(kg/m)
I	3.90	4.40	0.89	449.50	438.26	488.07
II	2.00	4.40	0.45	449.50	224.75	347.34
III	3.30	3.70	0.89	449.50	370.84	410.93
IV	1.00	1.20	0.83	449.50	112.38	131.10
V	1.20	1.60	0.75	449.50	134.85	168.56
VI	2.40	3.50	0.69	449.50	269.70	354.46
VII	1.20	1.50	0.80	449.50	134.85	161.82
VIII	1.50	2.30	0.65	449.50	168.56	227.19
IX	1.20	2.00	0.60	449.50	134.85	188.79
X	3.50	3.70	0.95	449.50	393.31	414.57
XI	0.30	3.50	0.09	449.50	134.85	
XII	0.40	2.70	0.15	449.50	179.80	

Tabla 5.9 Determinación de la carga producida por escalera sobre el perímetro de los tableros correspondientes

ESCALERA						
ESCALERA	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	m	W	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>
	(m)	(m)		(kg/m <sup>2</sup> )	(kg/m)	(kg/m)
ESC	2.00	2.30	0.87	615.00	307.50	347.61

**En donde:**

a<sub>1</sub> = lado corto del tablero

a<sub>2</sub> = lado largo del tablero

M = a<sub>1</sub>/a<sub>2</sub>

W = peso de la losa

$$W_1 = \text{carga sobre lado corto del tablero} = \frac{W \cdot a_1}{4}$$

$$W_2 = \text{carga sobre lado largo del tablero} = \frac{W \cdot a_1}{4} (2 - m)$$

Tabla 5.10 Peso de los muros con diversos acabados

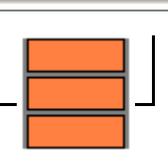
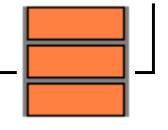
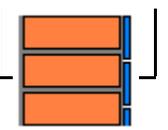
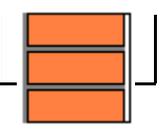
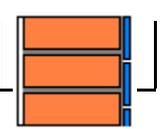
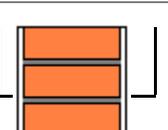
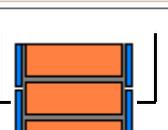
TIPO DE MURO		MUROS CON TABIQUE ROJO RECOCIDO					CARGA	CARGA W (kg/m)		
		MURO CUBIERTO CON MORTERO EN AMBAS CARAS					(kg/m <sup>2</sup> )	ALTURA EN MUROS (m)		
		MATERIAL	MORTERO	TABIQUE	MORTERO			1.1	2.3	3.2
I		ESPESOR (m)	0.015	0.115	0.015		235.5	259.05	541.65	753.6
		PESO VOL. (kg/m <sup>3</sup> )	2100	1500	2100					
		W (kg/m <sup>2</sup> )	31.5	172.5	31.5					
II		MURO CUBIERTO CON MORTERO EN UNA CARA Y AZULEJO EN OTRA					249.9	274.89	574.77	799.68
		MATERIAL	MORTERO	TABIQUE	MORTERO	AZULEJO				
		ESPESOR (m)	0.015	0.115	0.015	0.008				
		PESO VOL. (kg/m <sup>3</sup> )	2100	1500	2100	1800				
		W (kg/m <sup>2</sup> )	31.5	172.5	31.5	14.4				
III		MURO CUBIERTO CON MORTERO EN UNA CARA Y YESO EN OTRA					219	240.9	503.7	700.8
		MATERIAL	MORTERO	TABIQUE	YESO					
		ESPESOR (m)	0.015	0.115	0.01					
		PESO VOL. (kg/m <sup>3</sup> )	2100	1500	1500					
W (kg/m <sup>2</sup> )	31.5	172.5	15							
IV		MURO CUBIERTO CON AZULEJO EN UNA CARA Y YESO EN OTRA					233.4	256.74	536.82	746.88
		MATERIAL	AZULEJO	MORTERO	TABIQUE	YESO				
		ESPESOR (m)	0.008	0.015	0.115	0.01				
		PESO VOL. (kg/m <sup>3</sup> )	1800	2100	1500	1500				
		W (kg/m <sup>2</sup> )	14.4	31.5	172.5	15				
V		MURO CUBIERTO CON YESO EN AMBAS CARAS					202.5	222.75	465.75	648
		MATERIAL	YESO	TABIQUE	YESO					
		ESPESOR (m)	0.01	0.115	0.01					
		PESO VOL. (kg/m <sup>3</sup> )	1500	1500	1500					
W (kg/m <sup>2</sup> )	15	172.5	15							
VI		MURO CUBIERTO CON AZULEJO EN AMBAS CARAS					264.3	290.73	607.89	845.76
		MATERIAL	AZULEJO	MORTERO	TABIQUE	AZULEJO				
		ESPESOR (m)	0.008	0.03	0.115	0.008				
		PESO VOL. (kg/m <sup>3</sup> )	1800	2100	1500	1800				
		W (kg/m <sup>2</sup> )	14.4	63	172.5	14.4				

Tabla 5.11 Cargas sobre traves de planta de azotea

TRABE	DIMENSIONES (m)			PESO	CARGA LOSA (kg/m)						CARGA TOTAL	REACCIÓN	
	Long.	A	B	PROPIO (kg/m)	TAB (kg/m)		TAB (kg/m)		TOTAL	(kg/m)	(kg)		
A	B	C	D	E	F	G	H	F	G	H	I	L	M
T-1	1.2	0.25	0.3	180	I	L	391.42	II	C	201.30	592.72	772.72	463.63
T-2	1	0.25	0.3	180	II	L	287.57	IV		201.30	488.87	668.87	334.44
T-3	2	0.25	0.3	180	I	C	335.50	III	L	525.15	860.65	1040.65	1040.65
T-4	0.7	0.25	0.3	180	VII		402.60	III	C	385.83	788.43	968.43	338.95
T-5	1.6	0.25	0.3	180	III	C	385.83	V		201.30	587.13	767.13	613.70
T-6	1.6	0.25	0.3	180	III	L	525.15	VI		201.30	726.45	906.45	725.16

Tabla 5.12 Cargas sobre traves de planta alta

TRABE	DIMENSIONES (m)			PESO	CARGA LOSA (kg/m)						CARGA MURO SUPERIOR	CARGA TOTAL	REACCIÓN		
	Long.	A	B	PROPIO (kg/m)	TAB (kg/m)		TAB (kg/m)		TOTAL	TIPO DE MURO	(kg/m)	(kg/m)	(kg)		
A	B	C	D	E	F	G	H	F	G	H	I	J	K	L	M
T-1	4.4	0.25	0.3	180	I	L	728.57	II	L	518.50	1247.07			1427.07	3139.55
T-2	3.3	0.25	0.3	180	II	L	518.50	III	C	553.58	1072.08			1252.08	2065.92
T-3	1.2	0.25	0.3	180	II	L	518.50	IV	L		518.50			698.50	419.10
T-4	3.5	0.25	0.3	180	XII		201.30	VI	L	529.13	730.43	I	259.05	1169.48	2046.59
T-5	1.2	0.25	0.3	180	VI	L	529.13	VII	C	201.30	730.43			910.43	546.26
T-6	1.2	0.25	0.3	180	VII	C	201.30	IX	C	201.30	402.60			582.60	349.56
T-7	2	0.25	0.3	180	II	C	335.50	IX	L	281.82	617.32			797.32	797.32
T-8	1	0.25	0.3	180	VII	L	241.56	VIII	C	251.63	493.19			673.19	336.59
T-9	2	0.25	0.3	180	IX	L	201.30				201.30			381.30	381.30
T-10	1	0.25	0.3	180	IV	C	167.75	X	L	618.86	786.61			966.61	483.31
T-11	1.8	0.25	0.3	180	V	L	251.63	X	L	618.86	870.49			1050.49	945.44
T-12	2.4	0.25	0.3	180	XIII		268.40	VI	C	402.60	671.00	I	259.05	1110.05	1332.06
T-13	2.8	0.25	0.3	180	I	L	728.57					I	259.05	439.05	614.67
T-14	2.1	0.25	0.3	180	III	C	553.58					I	259.05	439.05	461.00
T-15	0.7	0.25	0.3	180	VI	L	529.13	VIII	L	339.15	868.28			1048.28	366.90
T-16	1.6	0.25	0.3	180								III	219.00	399.00	319.20
T-17	1.8	0.25	0.3	180	X	C	587.13				587.13	I	259.05	1026.18	923.56

Tabla 5.13 Cargas sobre traves de planta baja

TRABE	DIMENSIONES (m)			PESO	CARGA LOSA (kg/m)						CARGA MURO SUPERIOR		CARGA TOTAL	REACCIÓN	
	Long.	A	B	PROPIO (kg/m)	TAB (kg/m)		TAB (kg/m)		TOTAL	TIPO DE MURO	(kg/m)	(kg/m)	(kg)		
A	B	C	D	E	F	G	H	F	G	H	I	J	K	L	M
T-1	4.4	0.25	0.3	180	I	L	488.07	II	L	347.34	835.41	V	465.75	1481.16	3258.54
T-2	3.3	0.25	0.3	180	II	L	347.34	III	C	370.84	718.18	V	465.75	1363.93	2250.48
T-3	1.2	0.25	0.3	180	II	L	347.34	IV	L	131.10	478.45			658.45	395.07
T-4	1.2	0.25	0.3	180	IV	L	131.10				131.10	V	465.75	776.85	466.11
T-5	3.5	0.25	0.3	180	XI		134.85	VI	L	354.46	489.31			669.31	1171.30
T-6	1.2	0.25	0.3	180	VI	L	354.46	VII	C	134.85	489.31			669.31	401.59
T-7	1.2	0.25	0.3	180	VII	C	134.85	IX	C	134.85	269.70			449.70	269.82
T-8	2	0.25	0.3	180	II	C	224.75	IX	L	188.79	413.54			593.54	593.54
T-9	1	0.25	0.3	180	IV	C	112.38	X	L	414.57	526.95			706.95	353.47
T-10	1.8	0.25	0.3	180	V	L	168.56	X	L	414.57	583.14			763.14	686.82
T-11	1	0.25	0.3	180	VII	L	161.82	VIII	C	168.56	330.38			510.38	255.19
T-12	2	0.25	0.3	180	IX	L	188.79				188.79	ESC	307.50	676.29	676.29
T-13	2.4	0.25	0.3	180	XII		179.80	VI	C	269.70	449.50			629.50	755.40
T-14	2.8	0.25	0.3	180	I	L	488.07				488.07	III	503.70	1171.77	1640.47
T-15	2.1	0.25	0.3	180	III	C	370.84				370.84	III	503.70	1054.54	1107.26
T-16	0.7	0.25	0.3	180	VI	L	354.46	VIII	L	227.19	581.66	II	574.77	1336.43	467.75
T-17	1.8	0.25	0.3	180	X	C	393.31				393.31	III	503.70	1077.01	969.31

Notaciones tablas 5.11 a 5.13	
A	Designación de trabe.
B	Longitud de trabe.
C	Base de la trabe.
D	Peralte de la trabe.
E	Peso propio de la trabe.
F	Tablero que actúa sobre la trabe.
G	Lado del tablero que actúa sobre la trabe (L = largo, C = corto).
H	Carga distribuida sobre la trabe producto de la losa.
I	Carga total distribuida sobre la trabe producto de los distintos tableros que actúan sobre ella.
J	Tipo de muro divisorio o escalera que actúa sobre la trabe.
K	Peso del muro divisorio o escalera que actúa sobre la trabe.
L	Carga total que actúa sobre la trabe.
M	Carga puntual resultante que actúa sobre algún muro debida a la carga sobre las traves.

Tabla 5.14 Distribución de cargas concentradas en la planta de azotea

MURO	ALTURA DE MURO	LONG. MURO	CONCENTRACIONES DE CARGA				TRANSMISIÓN DE CARGA A MURO		CARGA TOTAL
			CONCENTRACIÓN IZQUIERDA		CONCENTRACIÓN DERECHA		POR CONC. IZQ.	POR CONC. DER.	
			TRABE	CARGA (kg)	TRABE	CARGA (kg)	(kg/m)	(kg/m)	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
M2	2.3	2			T-1*	226.16	0.00	98.33	98.33
M3	2.3	2.1	T-1*	237.47			103.25	0.00	103.25
M5	2.3	1.2	T-2	334.44			145.41	0.00	145.41
M6	2.3	1.5			T-3*	578.14	0.00	251.36	251.36
M8	2.3	1.9	T-4	338.95	T-6	725.16	147.37	315.29	462.66
M12	2.3	1.2			T-3*	462.51	0.00	201.09	201.09
M13	2.3	1.6			T-4	338.95	0.00	147.37	147.37
M14	2.3	1.2	T-1, T-2	798.07	T-3, T-5	1654.35	346.99	719.28	1066.27
M15	2.3	0.80	T-5	613.70			266.83	0.00	266.83

Notaciones tablas 5.14 a 5.16

A	Designación del muro.
B	Altura del muro.
C	Longitud del muro.
D	Designación de trabe (s) que distribuye carga sobre el lado izquierdo del muro.
E	Carga puntual debida a concentración de carga de trabe sobre el lado izquierdo del muro.
F	Designación de trabe (s) que distribuye carga sobre el lado derecho del muro.
G	Carga puntual debida a concentración de carga de trabe sobre el lado derecho del muro.
H	Distribución de carga al muro debida a la concentración izquierda.
I	Distribución de carga al muro debida a la concentración derecha.
J	Distribución de carga total al muro (Dist. izq + dist. der).
*	La carga puntual debida a la trabe se distribuye simultáneamente en varios muros.

Tabla 5.15 Distribución de cargas concentradas en la planta alta

MURO	ALTURA DE MURO	LONG. MURO	CONCENTRACIONES DE CARGA				TRANSMISIÓN DE CARGA A MURO		CARGA TOTAL
			CONCENTRACIÓN IZQUIERDA		CONCENTRACIÓN DERECHA		POR CONC. IZQ.	POR CONC. DER.	
			TRABE	CARGA (kg)	TRABE	CARGA (kg)	(kg/m)	(kg/m)	
M1	2.3	3.9			T-1*	2075.30	0.00	902.30	902.30
M2	2.3	2	T-1*	1064.25	T-2*	700.31	462.72	304.48	767.20
M3	2.3	3.9	T-2*	1365.61			593.74	0.00	593.74
M4	2.3	1	T-2, T-3	2485.02			1080.45	0.00	1080.45
M7	2.3	2.4	T-4*	1403.38	T-5*	327.76	610.16	142.50	752.67
M8	2.3	1.6	T-5*	218.50	T-6, T-7	1146.88	95.00	498.64	593.65
M9	2.3	1.2	T-10*	241.65	T-11*	472.72	105.07	205.53	310.60
M10	2.3	0.7	T-5*	166.25	T-8	336.59	72.28	146.34	218.63
M11	2.3	1.6	T-12, T-15	1698.96	T-16*	92.86	738.68	40.37	779.05
M13	2.3	3.9	T-16*	226.34			98.41	0.00	98.41
M14	2.3	0.5			T-13	614.67	0.00	267.25	267.25
M15	2.3	1.1	T-13*	614.67	T-4*	643.21	267.25	279.66	546.91
M16	2.3	1.6	T-5*	380.01	T-15	366.90	165.22	159.52	324.74
M17	2.3	2.3	T-6, T-8, T-9	1067.45	T-16*	188.25	464.11	81.85	545.96
M18	2.3	1.1	T-3, T-7, T-10	1699.73	T-9*	123.36	739.01	53.64	792.65
M19	2.3	2.3	T-9*	257.94	T-16*	118.41	112.15	51.48	163.63
M20	2.3	1.2			T-11*	472.72	0.00	205.53	205.53
M21	2.3	0.5			T-14	461.00	0.00	200.44	200.44
M22	2.3	0.7	T-14	461.00			200.44	0.00	200.44
M23	2.3	1.2			T-11*	667.37	0.00	290.16	290.16
M24	2.3	0.5	T-11*	278.07	T-17	923.56	120.90	401.55	522.45
M25	2.3	1.1	T-17	923.56			401.55	0.00	401.55
M28	2.3	1.2			T-10*	241.65	0.00	105.07	105.07

5.16 Distribución de cargas concentradas en la planta baja

MURO	ALTURA DE MURO	LONG. MURO	CONCENTRACIONES DE CARGA				TRANSMISIÓN DE CARGA A MURO		CARGA TOTAL
			CONCENTRACIÓN IZQUIERDA		CONCENTRACIÓN DERECHA		POR CONC. IZQ.	POR CONC. DER.	
			TRABE	CARGA (kg)	TRABE	CARGA (kg)	(kg/m)	(kg/m)	
M1	2.3	3.9			T-1	3258.54	0.00	1416.76	1416.76
M2	2.3	2	T-1	3258.54	T-2	2250.48	1416.76	978.47	2395.23
M3	2.3	3.9	T-2	2250.48			978.47	0.00	978.47
M4	2.3	1	T-2, T-3	2645.55	T-4	466.11	1150.24	202.66	1352.90
M5	2.3	1.2	T-4	466.11			202.66	0.00	202.66
M7	2.3	2.4	T-5	1171.30	T-6	401.59	509.26	174.60	683.86
M8	2.3	1.6	T-6	401.59	T-1, T-7, T-8	4121.90	174.60	1792.13	1966.74
M9	2.3	1.2	T-4, T-9	819.59	T-10	686.82	356.34	298.62	654.96
M10	2.3	0.7	T-6	401.59	T-11	255.19	174.60	110.95	285.56
M11	2.3	1.6	T-13, T-16	1223.15			531.80	0.00	531.80
M14	2.3	0.5			T-14	1640.47	0.00	713.25	713.25
M15	2.3	1.1	T-14	1640.47	T-5	1171.30	713.25	509.26	1222.51
M16	2.3	1.6	T-6	401.59	T-16	467.75	174.60	203.37	377.97
M17	2.3	2.3	T-7, T-11, T-12	1201.30			522.30	0.00	522.30
M18	2.3	1.1	T-3, T-8, T-9	1342.08	T-12	676.29	583.51	294.04	877.55
M19	2.3	2.3	T-12	676.29			294.04	0.00	294.04
M20	2.3	1.2			T-10	686.82	0.00	298.62	298.62
M21	2.3	0.5			T-15	1107.26	0.00	481.42	481.42
M22	2.3	0.7	T-15	1107.26			481.42	0.00	481.42
M23	2.3	1.2			T-10	686.82	0.00	298.62	298.62
M24	2.3	0.5	T-10	686.82	T-17	969.31	298.62	421.44	720.06
M25	2.3	1.1	T-17	969.31			421.44	0.00	421.44

Tabla 5.17 Carga sobre muros por planta (Planta de azotea)

MURO	Tipo de muro	Longitud (m)	Altura (m)	Peso propio (kg/m)	Peso de losa					Peso de trabe (kg/m)	Peso tinaco (kg/m)	Peso por concentración de carga (kg/m)	Peso total (kg/m)	
					TAB	(kg/m)	TAB	(kg/m)	TOTAL					(kg/m)
					F	G	F	G	H					I
M1	I	10	1.1	259.05						180		0.00	439.05	
M2	III	2	2.3	503.7	I C	336			335.5	180		98.33	1117.53	
M3	III	2.1	2.3	503.7	II L	288			287.57	180		103.25	1074.52	
M4	I	1.5	2.3	541.65			VIII	671.00	671	180	736.8	0.00	2129.49	
M5	III	1.2	2.3	503.7	II L	288	IV	201.30	488.87	180		145.41	1317.98	
M6	III	1.5	2.3	503.7	III L	525			525.15	180	736.8	251.36	2197.05	
M7	I	2.4	1.1	259.05			VII/2	201.30	201.3	180		0.00	640.35	
M8	III	1.9	2.3	503.7	III L	525	VI	201.30	726.45	180		462.66	1872.81	
M9	I	3.9	1.1	259.05						180		0.00	439.05	
M10	I	8	1.1	259.05						180		0.00	439.05	
M11	III	1.2	2.3	503.7	I L	391	VIII	671.00	1062.4	180		0.00	1746.12	
M12	III	1.2	2.3	503.7	I L	391	VII	402.6	794.02	180		201.09	1678.81	
M13	III	1.6	2.3	503.7	III C	386	VII	402.6	788.43	180		147.37	1619.49	
M14	III	1.2	2.3	503.7	I L	391	V	201.30	592.72	180		1066.27	2342.68	
M15	III	0.80	2.3	503.7	III C	386	V	201	587.13	180		266.83	1537.65	
M16	III	1.20	2.3	503.7	II C	201			201.3	180		0.00	885.00	
M17	I	8.00	1.1	259.05					0	180		0.00	439.05	

Notaciones tablas 5.17 a 5.19	
A	Designación del muro.
B	Tipo de muro.
C	Longitud del muro.
D	Altura del muro.
E	Peso propio del muro.
F	Tablero actuante sobre el muro (L = largo, C = corto).
G	Distribución de carga sobre el muro debida al tablero.
H	Distribución de carga total sobre el muro debida a la carga de los tableros que actúan sobre él.
I	Distribución del peso propio de dalas.
J	Distribución del peso del tinaco que actúa sobre el muro (únicamente en azotea).
K	Distribución del peso debido a la concentración de carga sobre el muro.
L	Distribución del peso total que actúa sobre el muro incluyendo su peso propio.

Tabla 5.18.Carga sobre muros por planta (Planta alta)

MURO	Tipo de muro	Longitud (m)	Altura (m)	Peso propio (kg/m)	Peso de losa					Peso de trabe (kg/m)	Peso por concentración de carga (kg/m)	Peso total (kg/m)
					de losa				TOTAL (kg/m)			
					TAB	(kg/m)	TAB	(kg/m)				
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N
M1	III	3.9	2.3	503.7	I C	654			654	180	902.30	2240.23
M2	III	2	2.3	503.7	II C	336			335.5	180	767.20	1786.40
M3	III	3.9	2.3	503.7	III L	613			613.42	180	593.74	1890.86
M4	V	1	2.3	465.75	III L	613	IV C	167.75	781.17	180	1080.45	2507.37
M5	V	1.2	2.3	465.75	III L	613			613.42	180		1259.17
M6	V	1.8	2.3	465.75	III L	613	V L	251.63	865.05	180		1510.80
M7	III	2.4	2.3	503.7	I C	654	VI C	402.60	1056.8	180	752.67	2493.19
M8	V	1.6	2.3	465.75	I C	654	VII L	241.56	895.79	180	593.65	2135.18
M9	V	1.2	2.3	465.75	X L	282			281.82	180	310.60	1238.17
M10	IV	0.7	2.3	536.82	VII L	242	VIII C	251.63	493.19	180	218.63	1428.63
M11	III	1.6	2.3	503.7	VIII C	252			251.63	180	779.05	1714.38
M12	III	2	2.3	503.7					0	180		683.70
M13	III	3.9	2.3	503.7	X L	282			281.82	180	98.41	1063.93
M14	III	0.5	2.3	503.7	I L	729			728.57	180	267.25	1679.52
M15	III	1.1	2.3	503.7	I L	729			728.57	180	546.91	1959.18
M16	III	1.6	2.3	503.7	VI L	529	VIII L	339	868.28	180	324.74	1876.72
M17	V	2.3	2.3	465.75	VIII L	339	XI L	379	718.41	180	545.96	1910.11
M18	V	1.1	2.3	465.75	IX C	201	X C	587	788.43	180	792.65	2226.82
M19	V	2.3	2.3	465.75	X C	587	XI L	379	966.39	180	163.63	1775.77
M20	V	1.2	2.3	465.75	V C	201			201.3	180	205.53	1052.58
M21	III	0.5	2.3	503.7	III C	554			553.58	180	200.44	1437.71
M22	III	0.7	2.3	503.7	III C	554			553.58	180	200.44	1437.71
M23	III	1.2	2.3	503.7	V C	201			201.3	180	290.16	1175.16
M24	III	0.5	2.3	503.7	X C	587			587.13	180	522.45	1793.27
M25	III	1.1	2.3	503.7	X C	587			587.13	180	401.55	1672.37

Tabla 5.19 Cargas sobre muros por planta (Planta baja)

MURO	Tipo de muro	Longitud (m)	Altura (m)	Peso propio (kg/m)	Peso					Peso de trabe (kg/m)	Peso por concentración de carga (kg/m)	Peso total (kg/m)
					de losa				TOTAL (kg/m)			
					TAB	(kg/m)	TAB	(kg/m)				
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N
M1	III	3.9	2.3	503.7	I C	438			438	180	1416.76	2538.72
M2	III	2	2.3	503.7	II C	225			224.75	180	2395.23	3303.68
M3	III	3.9	2.3	503.7	III L	411			410.93	180	978.47	2073.10
M4	V	1	2.3	465.75	III L	411	IV C	112.38	523.3	180	1352.90	2521.95
M5	V	1.2	2.3	465.75	III L	411			410.93	180	202.66	1259.34
M6	V	1.8	2.3	465.75	III L	411	V L	168.56	579.49	180		1225.24
M7	III	2.4	2.3	503.7	I C	438	VI C	269.70	707.96	180	683.86	2075.53
M8	V	1.6	2.3	465.75	I C	438	VII L	161.82	600.08	180	1966.74	3212.57
M9	V	1.2	2.3	465.75	X L	415			414.57	180	654.96	1715.28
M10	IV	0.7	2.3	536.82	VII L	162	VIII C	168.56	330.38	180	285.56	1332.76
M11	III	1.6	2.3	503.7	VIII C	169			168.56	180	531.80	1384.07
M12	III	2	2.3	503.7			ESC	307.50	307.5	180		991.20
M13	III	3.9	2.3	503.7	X L	415			414.57	180		1098.27
M14	III	0.5	2.3	503.7	I L	488			488.07	180	713.25	1885.01
M15	III	1.10	2.3	503.7	I L	488			488.07	180	1222.51	2394.27
M16	III	1.60	2.3	503.7	VI L	354	VIII L	227	581.66	180	377.97	1643.33
M17	V	2.30	2.3	465.75	VIII L	227	ESC	348	574.8	180	522.30	1742.86
M18	V	1.10	2.3	465.75	IX C	135	X C	393	528.16	180	877.55	2051.47
M19	V	2.30	2.3	465.75	X C	393	ESC	348	740.92	180	294.04	1680.71
M20	V	1.20	2.3	465.75	V C	135			134.85	180	298.62	1079.22
M21	III	0.50	2.3	503.7	III C	371			370.84	180	481.42	1535.96
M22	III	0.70	2.3	503.7	III C	371			370.84	180	481.42	1535.96
M23	III	1.20	2.3	503.7	V C	135			134.85	180	298.62	1117.17
M24	III	0.50	2.3	503.7	X C	393			393.31	180	720.06	1797.07
M25	III	1.10	2.3	503.7	X C	393			393.31	180	421.44	1498.45

Tabla 5.20 Acumulación de cargas sobre muros

AZOTEA		P. ALTA			P. BAJA		
MURO	CARGA	MURO	CARGA	CARGA ACUMULADA	MURO	CARGA	CARGA ACUMULADA
	(kg/m)		(kg/m)	(kg/m)		(kg/m)	(kg/m)
1	439.05	1	2240.23	2679.28	1	2538.72	5218.00
	439.05	2	1786.40	2225.45	2	3303.68	5529.13
	439.05	3	1890.86	2329.91	3	2073.10	4403.01
3	1074.52	4	2507.37	3581.88	4	2521.95	6103.83
	1074.52	5	1259.17	2333.69	5	1259.34	3593.03
		6	1510.80	1510.80	6	1225.24	2736.04
		7	2493.19	2493.19	7	2075.53	4568.72
4	2129.49	8	2135.18	4264.67	8	3212.57	7477.23
5	1317.98	9	1238.17	2556.14	9	1715.28	4271.43
6	2197.05	10	1428.63	3625.68	10	1332.76	4958.44
8	1872.81	11	1714.38	3587.18	11	1384.07	4971.25
		12	683.70	683.70	12	991.20	1674.90
9	439.05	13	1063.93	1502.98	13	1098.27	2601.25
10	439.05	14	1679.52	2118.57	14	1885.01	4003.58
	439.05	15	1959.18	2398.23	15	2394.27	4792.50
13	1619.49	16	1876.72	3496.21	16	1643.33	5139.54
		17	1910.11	1910.11	17	1742.86	3652.97
14	2342.68	18	2226.82	4569.51	18	2051.47	6620.97
15	1537.65	19	1775.77	3313.42	19	1680.71	4994.13
16	885.00	20	1052.58	1937.58	20	1079.22	3016.80
17	439.05	21	1437.71	1876.76	21	1535.96	3412.72
	439.05	22	1437.71	1876.76	22	1535.96	3412.72
	439.05	23	1175.16	1614.21	23	1117.17	2731.38
	439.05	24	1793.27	2232.32	24	1797.07	4029.39
	439.05	25	1672.37	2111.42	25	1498.45	3609.87

## II. Revisión por Cargas Verticales

Tabla 5.21 Revisión por cargas verticales de los muros de planta baja

MURO	CÁLCULO DE $P_u$					CÁLCULO DE $P_R$										
	CARGA	Long. Muro	CARGA	FC	$P_u$	$F_R$	$F_E$		$f_m^*$			$A_T$			$P_{Rm}$	$P_{Rm} > P_u$
							H/t	$F_E$	(kg/cm <sup>2</sup> )			Esp. Muro	Long. Muro	Área		
	(kg/m)	(m)	(kg)	(kg/m)	$f_m^*$		inc	total	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)				
1	5218.00	3.9	20350.19	1.4	<b>28490.27</b>	0.6	20	0.6	16	4	20	11.5	390	4485	<b>32292.00</b>	PASA
2	5529.13	2.0	11058.26	1.4	<b>15481.57</b>	0.6	20	0.6	16	4	20	11.5	200	2300	<b>16560.00</b>	PASA
3	4403.01	3.9	17171.75	1.4	<b>24040.45</b>	0.6	20	0.6	16	4	20	11.5	390	4485	<b>32292.00</b>	PASA
4	6103.83	1.0	6103.83	1.4	<b>8545.37</b>	0.6	20	0.7	16	4	20	11.5	100	1150	<b>9660.00</b>	PASA
5	3593.03	1.2	4311.63	1.4	<b>6036.28</b>	0.6	20	0.7	16	4	20	11.5	120	1380	<b>11592.00</b>	PASA
6	2736.04	1.8	4924.87	1.4	<b>6894.81</b>	0.6	20	0.7	16	4	20	11.5	180	2070	<b>17388.00</b>	PASA
7	4568.72	2.4	10964.92	1.4	<b>15350.89</b>	0.6	20	0.7	16	4	20	11.5	240	2760	<b>23184.00</b>	PASA
8	7477.23	1.6	11963.57	1.4	<b>16749.00</b>	0.6	20	0.7	16	4	20	11.5	160	1840	<b>15456.00</b>	NO PASA
9	4271.43	1.2	5125.71	1.4	<b>7176.00</b>	0.6	20	0.7	16	4	20	11.5	120	1380	<b>11592.00</b>	PASA
10	4958.44	0.7	3470.91	1.4	<b>4859.27</b>	0.6	20	0.7	16	4	20	11.5	70	805	<b>6762.00</b>	PASA
11	4971.25	1.6	7954.00	1.4	<b>11135.60</b>	0.6	20	0.6	16	4	20	11.5	160	1840	<b>13248.00</b>	PASA
12	1674.90	2.0	3349.80	1.4	<b>4689.72</b>	0.6	20	0.6	16	4	20	11.5	200	2300	<b>16560.00</b>	PASA
13	2601.25	3.9	10144.88	1.4	<b>14202.84</b>	0.6	20	0.6	16	4	20	11.5	390	4485	<b>32292.00</b>	PASA
14	4003.58	0.5	2001.79	1.4	<b>2802.51</b>	0.6	20	0.6	16	4	20	11.5	50	575	<b>4140.00</b>	PASA
15	4792.50	1.1	5271.75	1.4	<b>7380.45</b>	0.6	20	0.6	16	4	20	11.5	110	1265	<b>9108.00</b>	PASA
16	5139.54	1.6	8223.27	1.4	<b>11512.57</b>	0.6	20	0.6	16	4	20	11.5	160	1840	<b>13248.00</b>	PASA
17	3652.97	2.3	8401.83	1.4	<b>11762.56</b>	0.6	20	0.7	16	4	20	11.5	230	2645	<b>22218.00</b>	PASA
18	6620.97	1.1	7283.07	1.4	<b>10196.30</b>	0.6	20	0.7	16	4	20	11.5	110	1265	<b>10626.00</b>	PASA
19	4994.13	2.3	11486.49	1.4	<b>16081.09</b>	0.6	20	0.7	16	4	20	11.5	230	2645	<b>22218.00</b>	PASA
20	3016.80	1.2	3620.16	1.4	<b>5068.22</b>	0.6	20	0.7	16	4	20	11.5	120	1380	<b>11592.00</b>	PASA
21	3412.72	0.5	1706.36	1.4	<b>2388.90</b>	0.6	20	0.6	16	4	20	11.5	50	575	<b>4140.00</b>	PASA
22	3412.72	0.7	2388.90	1.4	<b>3344.46</b>	0.6	20	0.6	16	4	20	11.5	70	805	<b>5796.00</b>	PASA
23	2731.38	1.2	3277.65	1.4	<b>4588.72</b>	0.6	20	0.6	16	4	20	11.5	120	1380	<b>9936.00</b>	PASA
24	4029.39	0.5	2014.70	1.4	<b>2820.57</b>	0.6	20	0.6	16	4	20	11.5	50	575	<b>4140.00</b>	PASA
25	3609.87	1.1	3970.86	1.4	<b>5559.21</b>	0.6	20	0.6	16	4	20	11.5	110	1265	<b>9108.00</b>	PASA

### 5.3.1.2 Sistema Tabimax

Como se mencionó, la bajada de cargas para el sistema “Tabimax” se realizó de la misma manera que para el sistema tradicional con tabique rojo recocido, únicamente se modificaron los pesos producidos por los muros, es por ello que no se mostrarán todas las tablas de la bajada de cargas para este sistema, únicamente se muestran las tablas en dónde se aprecian los pesos modificados (peso de muros), las tablas de cargas finales por entrepiso y, finalmente, las tablas correspondientes a la revisión por cargas verticales de los muros de este sistema.

La bajada de cargas y el análisis completo puede verificarse en el CD anexo.

#### I. Bajada de Cargas

Tabla 5.22 Determinación del peso de las bases del tinaco

BASES PARA TINACO		
BASE	(m)	1.15
ALTURA	(m)	1.00
TIPO DE MURO		I
PESO	(kg/cm <sup>2</sup> )	132.70
RADIOtinaco	(m)	0.48
ÁREA	(cm <sup>2</sup> )	0.80
PESO/BASE	(kg)	105.57

Tabla 5.23 Determinación del peso del tinaco incluyendo las bases

TINACO			
MATERIAL	LITROS	PESO VOL	W
	(lts)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg)
Capacidad del tinaco	1100	1000	1100.0
Peso propio			220.0
Bases			211.1
Carga Total			1531.1
Carga/base			765.6
CARGA TOTAL/BASE (kg/m)			665.7

Tabla 5.24 Peso de los muros con diversos acabados

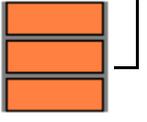
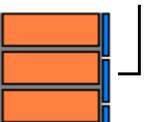
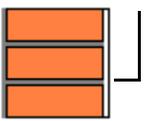
TIPO DE MURO	MUROS CON TABIMAX					CARGA (kg/m <sup>2</sup> )	CARGA W (kg/m)		
	MURO CUBIERTO CON MORTERO EN AMBAS CARAS						ALTURA EN MUROS (m)		
	MATERIAL	MORTERO	TABIQUE	MORTERO		1.1	2.3	3.2	
I						132.7	145.97	305.21	424.64
	ESPELOR (m)	0.01	0.1	0.01					
	PESO VOL. (kg/m <sup>3</sup> )	2100	907	2100					
	W (kg/m <sup>2</sup> )	21	90.7	21					
II						147.1	161.81	338.33	470.72
	MATERIAL	MORTERO	TABIQUE	MORTERO	AZULEJO				
	ESPELOR (m)	0.01	0.1	0.01	0.008				
	PESO VOL. (kg/m <sup>3</sup> )	2100	907	2100	1800				
	W (kg/m <sup>2</sup> )	21	90.7	21	14.4				
III						119.2	131.12	274.16	381.44
	MATERIAL	MORTERO	TABIQUE	YESO					
	ESPELOR (m)	0.01	0.1	0.005					
	PESO VOL. (kg/m <sup>3</sup> )	2100	907	1500					
	W (kg/m <sup>2</sup> )	21	90.7	7.5					
IV						133.6	146.96	307.28	427.52
	MATERIAL	AZULEJO	MORTERO	TABIQUE	YESO				
	ESPELOR (m)	0.008	0.01	0.1	0.005				
	PESO VOL. (kg/m <sup>3</sup> )	1800	2100	907	1500				
	W (kg/m <sup>2</sup> )	14.4	21	90.7	7.5				
V						105.7	116.27	243.11	338.24
	MATERIAL	YESO	TABIQUE	YESO					
	ESPELOR (m)	0.005	0.1	0.005					
	PESO VOL. (kg/m <sup>3</sup> )	1500	907	1500					
VI						161.5	177.65	371.45	516.8
	MATERIAL	AZULEJO	MORTERO	TABIQUE	AZULEJO				
	ESPELOR (m)	0.008	0.02	0.1	0.008				
	PESO VOL. (kg/m <sup>3</sup> )	1800	2100	907	1800				
	W (kg/m <sup>2</sup> )	14.4	42	90.7	14.4				

Tabla 5.25 Acumulación de cargas sobre muros

AZOTEA		P. ALTA			P. BAJA		
MURO	CARGA	MURO	CARGA	CARGA ACUMULADA	MURO	CARGA	CARGA ACUMULADA
	(kg/m)		(kg/m)	(kg/m)		(kg/m)	(kg/m)
1	325.97	1	2010.69	2336.66	1	2096.22	4432.88
	325.97	2	1556.86	1882.83	2	2701.46	4584.29
	325.97	3	1661.32	1987.29	3	1683.84	3671.13
3	844.98	4	2284.73	3129.70	4	2081.51	5211.21
	844.98	5	1036.53	1881.51	5	978.62	2860.13
		6	1288.16	1288.16	6	1002.60	2290.76
		7	2204.65	2204.65	7	1845.99	4050.64
4	1821.93	8	1912.54	3734.47	8	2776.97	6511.43
5	1088.44	9	1015.53	2103.96	9	1434.56	3538.53
6	1896.39	10	1199.09	3095.49	10	1103.22	4198.70
8	1643.27	11	1415.74	3059.01	11	1118.55	4177.55
		12	454.16	454.16	12	761.66	1215.82
9	325.97	13	809.77	1135.74	13	868.73	2004.48
10	325.97	14	1381.15	1707.12	14	1515.75	3222.87
	325.97	15	1633.76	1959.73	15	2025.01	3984.75
13	1389.95	16	1647.18	3037.13	16	1377.81	4414.94
		17	1667.00	1667.00	17	1520.22	3187.22
14	2113.14	18	2004.18	4117.33	18	1828.83	5946.15
15	1308.11	19	1540.25	2848.36	19	1458.07	4306.43
16	655.46	20	829.94	1485.40	20	856.58	2341.98
17	325.97	21	1156.55	1482.52	21	1201.63	2684.14
	325.97	22	1156.55	1482.52	22	1201.63	2684.14
	325.97	23	945.62	1271.59	23	887.63	2159.22
	325.97	24	1519.48	1845.45	24	1477.71	3323.16
	325.97	25	1398.58	1724.55	25	1179.09	2903.65

## II. Revisión por Cargas Verticales

Tabla 5.26 Revisión por cargas verticales de los muros de planta baja

MURO	CÁLCULO DE $P_u$					CÁLCULO DE $P_R$										
	CARGA	Long. Muro	CARGA	FC	$P_u$	$F_R$	$F_E$		$f_m^*$			$A_T$			$P_{Rm}$	$P_{Rm} > P_u$
							H/t	$F_E$	$f_m^*$	inc	total	Esp. Muro	Long. Muro	Área		
	(kg/m)	(m)	(kg)	(kg/m)	(kg/cm <sup>2</sup> )		(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)						
1	4432.88	3.9	17288.23	1.4	24203.52	0.6	23	0.24	32	4	36	10	390	3900.0	20256.60	NO PASA
2	4584.29	2.0	9168.58	1.4	12836.02	0.6	23	0.24	32	4	36	10	200	2000.0	10388.00	NO PASA
3	3671.13	3.9	14317.42	1.4	20044.39	0.6	23	0.24	32	4	36	10	390	3900.0	20256.60	PASA
4	5211.21	1.0	5211.21	1.4	7295.70	0.6	23	0.36	32	4	36	10	100	1000.0	7860.16	PASA
5	2860.13	1.2	3432.15	1.4	4805.01	0.6	23	0.36	32	4	36	10	120	1200.0	9432.19	PASA
6	2290.76	1.8	4123.36	1.4	5772.71	0.6	23	0.36	32	4	36	10	180	1800.0	14148.29	PASA
7	4050.64	2.4	9721.53	1.4	13610.15	0.6	23	0.36	32	4	36	10	240	2400.0	18864.38	PASA
8	6511.43	1.6	10418.30	1.4	14585.61	0.6	23	0.36	32	4	36	10	160	1600.0	12576.26	NO PASA
9	3538.53	1.2	4246.23	1.4	5944.73	0.6	23	0.36	32	4	36	10	120	1200.0	9432.19	PASA
10	4198.70	0.7	2939.09	1.4	4114.73	0.6	23	0.36	32	4	36	10	70	700.0	5502.11	PASA
11	4177.55	1.6	6684.08	1.4	9357.72	0.6	23	0.24	32	4	36	10	160	1600.0	8310.40	NO PASA
12	1215.82	2.0	2431.64	1.4	3404.30	0.6	23	0.24	32	4	36	10	200	2000.0	10388.00	PASA
13	2004.48	3.9	7817.46	1.4	10944.45	0.6	23	0.24	32	4	36	10	390	3900.0	20256.60	PASA
14	3222.87	0.5	1611.43	1.4	2256.01	0.6	23	0.24	32	4	36	10	50	500.0	2597.00	PASA
15	3984.75	1.1	4383.22	1.4	6136.51	0.6	23	0.24	32	4	36	10	110	1100.0	5713.40	NO PASA
16	4414.94	1.6	7063.91	1.4	9889.47	0.6	23	0.24	32	4	36	10	160	1600.0	8310.40	NO PASA
17	3187.22	2.3	7330.60	1.4	10262.84	0.6	23	0.36	32	4	36	10	230	2300.0	18078.37	PASA
18	5946.15	1.1	6540.77	1.4	9157.07	0.6	23	0.36	32	4	36	10	110	1100.0	8646.18	NO PASA
19	4306.43	2.3	9904.79	1.4	13866.71	0.6	23	0.36	32	4	36	10	230	2300.0	18078.37	PASA
20	2341.98	1.2	2810.37	1.4	3934.52	0.6	23	0.36	32	4	36	10	120	1200.0	9432.19	PASA
21	2684.14	0.5	1342.07	1.4	1878.90	0.6	23	0.24	32	4	36	10	50	500.0	2597.00	PASA
22	2684.14	0.7	1878.90	1.4	2630.46	0.6	23	0.24	32	4	36	10	70	700.0	3635.80	PASA
23	2159.22	1.2	2591.06	1.4	3627.49	0.6	23	0.24	32	4	36	10	120	1200.0	6232.80	PASA
24	3323.16	0.5	1661.58	1.4	2326.21	0.6	23	0.24	32	4	36	10	50	500.0	2597.00	PASA
25	2903.65	1.1	3194.01	1.4	4471.61	0.6	23	0.24	32	4	36	10	110	1100.0	5713.40	PASA

SI $H/t > 20$							
TIPO DE MURO	t	H	k	b	$e_c$	$e'$	$F_E$
	(cm)	(cm)		(cm)	(cm)	(cm)	
Para muros con losas continuas	10	230	0.8	10	1.67	2.08	0.36
Para muros extremos			1				0.24

**Observación:** Hay que notar que la relación altura/espesor del muro ( $H/t$ ) es mayor a 20, por lo que el factor por excentricidad tiene que calcularse de acuerdo a la sección 3.3.2.2.

### 5.3.1.3 Sistema Novamuro

La bajada de cargas para el sistema “Novamuro” se realizó de la misma manera que para el sistema tradicional con tabique rojo recocido, únicamente se modificaron los pesos producidos por los muros, es por ello que no se mostrarán todas las tablas de la bajada de cargas para este sistema, únicamente se muestran las tablas en dónde se aprecian los pesos modificados (peso de muros), las tablas de cargas finales por entrepiso y finalmente las tablas correspondientes a la revisión por cargas verticales de los muros de este sistema.

La bajada de cargas y el análisis completo puede verificarse en el CD anexo.

#### I. Bajada de Cargas

Tabla 5.27 Determinación del peso de las bases del tinaco

BASES PARA TINACO		
BASE	(m)	1.15
ALTURA	(m)	1.00
TIPO DE MURO		I
PESO	(kg/cm <sup>2</sup> )	109.20
RADIOtinaco	(m)	0.48
ÁREA	(cm <sup>2</sup> )	0.80
PESO/BASE	(kg)	86.88

Tabla 5.28 Determinación del peso del tinaco incluyendo las bases

TINACO			
MATERIAL	LITROS	PESO VOL	W
	(lts)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg)
Capacidad del tinaco	1100	1000	1100.0
Peso propio			220.0
Bases			173.8
Carga Total			1493.8
Carga/base			746.9
CARGA TOTAL/BASE (kg/m)			<b>649.5</b>

Tabla 5.29 Peso de los muros con diversos acabados

TIPO DE MURO		MUROS CON VÍNTEX Y MULTEX				CARGA (kg/m <sup>2</sup> )	CARGA W (kg/m)		
		MURO CUBIERTO CON MORTERO EN AMBAS CARAS					ALTURA EN MUROS (m)		
		MATERIAL	ACABADO	TABIQUE	ACABADO		1.1	2.3	3.2
I		ESPESOR (m)	0	0.12	0	109.2	120.12	251.16	349.44
		PESO VOL. (kg/m <sup>3</sup> )	0	910	0				
		W (kg/m <sup>2</sup> )	0	109.2	0				

Tabla 5.30 Acumulación de cargas sobre muros

AZOTEA		P. ALTA			P. BAJA		
MURO	CARGA	MURO	CARGA	CARGA ACUMULADA	MURO	CARGA	CARGA ACUMULADA
	(kg/m)		(kg/m)	(kg/m)		(kg/m)	(kg/m)
1	300.12	1	1987.69	2287.81	1	2080.92	4368.73
	300.12	2	1533.86	1833.98	2	2691.93	4525.92
	300.12	3	1638.32	1938.44	3	1666.61	3605.06
3	821.98	4	2292.78	3114.75	4	2097.43	5212.19
	821.98	5	1044.58	1866.56	5	988.77	2855.33
		6	1296.21	1296.21	6	1010.65	2306.86
		7	2168.17	2168.17	7	1822.99	3991.15
4	1751.62	8	1920.59	3672.21	8	2792.72	6464.93
5	1065.44	9	1023.58	2089.01	9	1444.71	3533.73
6	1857.13	10	1142.97	3000.11	10	1047.10	4047.21
8	1620.27	11	1378.24	2998.51	11	1082.28	4080.79
		12	431.16	431.16	12	738.66	1169.82
9	300.12	13	784.31	1084.43	13	845.73	1930.16
10	300.12	14	1342.41	1642.53	14	1478.75	3121.28
	300.12	15	1588.85	1888.97	15	1988.01	3876.98
13	1366.95	16	1624.18	2991.13	16	1341.54	4332.68
		17	1673.00	1673.00	17	1528.27	3201.27
14	2090.14	18	2012.23	4102.38	18	1836.88	5939.25
15	1285.11	19	1547.01	2832.12	19	1466.12	4298.24
16	632.46	20	837.99	1470.45	20	864.63	2335.08
17	300.12	21	1121.75	1421.87	21	1168.13	2589.99
	300.12	22	1121.75	1421.87	22	1168.13	2589.99
	300.12	23	922.62	1222.74	23	864.63	2087.37
	300.12	24	1486.37	1786.49	24	1445.71	3232.20
	300.12	25	1365.47	1665.59	25	1147.09	2812.68

## II. Revisión por Cargas Verticales

Tabla 5.31 Revisión por cargas verticales de los muros de planta baja

MURO	CÁLCULO DE $P_u$					CÁLCULO DE PR										
	CARGA	Long. Muro	CARGA	FC	$P_u$	$F_R$	$F_E$		$f_m^*$			$A_T$			$P_{Rm}$	$P_{Rm} > P_u$
							H/t	$F_E$	(kg/cm <sup>2</sup> )			Esp. Muro	Long. Muro	Área		
	(kg/m)	(m)	(kg)	(kg/m)					inc	total	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)		
1	4368.73	3.9	17038.04	1.4	23853.26	0.6	19	0.6	32	7	39	12	390	4680.0	65707.20	PASA
2	4525.92	2.0	9051.83	1.4	12672.57	0.6	19	0.6	32	7	39	12	200	2400.0	33696.00	PASA
3	3605.06	3.9	14059.73	1.4	19683.62	0.6	19	0.6	32	7	39	12	390	4680.0	65707.20	PASA
4	5212.19	1.0	5212.19	1.4	7297.06	0.6	19	0.7	32	7	39	12	100	1200.0	19656.00	PASA
5	2855.33	1.2	3426.39	1.4	4796.95	0.6	19	0.7	32	7	39	12	120	1440.0	23587.20	PASA
6	2306.86	1.8	4152.34	1.4	5813.28	0.6	19	0.7	32	7	39	12	180	2160.0	35380.80	PASA
7	3991.15	2.4	9578.76	1.4	13410.27	0.6	19	0.7	32	7	39	12	240	2880.0	47174.40	PASA
8	6464.93	1.6	10343.88	1.4	14481.44	0.6	19	0.7	32	7	39	12	160	1920.0	31449.60	PASA
9	3533.73	1.2	4240.47	1.4	5936.66	0.6	19	0.7	32	7	39	12	120	1440.0	23587.20	PASA
10	4047.21	0.7	2833.04	1.4	3966.26	0.6	19	0.7	32	7	39	12	70	840.0	13759.20	PASA
11	4080.79	1.6	6529.26	1.4	9140.97	0.6	19	0.6	32	7	39	12	160	1920.0	26956.80	PASA
12	1169.82	2.0	2339.64	1.4	3275.50	0.6	19	0.6	32	7	39	12	200	2400.0	33696.00	PASA
13	1930.16	3.9	7527.63	1.4	10538.68	0.6	19	0.6	32	7	39	12	390	4680.0	65707.20	PASA
14	3121.28	0.5	1560.64	1.4	2184.90	0.6	19	0.6	32	7	39	12	50	600.0	8424.00	PASA
15	3876.98	1.1	4264.68	1.4	5970.55	0.6	19	0.6	32	7	39	12	110	1320.0	18532.80	PASA
16	4332.68	1.6	6932.28	1.4	9705.19	0.6	19	0.6	32	7	39	12	160	1920.0	26956.80	PASA
17	3201.27	2.3	7362.91	1.4	10308.08	0.6	19	0.7	32	7	39	12	230	2760.0	45208.80	PASA
18	5939.25	1.1	6533.18	1.4	9146.45	0.6	19	0.7	32	7	39	12	110	1320.0	21621.60	PASA
19	4298.24	2.3	9885.95	1.4	13840.33	0.6	19	0.7	32	7	39	12	230	2760.0	45208.80	PASA
20	2335.08	1.2	2802.09	1.4	3922.93	0.6	19	0.7	32	7	39	12	120	1440.0	23587.20	PASA
21	2589.99	0.5	1295.00	1.4	1813.00	0.6	19	0.6	32	7	39	12	50	600.0	8424.00	PASA
22	2589.99	0.7	1813.00	1.4	2538.19	0.6	19	0.6	32	7	39	12	70	840.0	11793.60	PASA
23	2087.37	1.2	2504.84	1.4	3506.78	0.6	19	0.6	32	7	39	12	120	1440.0	20217.60	PASA
24	3232.20	0.5	1616.10	1.4	2262.54	0.6	19	0.6	32	7	39	12	50	600.0	8424.00	PASA
25	2812.68	1.1	3093.95	1.4	4331.53	0.6	19	0.6	32	7	39	12	110	1320.0	18532.80	PASA

### 5.3.2 REVISIÓN DE MUROS SUJETOS A CARGAS HORIZONTALES (Sismo)

La bajada de cargas para la revisión de muros ante cargas horizontales (sismo), se realizó de la misma manera que en el caso de cargas verticales. La única diferencia es que la carga viva utilizada para este caso será la carga viva instantánea de acuerdo a la *sección 3.1.3.2*.

El peso propio o muerto de los elementos estructurales (muros, losas y traveses) es igual que en el caso de cargas verticales para cada sistema, únicamente cambiará la contribución de carga viva.

El peso de las losas con la carga viva instantánea se muestra en las *tablas 5.32 a 5.38*.

En las *secciones 6.3.2.1, 6.3.2.2 y 6.3.2.3* se presentarán únicamente las tablas que se refieren al peso de muros, losas y traveses por planta, necesarios para el análisis de este apartado. La bajada de cargas y el análisis completo puede verificarse en el CD anexo a la tesis.

El método de análisis utilizado para esta casa habitación es el “*método simplificado de análisis*”, pues las características de esta edificación permiten su utilización (*sección 3.3.3.2*).

La revisión se realizó para los muros de planta baja por tener la mayor sollicitación de resistencia a cortante, si la resistencia a cortante de estos muros es mayor que la solicitada (cortante último), los muros de los pisos subsecuentes también lo serán, considerando que la distribución de los muros de las siguientes plantas son iguales.

#### 5.3.2.1 Sistema Tradicional (Mampostería Confinada Utilizando Tabique Rojo Recocido)

##### I. Bajada de Cargas

Tabla 5.32 Determinación del peso de losa de azotea

AZOTEA LOSA PLANA			
MATERIAL	ESPELOR (m)	PESO VOL (kg/m <sup>3</sup> )	W (kg/m <sup>2</sup> )
Enladrillado	0.02	1500	30.0
Mortero	0.015	2100	31.5
Impermeabilizante	-	-	-
Mortero	0.03	2100	63.0
Relleno	0.12	1200	144.0
Losa de concreto	0.1	2400	240.0
Yeso	0.015	1500	22.5
Carga muerta adicional	Por concreto		20.0
	Por mortero		20.0
Carga Muerta	W =		571.0
Carga Viva	(art. 199 RCDF) W =		70
<b>CARGA TOTAL</b>			<b>641.0</b>

**Tabla 5.35 Determinación de la carga producida por losa sobre el perímetro de los tableros de azotea**

<b>CARGA SOBRE PERÍMETRO DE TABLEROS (AZOTEA)</b>						
<b>TABLERO</b>	<b>a1</b>	<b>a2</b>	<b>m</b>	<b>W</b>	<b>W1</b>	<b>W2</b>
	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>		<b>(kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg/m)</b>	<b>(kg/m)</b>
<b>I</b>	2.00	2.40	0.83	641.00	320.50	373.92
<b>II</b>	1.20	2.10	0.57	641.00	192.30	274.71
<b>III</b>	2.30	3.60	0.64	641.00	368.58	501.67
<b>IV</b>	0.30	2.10	0.14	641.00	192.30	
<b>V</b>	0.30	3.90	0.08	641.00	192.30	
<b>VI</b>	0.30	4.30	0.07	641.00	192.30	
<b>VII</b>	0.60	3.30	0.18	641.00	384.60	
<b>VIII</b>	1	1.9	0.5263	641.00	641.00	

**Tabla 5.33 Determinación del peso de losa de entrepiso**

<b>LOSA DE ENTREPISO</b>			
<b>MATERIAL</b>	<b>ESPELOR</b>	<b>PESO VOL</b>	<b>W</b>
	<b>(m)</b>	<b>(kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>(kg/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Piso</b>	0.03	-	16.0
<b>Mortero</b>	0.01	2100	21.0
<b>Sist.vigueta y bovedilla</b>			200.0
<b>Yeso</b>	0.015	1500	22.5
<b>Carga muerta adicional</b>	Por concreto		0.0
	Por mortero		20.0
<b>Carga Muerta</b>		W =	279.5
<b>Carga Viva</b>	(art. 199 RCDF)	W =	90
<b>CARGA TOTAL</b>			<b>369.5</b>

**Tabla 5.36 Determinación de la carga producida por losa sobre el perímetro de los tableros de planta alta**

<b>CARGA SOBRE PERÍMETRO DE TABLEROS (PLANTA ALTA)</b>						
<b>TABLERO</b>	<b>a1</b>	<b>a2</b>	<b>m</b>	<b>W</b>	<b>W1</b>	<b>W2</b>
	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>		<b>(kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>(kg/m)</b>	<b>(kg/m)</b>
<b>I</b>	3.90	4.40	0.89	641.00	624.98	695.99
<b>II</b>	2.00	4.40	0.45	641.00	320.50	495.32
<b>III</b>	3.30	3.70	0.89	641.00	528.83	586.00
<b>IV</b>	1.00	1.20	0.83	641.00	160.25	186.96
<b>V</b>	1.20	1.60	0.75	641.00	192.30	240.38
<b>VI</b>	2.40	3.50	0.69	641.00	384.60	505.47
<b>VII</b>	1.20	1.50	0.80	641.00	192.30	230.76
<b>VIII</b>	1.50	2.30	0.65	641.00	240.38	323.98
<b>IX</b>	1.20	2.00	0.60	641.00	192.30	269.22
<b>X</b>	3.50	3.70	0.95	641.00	560.88	591.19
<b>XI</b>	2.00	2.30	0.87	641.00	320.50	362.30
<b>XII</b>	0.30	3.50	0.09	641.00	192.30	
<b>XIII</b>	0.40	2.70	0.15	641.00	256.40	

**Tabla 5.34 Determinación del peso de la escalera**

<b>ESCALERA</b>			
<b>MATERIAL</b>	<b>ESPELOR</b>	<b>PESO VOL</b>	<b>W</b>
	<b>(m)</b>	<b>(kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>(kg/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Losa de concreto</b>	0.1	2400	240.0
<b>Plafón de yeso</b>	0.02	1500	30.0
<b>Escalones</b>	0.09	1500	135.0
<b>Carga muerta adicional</b>		W =	40.0
<b>Carga Viva</b>	(art. 199 RCDF)	W =	90
<b>CARGA TOTAL</b>			<b>535.0</b>

**Tabla 5.37 Determinación de la carga producida por losa sobre el perímetro de los tableros de planta baja**

<b>CARGA SOBRE PERÍMETRO DE TABLEROS (PLANTA BAJA)</b>						
TABLERO	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	m	W	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>
	(m)	(m)		(kg/m <sup>2</sup> )	(kg/m)	(kg/m)
I	3.90	4.40	0.89	369.50	360.26	401.20
II	2.00	4.40	0.45	369.50	184.75	285.52
III	3.30	3.70	0.89	369.50	304.84	337.79
IV	1.00	1.20	0.83	369.50	92.38	107.77
V	1.20	1.60	0.75	369.50	110.85	138.56
VI	2.40	3.50	0.69	369.50	221.70	291.38
VII	1.20	1.50	0.80	369.50	110.85	133.02
VIII	1.50	2.30	0.65	369.50	138.56	186.76
IX	1.20	2.00	0.60	369.50	110.85	155.19
X	3.50	3.70	0.95	369.50	323.31	340.79
XI	0.30	3.50	0.09	369.50	110.85	
XII	0.40	2.70	0.15	369.50	147.80	

**Tabla 5.39 Peso del entrepiso (azotea) para análisis sísmico**

<b>PARA ANALISIS POR SISMO</b>		
Peso de muros =	8594.31	kg
Peso por losa y traves =	17207.34	kg
<b>TOTAL</b>	<b>25801.65</b>	<b>kg</b>

**Tabla 5.40 Peso del entrepiso (planta alta) para análisis sísmico**

<b>PARA ANALISIS POR SISMO</b>		
Peso de muros =	18747.35	kg
Peso por losa y traves =	48637.95	kg
<b>TOTAL =</b>	<b>67385.30</b>	<b>kg</b>

**Tabla 5.38 Determinación de la carga producida por escalera sobre el perímetro de los tableros correspondientes**

<b>ESCALERA</b>						
ESCALERA	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	m	W	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>
	(m)	(m)		(kg/m <sup>2</sup> )	(kg/m)	(kg/m)
ESC	2.00	2.30	0.87	535.00	267.50	302.39

**Tabla 5.41 Peso del entrepiso (planta baja) para análisis sísmico**

<b>PARA ANALISIS POR SISMO</b>		
Peso de muros =	20306.08	kg
Peso por losa y traves =	49314.37	kg
<b>TOTAL =</b>	<b>69620.45</b>	<b>kg</b>



**Tabla 5.45 Determinación del cortante resistente en el sentido horizontal**

REVISIÓN ENTREPISO 1			SENTIDO HORIZONTAL						
MURO	Longitud	h	h/L	P	F <sub>AE</sub>	v*	A <sub>T</sub>	F <sub>R</sub>	V <sub>Rm</sub>
	(cm)	(cm)		(kg/cm <sup>2</sup> )		(kg/cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )		(kg)
M <sub>14</sub>	50	230	4.60	3.43	0.08	0.33	575.00	0.70	481.21
M <sub>15</sub>	110	230	2.09	3.43	0.40	1.62	1265.00	0.70	1627.18
M <sub>16</sub>	160	230	1.44	3.43	0.86	3.42	1840.00	0.70	3529.66
M <sub>17</sub>	230	230	1.00	3.43	1.00	4.00	2645.00	0.70	5607.02
M <sub>18</sub>	110	230	2.09	3.43	0.40	1.62	1265.00	0.70	1627.18
M <sub>19</sub>	230	230	1.00	3.43	1.00	4.00	2645.00	0.70	5607.02
M <sub>20</sub>	120	230	1.92	3.43	0.48	1.93	1380.00	0.70	1923.69
M <sub>21</sub>	50	230	4.60	3.43	0.08	0.33	575.00	0.70	481.21
M <sub>22</sub>	70	230	3.29	3.43	0.16	0.66	805.00	0.70	764.14
M <sub>23</sub>	120	230	1.92	3.43	0.48	1.93	1380.00	0.70	1923.69
M <sub>24</sub>	50	230	4.60	3.43	0.08	0.33	575.00	0.70	481.21
M <sub>25</sub>	110	230	2.09	3.43	0.40	1.62	1265.00	0.70	1627.18
Σ									<b>25680.38</b>

### 5.3.2.2 Sistema Tabimax

Los valores de carga de losa y traveses son las mismas que para el sistema tradicional (*secc. 5.3.2.1*), únicamente varía el peso de los muros, el cual es igual que para el análisis vertical. La bajada de cargas y el análisis completo puede verificarse en el CD anexo.

#### I. Bajada de Cargas

Tabla 5.46 Peso del entrepiso (azotea) para análisis sísmico

PARA ANALISIS POR SISMO		
Peso de muros =	4777.23	kg
Peso por losa y traveses =	17207.34	kg
<b>TOTAL =</b>	<b>21984.57</b>	<b>kg</b>

Tabla 5.47 Peso del entrepiso (planta alta) para análisis sísmico

PARA ANALISIS POR SISMO		
Peso de muros =	10251.78	kg
Peso por losa y traveses =	47942.53	kg
<b>TOTAL =</b>	<b>58194.31</b>	<b>kg</b>

Tabla 5.48 Peso del entrepiso (planta baja) para análisis sísmico

PARA ANALISIS POR SISMO		
Peso de muros =	10949.10	kg
Peso por losa y traveses =	45820.28	kg
<b>TOTAL =</b>	<b>56769.38</b>	<b>kg</b>

### II. Revisión de Muros Sujetos a Carga Horizontal

Tabla 5.49 Datos generales

METODO SIMPLIFICADO		
TIPO DE CONSTRUCCIÓN:	B	
ZONA SÍSMICA:	III	
V* =	4.5	kg/cm <sup>2</sup>
c =	0.19	
Esp. muro =	10	cm
L de muros =	4130	cm
FC =	1.1	
V <sub>o</sub> =	26.02	T
V <sub>u</sub> =	28.62	T

Tabla 5.50 Determinación del cortante actuante por entrepiso

ENTREPISO	W <sub>i</sub> (T)	H <sub>i</sub> (m)	W <sub>i</sub> H <sub>i</sub> (T-m)	F <sub>i</sub> (T)	V <sub>i</sub> (T)
3	21.98	6.90	151.69	7.18	7.18
2	58.19	4.60	267.69	12.67	19.84
1	56.77	2.30	130.57	6.18	26.02
Σ	<b>136.95</b>		<b>549.96</b>		



### 6.3.2.3 Sistema Novamuro

Los valores de carga de losa y traveses son las mismas que para el sistema tradicional (*secc. 5.3.2.1*), únicamente varía el peso de los muros, el cual es igual que para el análisis vertical. La bajada de cargas y el análisis completo puede verificarse en el CD anexo.

#### I. Bajada de Cargas

Tabla 5.53 Peso del entrepiso (azotea) para análisis sísmico

PARA ANALISIS POR SISMO		
Peso de muros	4125.03	kg
Peso por losa y traveses.	17207.33	kg
<b>TOTAL</b>	<b>21332.36</b>	<b>kg</b>

Tabla 5.54 Peso del entrepiso (planta alta) para análisis sísmico.

PARA ANALISIS POR SISMO		
Peso de muros	9311.48	kg
Peso por losa y traveses.	47825.95	kg
<b>TOTAL</b>	<b>57137.43</b>	<b>kg</b>

Tabla 5.55 Peso del entrepiso (planta baja) para análisis sísmico.

PARA ANALISIS POR SISMO		
Peso de muros	10372.91	kg
Peso por losa y traveses.	45822.38	kg
<b>TOTAL</b>	<b>56195.28</b>	<b>kg</b>

#### II. Revisión de Muros Sujetos a Carga Horizontal

Tabla 5.56 Datos generales

METODO SIMPLIFICADO		
TIPO DE CONSTRUCCIÓN:	B	
ZONA SÍSMICA:	III	
V* =	4.5	kg/cm <sup>2</sup>
c =	0.19	
Esp. muro =	12	cm
L de muros =	4130	cm
FC =	1.1	
V <sub>o</sub> =	25.59	T
V <sub>u</sub> =	28.15	T

Tabla 5.57 Determinación del cortante actuante en cada entrepiso.

ENTREPISO	W <sub>i</sub> (T)	H <sub>i</sub> (m)	W <sub>i</sub> H <sub>i</sub> (T·m)	F <sub>i</sub> (T)	V <sub>i</sub> (T)
3	21.33	6.90	147.19	6.98	6.98
2	57.14	4.60	262.83	12.47	19.45
1	56.20	2.30	129.25	6.13	25.59
Σ	<b>134.67</b>		<b>539.27</b>		



## **5.4 PROYECTO CONJUNTO HABITACIONAL (5 Niveles)**

### ***6.4.1 REVISIÓN DE MUROS ANTE CARGAS VERTICALES***

Este proyecto consiste en dos edificios de departamentos, cada uno con cinco niveles. Están comunicados por un sistema de escaleras común.

Para fines prácticos, los tres cuerpos se han considerado independientes (los 2 edificios y las escaleras); es decir, el comportamiento estructural se considera independiente para cada estructura. La revisión únicamente se ha realizado en un edificio, pues al ser completamente simétricos no es necesario analizar ambos. La estructura de la escalera no se ha considerado para análisis, pues se considera como una estructura de marcos rígidos.

Al igual que en el proyecto de la casa habitación, únicamente se revisaron los muros de la planta baja del edificio por ser los que mayor carga soportan. Si los muros de esta planta soportan la carga a que son sometidos, lógicamente los muros de los pisos subsecuentes lo harán también.

La revisión de los muros se realizó tomando en cuenta las especificaciones para cada caso; es decir, para mampostería confinada o reforzada interiormente y de acuerdo al tipo de piezas (macizas o huecas).

Para la bajada de cargas, se ha procedido de igual modo que para el proyecto anterior. Los pesos para cada sistema constructivo son iguales que para la casa habitación, únicamente existe la variante de que en este proyecto existe una losa de azotea con pendiente mayor a 5%, lo que modifica su peso propio y su carga viva.

De acuerdo a lo establecido en el párrafo anterior, únicamente se mostrarán las tablas que indican el peso de la losa de azotea con pendiente mayor a 5% y las tablas finales que indican las cargas acumuladas en las plantas y la revisión de los muros ante carga vertical.

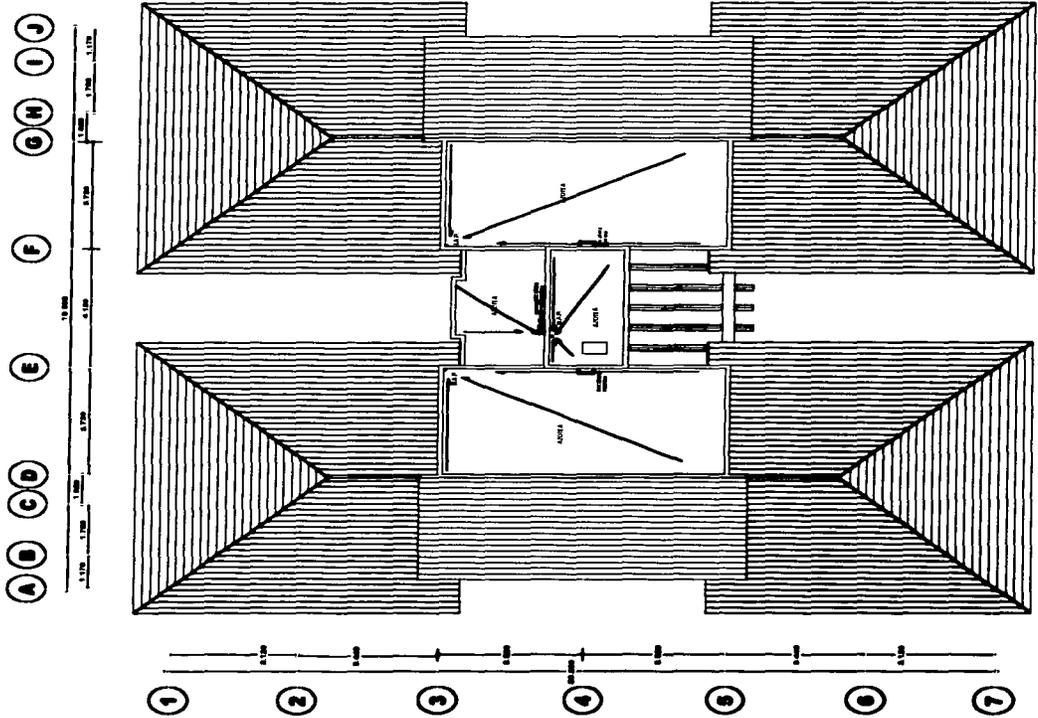
Para saber el peso propio de muros, de las losas de entrepiso y de azotea con pendiente menor a 5%, ver el proyecto de la casa habitación.

El cálculo completo de la bajada de cargas puede verificarse en el CD anexo.

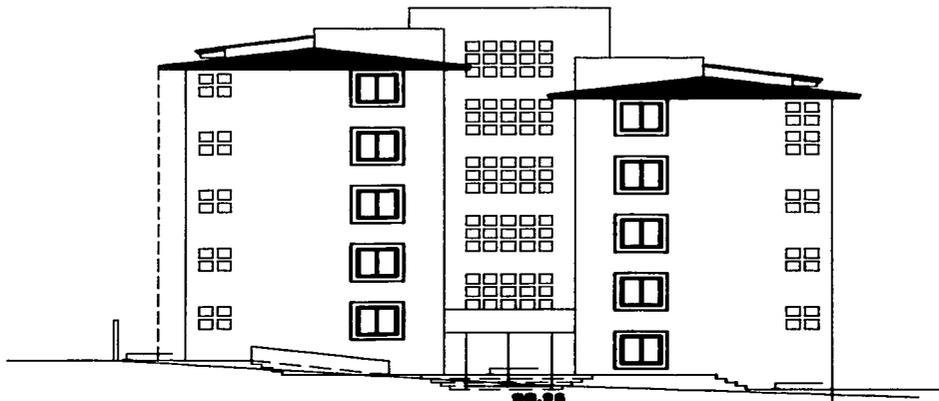
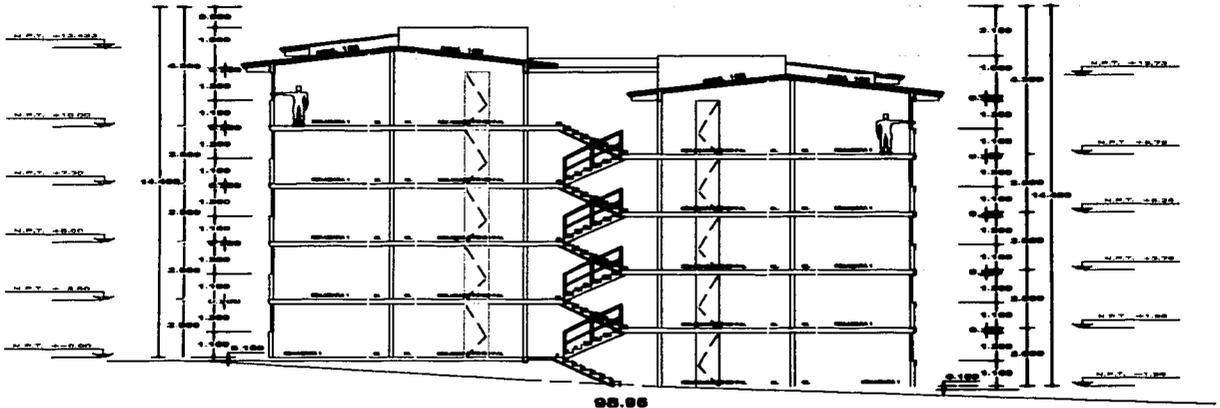




TRISIS, CON  
FALLA DE CARGEN



PLANTA DE TECHOS

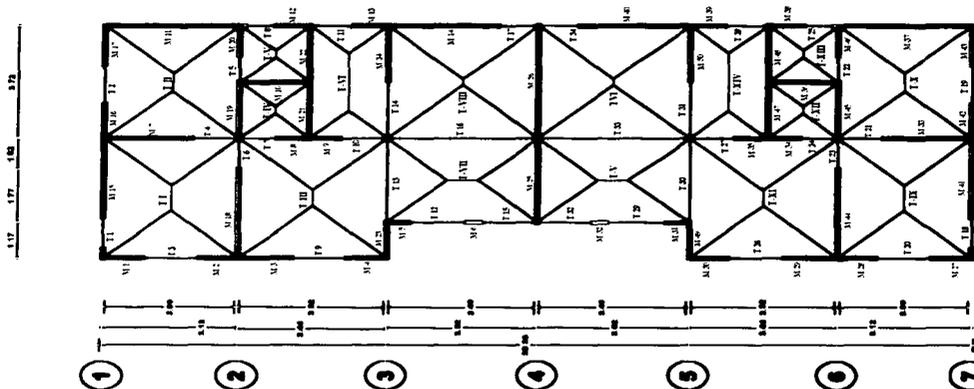


TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

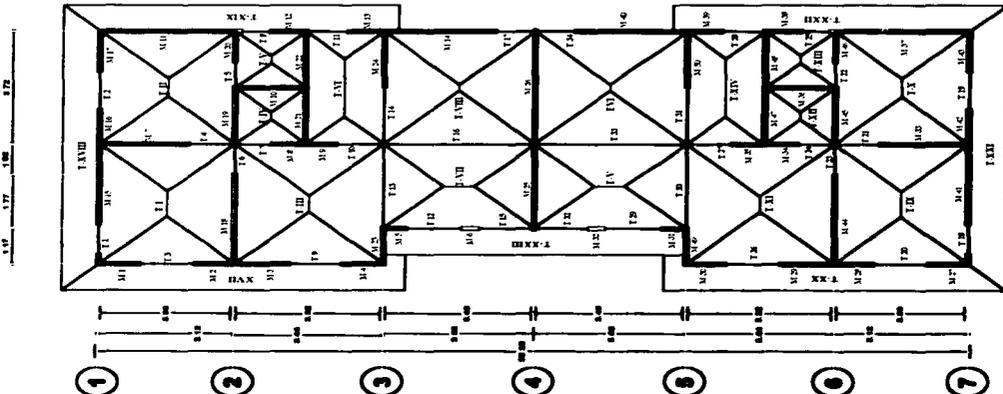


TESIS CON  
FALLA DE CALIDAD

(A) (B) (C) (D) (E)

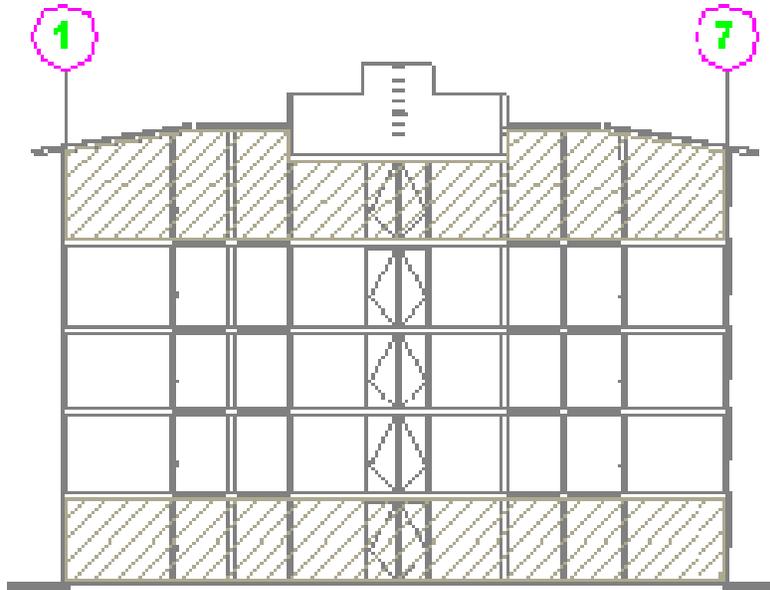


(A) (B) (C) (D) (E)



PLANTA TIPO  
NIVELES 1 A 4

PLANTA TIPO  
NIVEL 5



### 5.4.1.1 Sistema Tradicional (Mampostería Confinada Utilizando Tabique Rojo Recocido)

#### I. Bajada de cargas

Tabla 5.60 Determinación del peso de losa de azotea

AZOTEA LOSA CON PENDIENTE de 16%			
MATERIAL	ESPEJOR (m)	PESO VOL (kg/m <sup>3</sup> )	W (kg/m <sup>2</sup> )
Teja	0.03	1500	45.0
Mortero	0.01	2100	21.0
Losa de concreto	0.1	2431.2	243.1
Yeso	0.015	1500	22.5
Carga muerta adicional	Por concreto		20.0
	Por mortero		20.0
Carga Muerta			W = 371.6
Carga Viva	(art. 199 RCDF)		W = 40
<b>CARGA TOTAL</b>			<b>411.6</b>

Tabla 5.61 Acumulación de cargas sobre muros

NIVEL 5		NIVEL 4			NIVEL 3			NIVEL 2			NIVEL 1		
MURO	CARGA	MURO	CARGA	CARGA ACUMULADA									
	(kg/m)												
1 ó 27	1862.81	1 ó 27	1459.38	3322.18	1 ó 27	1459.38	4781.56	1 ó 27	1459.38	6240.94	1 ó 27	1459.38	7700.32
2 ó 28	1603.16	2 ó 28	1227.19	2830.35	2 ó 28	1227.19	4057.54	2 ó 28	1227.19	5284.72	2 ó 28	1227.19	6511.91
3 ó 29	1644.32	3 ó 29	1272.14	2916.46	3 ó 29	1272.14	4188.60	3 ó 29	1272.14	5460.74	3 ó 29	1272.14	6732.87
4 ó 30	1644.32	4 ó 30	1272.14	2916.46	4 ó 30	1272.14	4188.60	4 ó 30	1272.14	5460.74	4 ó 30	1272.14	6732.87
5 ó 31	2415.34	5 ó 31	1484.15	3899.49	5 ó 31	1484.15	5383.64	5 ó 31	1484.15	6867.79	5 ó 31	1484.15	8351.94
6 ó 32	2399.68	6 ó 32	1409.16	3808.84	6 ó 32	1409.16	5218.00	6 ó 32	1409.16	6627.16	6 ó 32	1409.16	8036.32
7 ó 33	1448.73	7 ó 33	1519.38	2968.11	7 ó 33	1519.38	4487.49	7 ó 33	1519.38	6006.88	7 ó 33	1519.38	7526.26
8 ó 34	1362.43	8 ó 34	1418.89	2781.31	8 ó 34	1418.89	4200.20	8 ó 34	1418.89	5619.09	8 ó 34	1418.89	7037.97
9 ó 35	1422.74	9 ó 35	1483.92	2906.66	9 ó 35	1483.92	4390.59	9 ó 35	1483.92	5874.51	9 ó 35	1483.92	7358.43
10 ó 36	1188.95	10 ó 36	1224.38	2413.33	10 ó 36	1224.38	3637.71	10 ó 36	1224.38	4862.10	10 ó 36	1224.38	6086.48
11 ó 37	1477.40	11 ó 37	1159.78	2637.18	11 ó 37	1159.78	3796.96	11 ó 37	1159.78	4956.75	11 ó 37	1159.78	6116.53
12 ó 38	1474.91	12 ó 38	1166.74	2641.65	12 ó 38	1166.74	3808.39	12 ó 38	1166.74	4975.13	12 ó 38	1166.74	6141.87
13 ó 39	1487.55	13 ó 39	1178.26	2665.81	13 ó 39	1178.26	3844.08	13 ó 39	1178.26	5022.34	13 ó 39	1178.26	6200.60
14 ó 40	1424.93	14 ó 40	1191.87	2616.80	14 ó 40	1191.87	3808.67	14 ó 40	1191.87	5000.53	14 ó 40	1191.87	6192.40
15 ó 41	1682.09	15 ó 41	1316.59	2998.68	15 ó 41	1316.59	4315.27	15 ó 41	1316.59	5631.86	15 ó 41	1316.59	6948.44
16 ó 42	1700.80	16 ó 42	1336.60	3037.40	16 ó 42	1336.60	4374.00	16 ó 42	1336.60	5710.59	16 ó 42	1336.60	7047.19
17 ó 43	1667.68	17 ó 43	1303.48	2971.16	17 ó 43	1303.48	4274.64	17 ó 43	1303.48	5578.11	17 ó 43	1303.48	6881.59
18 ó 44	1610.88	18 ó 44	1696.24	3307.11	18 ó 44	1696.24	5003.35	18 ó 44	1696.24	6699.59	18 ó 44	1696.24	8395.82
19 ó 45	1857.58	19 ó 45	2411.17	4268.76	19 ó 45	2411.17	6679.93	19 ó 45	2411.17	9091.10	19 ó 45	2411.17	11502.27
20 ó 46	1470.64	20 ó 46	1542.82	3013.45	20 ó 46	1542.82	4556.27	20 ó 46	1542.82	6099.09	20 ó 46	1542.82	7641.91
21 ó 47	1259.05	21 ó 47	1302.41	2561.46	21 ó 47	1302.41	3863.87	21 ó 47	1302.41	5166.28	21 ó 47	1302.41	6468.69
22 ó 48	1376.78	22 ó 48	1454.38	2831.16	22 ó 48	1454.38	4285.54	22 ó 48	1454.38	5739.93	22 ó 48	1454.38	7194.31
23 ó 49	1490.27	23 ó 49	1481.70	2971.96	23 ó 49	1481.70	4453.66	23 ó 49	1481.70	5935.36	23 ó 49	1481.70	7417.06
24 ó 50	2058.42	24 ó 50	1806.92	3865.34	24 ó 50	1806.92	5672.26	24 ó 50	1806.92	7479.19	24 ó 50	1806.92	9286.11
25	2296.62	25	1704.78	4001.40	25	1704.78	5706.18	25	1704.78	7410.96	25	1704.78	9115.74
26	2191.69	26	1704.62	3896.32	26	1704.62	5600.94	26	1704.62	7305.56	26	1704.62	9010.18

## II. Revisión Por Cargas Verticales

Tabla 5.62 Revisión por cargas verticales de los muros de planta baja

MURO	CÁLCULO DE Pu					CÁLCULO DE PR										PRm	PRm>Pu
	CARGA	Long.	CARGA	FC	Pu	FR	FE		f*m			AT			PRm		
		Muro					H/t	FE	f*m	inc	total	Esp. Muro	Long. Muro	Área			
	(kg/m)	(m)	(kg)	(kg/m)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)								
1 ó 27	7700.32	1.02	7854.32	1.4	10996.05	0.6	20	0.60	16	4	20	11.5	102	1173	8445.60	NO PASA	
2 ó 28	6511.91	0.96	6251.43	1.4	8752.01	0.6	20	0.60	16	4	20	11.5	96	1104	7948.80	NO PASA	
3 ó 29	6732.87	1.28	8618.08	1.4	12065.31	0.6	20	0.60	16	4	20	11.5	128	1472	10598.40	NO PASA	
4 ó 30	6732.87	1.02	6867.53	1.4	9614.54	0.6	20	0.60	16	4	20	11.5	102	1173	8445.60	NO PASA	
5 ó 31	8351.94	0.70	5846.36	1.4	8184.90	0.6	20	0.60	16	4	20	11.5	70	805	5796.00	NO PASA	
6 ó 32	8036.32	0.65	5223.61	1.4	7313.05	0.6	20	0.60	16	4	20	11.5	65	747.5	5382.00	NO PASA	
7 ó 33	7526.26	2.25	16934.08	1.4	23707.71	0.6	20	0.70	16	4	20	11.5	225	2587.5	21735.00	NO PASA	
8 ó 34	7037.97	0.80	5630.38	1.4	7882.53	0.6	20	0.70	16	4	20	11.5	80	920	7728.00	NO PASA	
9 ó 35	7358.43	0.76	5592.41	1.4	7829.37	0.6	20	0.70	16	4	20	11.5	76	874	7341.60	NO PASA	
10 ó 36	6086.48	1.68	10225.29	1.4	14315.40	0.6	20	0.70	16	4	20	11.5	168	1932	16228.80	NO PASA	
11 ó 37	6116.53	3.35	20490.36	1.4	28686.51	0.6	20	0.60	16	4	20	11.5	335	3852.5	27738.00	NO PASA	
12 ó 38	6141.87	0.82	5036.33	1.4	7050.86	0.6	20	0.60	16	4	20	11.5	82	943	6789.60	NO PASA	
13 ó 39	6200.60	0.76	4712.45	1.4	6597.44	0.6	20	0.60	16	4	20	11.5	76	874	6292.80	NO PASA	
14 ó 40	6192.40	2.60	16100.25	1.4	22540.35	0.6	20	0.60	16	4	20	11.5	260	2990	21528.00	NO PASA	
15 ó 41	6948.44	2.35	16328.84	1.4	22860.38	0.6	20	0.60	16	4	20	11.5	235	2702.5	19458.00	NO PASA	
16 ó 42	7047.19	1.67	11768.81	1.4	16476.33	0.6	20	0.60	16	4	20	11.5	167	1920.5	13827.60	NO PASA	
17 ó 43	6881.59	1.40	9634.23	1.4	13487.92	0.6	20	0.60	16	4	20	11.5	140	1610	11592.00	NO PASA	
18 ó 44	8395.82	3.00	25187.47	1.4	35262.46	0.6	20	0.70	16	4	20	11.5	300	3450	28980.00	NO PASA	
19 ó 45	11502.27	1.86	21394.23	1.4	29951.92	0.6	20	0.70	16	4	20	11.5	186	2139	17967.60	NO PASA	
20 ó 46	7641.91	1.00	7641.91	1.4	10698.67	0.6	20	0.70	16	4	20	11.5	100	1150	9660.00	NO PASA	
21 ó 47	6468.69	1.86	12031.77	1.4	16844.48	0.6	20	0.70	16	4	20	11.5	186	2139	17967.60	NO PASA	
22 ó 48	7194.31	1.86	13381.41	1.4	18733.97	0.6	20	0.70	16	4	20	11.5	186	2139	17967.60	NO PASA	
23 ó 49	7417.06	1.23	9122.99	1.4	12772.18	0.6	20	0.60	16	4	20	11.5	123	1414.5	10184.40	NO PASA	
24 ó 50	9286.11	1.87	17365.02	1.4	24311.03	0.6	20	0.70	16	4	20	11.5	187	2150.5	18064.20	NO PASA	
25	9115.74	2.80	25524.08	1.4	35733.72	0.6	20	0.70	16	4	20	11.5	280	3220	27048.00	NO PASA	
26	9010.18	3.70	33337.68	1.4	46672.76	0.6	20	0.70	16	4	20	11.5	370	4255	35742.00	NO PASA	

## 5.4.1.2 Sistema Tabimax

### I. Bajada de cargas

Tabla 5.63 Acumulación de cargas sobre muros

NIVEL 5		NIVEL 4			NIVEL 3			NIVEL 2			NIVEL 1		
MURO	CARGA	MURO	CARGA	CARGA ACUMULADA									
	(kg/m)		(kg/m)	(kg/m)		(kg/m)	(kg/m)		(kg/m)	(kg/m)		(kg/m)	(kg/m)
1 ó 27	1633.96	1 ó 27	1172.23	2806.19	1 ó 27	1172.23	3978.42	1 ó 27	1172.23	5150.66	1 ó 27	1172.23	6322.89
2 ó 28	1374.31	2 ó 28	970.98	2345.29	2 ó 28	970.98	3316.26	2 ó 28	970.98	4287.24	2 ó 28	970.98	5258.21
3 ó 29	1415.47	3 ó 29	1015.93	2431.40	3 ó 29	1015.93	3447.32	3 ó 29	1015.93	4463.25	3 ó 29	1015.93	5479.17
4 ó 30	1415.47	4 ó 30	1015.93	2431.40	4 ó 30	1015.93	3447.32	4 ó 30	1015.93	4463.25	4 ó 30	1015.93	5479.17
5 ó 31	2186.49	5 ó 31	1225.56	3412.05	5 ó 31	1225.56	4637.60	5 ó 31	1225.56	5863.16	5 ó 31	1225.56	7088.72
6 ó 32	2170.83	6 ó 32	1132.72	3303.56	6 ó 32	1132.72	4436.28	6 ó 32	1132.72	5569.00	6 ó 32	1132.72	6701.73
7 ó 33	1226.78	7 ó 33	1297.43	2524.21	7 ó 33	1297.43	3821.64	7 ó 33	1297.43	5119.08	7 ó 33	1297.43	6416.51
8 ó 34	1133.58	8 ó 34	1190.04	2323.61	8 ó 34	1190.04	3513.65	8 ó 34	1190.04	4703.69	8 ó 34	1190.04	5893.72
9 ó 35	1193.89	9 ó 35	1255.07	2448.96	9 ó 35	1255.07	3704.04	9 ó 35	1255.07	4959.11	9 ó 35	1255.07	6214.18
10 ó 36	953.20	10 ó 36	988.63	1941.83	10 ó 36	988.63	2930.46	10 ó 36	988.63	3919.10	10 ó 36	988.63	4907.73
11 ó 37	1248.55	11 ó 37	899.36	2147.91	11 ó 37	899.36	3047.27	11 ó 37	899.36	3946.62	11 ó 37	899.36	4845.98
12 ó 38	1239.16	12 ó 38	873.53	2112.68	12 ó 38	873.53	2986.21	12 ó 38	873.53	3859.73	12 ó 38	873.53	4733.26
13 ó 39	1251.80	13 ó 39	888.70	2140.50	13 ó 39	888.70	3029.20	13 ó 39	888.70	3917.90	13 ó 39	888.70	4806.60
14 ó 40	1196.08	14 ó 40	963.02	2159.10	14 ó 40	963.02	3122.12	14 ó 40	963.02	4085.13	14 ó 40	963.02	5048.15
15 ó 41	1453.24	15 ó 41	1056.81	2510.05	15 ó 41	1056.81	3566.86	15 ó 41	1056.81	4623.66	15 ó 41	1056.81	5680.47
16 ó 42	1471.95	16 ó 42	1082.53	2554.48	16 ó 42	1082.53	3637.01	16 ó 42	1082.53	4719.53	16 ó 42	1082.53	5802.06
17 ó 43	1438.83	17 ó 43	1049.41	2488.24	17 ó 43	1049.41	3537.65	17 ó 43	1049.41	4587.05	17 ó 43	1049.41	5636.46
18 ó 44	1388.93	18 ó 44	1474.29	2863.21	18 ó 44	1474.29	4337.50	18 ó 44	1474.29	5811.79	18 ó 44	1474.29	7286.07
19 ó 45	1628.73	19 ó 45	2182.32	3811.06	19 ó 45	2182.32	5993.38	19 ó 45	2182.32	8175.70	19 ó 45	2182.32	10358.02
20 ó 46	1241.79	20 ó 46	1304.54	2546.33	20 ó 46	1304.54	3850.87	20 ó 46	1304.54	5155.41	20 ó 46	1304.54	6459.96
21 ó 47	1023.30	21 ó 47	1066.66	2089.96	21 ó 47	1066.66	3156.62	21 ó 47	1066.66	4223.28	21 ó 47	1066.66	5289.94
22 ó 48	1141.03	22 ó 48	1181.28	2322.31	22 ó 48	1181.28	3503.60	22 ó 48	1181.28	4684.88	22 ó 48	1181.28	5866.17
23 ó 49	1261.42	23 ó 49	1252.85	2514.26	23 ó 49	1252.85	3767.11	23 ó 49	1252.85	5019.96	23 ó 49	1252.85	6272.81
24 ó 50	1829.57	24 ó 50	1578.07	3407.64	24 ó 50	1578.07	4985.71	24 ó 50	1578.07	6563.79	24 ó 50	1578.07	8141.86
25	2074.67	25	1423.35	3498.01	25	1423.35	4921.36	25	1423.35	6344.71	25	1423.35	7768.06
26	1969.74	26	1482.67	3452.42	26	1482.67	4935.09	26	1482.67	6417.76	26	1482.67	7900.43

## II. Revisión Por Cargas Verticales

Tabla 5.64 Revisión por cargas verticales de los muros de planta baja

MURO	CÁLCULO DE P <sub>u</sub>						CÁLCULO DE P <sub>R</sub>								P <sub>R</sub>	P <sub>R</sub> >P <sub>u</sub>
	CARGA	Long. Muro	CARGA	FC	P <sub>u</sub>	F <sub>R</sub>	F <sub>E</sub>		f* <sub>m</sub>			A <sub>T</sub>				
							H/t	F <sub>E</sub>	(kg/cm <sup>2</sup> )		Esp. Muro	Long. Muro	Área			
									f* <sub>m</sub>	inc				total		
(kg/m)	(m)	(kg)	(kg/m)							(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(kg)			
1 ó 27	6322.89	1.02	6449.35	1.4	9029.09	0.6	23	0.24	32	4	36	10	102	1020.0	5297.88	NO PASA
2 ó 28	5258.21	0.96	5047.88	1.4	7067.03	0.6	23	0.24	32	4	36	10	96	960.0	4986.24	NO PASA
3 ó 29	5479.17	1.28	7013.34	1.4	9818.68	0.6	23	0.24	32	4	36	10	128	1280.0	6648.32	NO PASA
4 ó 30	5479.17	1.02	5588.76	1.4	7824.26	0.6	23	0.24	32	4	36	10	102	1020.0	5297.88	NO PASA
5 ó 31	7088.72	0.70	4962.10	1.4	6946.94	0.6	23	0.24	32	4	36	10	70	700.0	3635.80	NO PASA
6 ó 32	6701.73	0.65	4356.12	1.4	6098.57	0.6	23	0.24	32	4	36	10	65	650.0	3376.10	NO PASA
7 ó 33	6416.51	2.25	14437.14	1.4	20212.00	0.6	23	0.36	32	4	36	10	225	2250.0	17685.36	NO PASA
8 ó 34	5893.72	0.80	4714.98	1.4	6600.97	0.6	23	0.36	32	4	36	10	80	800.0	6288.13	NO PASA
9 ó 35	6214.18	0.76	4722.78	1.4	6611.89	0.6	23	0.36	32	4	36	10	76	760.0	5973.72	NO PASA
10 ó 36	4907.73	1.68	8244.99	1.4	11542.98	0.6	23	0.36	32	4	36	10	168	1680.0	13205.07	PASA
11 ó 37	4845.98	3.35	16234.02	1.4	22727.63	0.6	23	0.24	32	4	36	10	335	3350.0	17399.90	NO PASA
12 ó 38	4733.26	0.82	3881.27	1.4	5433.78	0.6	23	0.24	32	4	36	10	82	820.0	4259.08	NO PASA
13 ó 39	4806.60	0.76	3653.01	1.4	5114.22	0.6	23	0.24	32	4	36	10	76	760.0	3947.44	NO PASA
14 ó 40	5048.15	2.60	13125.20	1.4	18375.28	0.6	23	0.24	32	4	36	10	260	2600.0	13504.40	NO PASA
15 ó 41	5680.47	2.35	13349.10	1.4	18688.74	0.6	23	0.24	32	4	36	10	235	2350.0	12205.90	NO PASA
16 ó 42	5802.06	1.67	9689.43	1.4	13565.21	0.6	23	0.24	32	4	36	10	167	1670.0	8673.98	NO PASA
17 ó 43	5636.46	1.40	7891.04	1.4	11047.45	0.6	23	0.24	32	4	36	10	140	1400.0	7271.60	NO PASA
18 ó 44	7286.07	3.00	21858.22	1.4	30601.51	0.6	23	0.36	32	4	36	10	300	3000.0	23580.48	NO PASA
19 ó 45	10358.02	1.86	19265.92	1.4	26972.29	0.6	23	0.36	32	4	36	10	186	1860.0	14619.90	NO PASA
20 ó 46	6459.96	1.00	6459.96	1.4	9043.94	0.6	23	0.36	32	4	36	10	100	1000.0	7860.16	NO PASA
21 ó 47	5289.94	1.86	9839.29	1.4	13775.01	0.6	23	0.36	32	4	36	10	186	1860.0	14619.90	PASA
22 ó 48	5866.17	1.86	10911.07	1.4	15275.50	0.6	23	0.36	32	4	36	10	186	1860.0	14619.90	NO PASA
23 ó 49	6272.81	1.23	7715.56	1.4	10801.78	0.6	23	0.24	32	4	36	10	123	1230.0	6388.62	NO PASA
24 ó 50	8141.86	1.87	15225.28	1.4	21315.39	0.6	23	0.36	32	4	36	10	187	1870.0	14698.50	NO PASA
25	7768.06	2.80	21750.57	1.4	30450.79	0.6	23	0.36	32	4	36	10	280	2800.0	22008.45	NO PASA
26	7900.43	3.70	29231.61	1.4	40924.25	0.6	23	0.36	32	4	36	10	370	3700.0	29082.59	NO PASA

TIPO DE MURO	t	H	k	b	e <sub>c</sub>	e'	F <sub>E</sub>
	(cm)	(cm)		(cm)	(cm)	(cm)	
Para muros con losas continuas	10	230	0.8	10	1.67	2.08	0.36
Para muros extremos			1				0.24

**Observación:** Hay que notar que la relación altura/espesor del muro (H/t) es mayor a 20, por lo que el factor por excentricidad tiene que calcularse de acuerdo a la sección 3.3.2.2.

### 5.4.1.3 Sistema Novamuro

#### I. Bajada de cargas

Tabla 5.65 Acumulación de cargas sobre muros

NIVEL 5		NIVEL 4			NIVEL 3			NIVEL 2			NIVEL 1		
MURO	CARGA	MURO	CARGA	CARGA ACUMULADA									
	(kg/m)		(kg/m)	(kg/m)		(kg/m)	(kg/m)		(kg/m)	(kg/m)		(kg/m)	(kg/m)
1 ó 27	1610.27	1 ó 27	1142.51	2752.78	1 ó 27	1142.51	3895.29	1 ó 27	1142.51	5037.79	1 ó 27	1142.51	6180.30
2 ó 28	1350.62	2 ó 28	944.45	2295.07	2 ó 28	944.45	3239.53	2 ó 28	944.45	4183.98	2 ó 28	944.45	5128.43
3 ó 29	1391.78	3 ó 29	989.40	2381.19	3 ó 29	989.40	3370.59	3 ó 29	989.40	4359.99	3 ó 29	989.40	5349.39
4 ó 30	1391.78	4 ó 30	989.40	2381.19	4 ó 30	989.40	3370.59	4 ó 30	989.40	4359.99	4 ó 30	989.40	5349.39
5 ó 31	2162.80	5 ó 31	1198.79	3361.59	5 ó 31	1198.79	4560.38	5 ó 31	1198.79	5759.17	5 ó 31	1198.79	6957.95
6 ó 32	2147.14	6 ó 32	1104.11	3251.25	6 ó 32	1104.11	4355.36	6 ó 32	1104.11	5459.46	6 ó 32	1104.11	6563.57
7 ó 33	1234.14	7 ó 33	1304.79	2538.93	7 ó 33	1304.79	3843.72	7 ó 33	1304.79	5148.52	7 ó 33	1304.79	6453.31
8 ó 34	1076.77	8 ó 34	1133.23	2209.99	8 ó 34	1133.23	3343.22	8 ó 34	1133.23	4476.45	8 ó 34	1133.23	5609.67
9 ó 35	1137.08	9 ó 35	1198.26	2335.34	9 ó 35	1198.26	3533.61	9 ó 35	1198.26	4731.87	9 ó 35	1198.26	5930.13
10 ó 36	832.22	10 ó 36	867.65	1699.87	10 ó 36	867.65	2567.52	10 ó 36	867.65	3435.18	10 ó 36	867.65	4302.83
11 ó 37	1224.86	11 ó 37	863.90	2088.76	11 ó 37	863.90	2952.66	11 ó 37	863.90	3816.56	11 ó 37	863.90	4680.46
12 ó 38	1151.30	12 ó 38	764.25	1915.55	12 ó 38	764.25	2679.79	12 ó 38	764.25	3444.04	12 ó 38	764.25	4208.29
13 ó 39	1163.94	13 ó 39	780.78	1944.73	13 ó 39	780.78	2725.51	13 ó 39	780.78	3506.29	13 ó 39	780.78	4287.08
14 ó 40	1172.39	14 ó 40	939.33	2111.72	14 ó 40	939.33	3051.05	14 ó 40	939.33	3990.37	14 ó 40	939.33	4929.70
15 ó 41	1429.55	15 ó 41	1029.91	2459.47	15 ó 41	1029.91	3489.38	15 ó 41	1029.91	4519.30	15 ó 41	1029.91	5549.21
16 ó 42	1415.14	16 ó 42	1023.10	2438.25	16 ó 42	1023.10	3461.35	16 ó 42	1023.10	4484.46	16 ó 42	1023.10	5507.56
17 ó 43	1415.14	17 ó 43	1023.10	2438.25	17 ó 43	1023.10	3461.35	17 ó 43	1023.10	4484.46	17 ó 43	1023.10	5507.56
18 ó 44	1396.29	18 ó 44	1481.65	2877.93	18 ó 44	1481.65	4359.58	18 ó 44	1481.65	5841.23	18 ó 44	1481.65	7322.87
19 ó 45	1571.92	19 ó 45	2125.51	3697.44	19 ó 45	2125.51	5822.95	19 ó 45	2125.51	7948.46	19 ó 45	2125.51	10073.97
20 ó 46	1184.98	20 ó 46	1244.22	2429.20	20 ó 46	1244.22	3673.42	20 ó 46	1244.22	4917.64	20 ó 46	1244.22	6161.86
21 ó 47	902.32	21 ó 47	945.68	1848.00	21 ó 47	945.68	2793.68	21 ó 47	945.68	3739.36	21 ó 47	945.68	4685.04
22 ó 48	1020.05	22 ó 48	1046.39	2066.44	22 ó 48	1046.39	3112.82	22 ó 48	1046.39	4159.21	22 ó 48	1046.39	5205.59
23 ó 49	1237.73	23 ó 49	1229.16	2466.88	23 ó 49	1229.16	3696.04	23 ó 49	1229.16	4925.20	23 ó 49	1229.16	6154.36
24 ó 50	1772.76	24 ó 50	1521.26	3294.02	24 ó 50	1521.26	4815.28	24 ó 50	1521.26	6336.55	24 ó 50	1521.26	7857.81
25	2082.03	25	1424.55	3506.58	25	1424.55	4931.13	25	1424.55	6355.68	25	1424.55	7780.23
26	1977.10	26	1490.03	3467.14	26	1490.03	4957.17	26	1490.03	6447.20	26	1490.03	7937.23

## II. Revisión Por Cargas Verticales

Tabla 5.66 Revisión por cargas verticales de los muros de planta baja

MURO	CÁLCULO DE $P_u$					CÁLCULO DE $P_R$								$P_R > P_u$		
	CARGA	Long. Muro	CARGA	FC	$P_u$	$F_R$	$F_E$		$f_m^*$			$A_T$			$P_R$	
							H/t	$F_E$	(kg/cm <sup>2</sup> )		Esp. Muro	Long. Muro	Área			
									$f_m^*$	inc						total
(kg/m)	(m)	(kg)	(kg/m)											(kg)		
1 ó 27	6180.30	1.02	6303.91	1.4	8825.47	0.6	19	0.60	32	7	39	12	102	1224.0	17184.96	PASA
2 ó 28	5128.43	0.96	4923.29	1.4	6892.61	0.6	19	0.60	32	7	39	12	96	1152.0	16174.08	PASA
3 ó 29	5349.39	1.28	6847.22	1.4	9586.11	0.6	19	0.60	32	7	39	12	128	1536.0	21565.44	PASA
4 ó 30	5349.39	1.02	5456.38	1.4	7638.93	0.6	19	0.60	32	7	39	12	102	1224.0	17184.96	PASA
5 ó 31	6957.95	0.70	4870.57	1.4	6818.79	0.6	19	0.60	32	7	39	12	70	840.0	11793.60	PASA
6 ó 32	6563.57	0.65	4266.32	1.4	5972.85	0.6	19	0.60	32	7	39	12	65	780.0	10951.20	PASA
7 ó 33	6453.31	2.25	14519.94	1.4	20327.92	0.6	19	0.70	32	7	39	12	225	2700.0	44226.00	PASA
8 ó 34	5609.67	0.80	4487.74	1.4	6282.83	0.6	19	0.70	32	7	39	12	80	960.0	15724.80	PASA
9 ó 35	5930.13	0.76	4506.90	1.4	6309.66	0.6	19	0.70	32	7	39	12	76	912.0	14938.56	PASA
10 ó 36	4302.83	1.68	7228.76	1.4	10120.26	0.6	19	0.70	32	7	39	12	168	2016.0	33022.08	PASA
11 ó 37	4680.46	3.35	15679.53	1.4	21951.35	0.6	19	0.60	32	7	39	12	335	4020.0	56440.80	PASA
12 ó 38	4208.29	0.82	3450.80	1.4	4831.12	0.6	19	0.60	32	7	39	12	82	984.0	13815.36	PASA
13 ó 39	4287.08	0.76	3258.18	1.4	4561.45	0.6	19	0.60	32	7	39	12	76	912.0	12804.48	PASA
14 ó 40	4929.70	2.60	12817.23	1.4	17944.12	0.6	19	0.60	32	7	39	12	260	3120.0	43804.80	PASA
15 ó 41	5549.21	2.35	13040.64	1.4	18256.90	0.6	19	0.60	32	7	39	12	235	2820.0	39592.80	PASA
16 ó 42	5507.56	1.67	9197.63	1.4	12876.68	0.6	19	0.60	32	7	39	12	167	2004.0	28136.16	PASA
17 ó 43	5507.56	1.40	7710.59	1.4	10794.82	0.6	19	0.60	32	7	39	12	140	1680.0	23587.20	PASA
18 ó 44	7322.87	3.00	21968.62	1.4	30756.07	0.6	19	0.70	32	7	39	12	300	3600.0	58968.00	PASA
19 ó 45	10073.97	1.86	18737.59	1.4	26232.62	0.6	19	0.70	32	7	39	12	186	2232.0	36560.16	PASA
20 ó 46	6161.86	1.00	6161.86	1.4	8626.60	0.6	19	0.70	32	7	39	12	100	1200.0	19656.00	PASA
21 ó 47	4685.04	1.86	8714.18	1.4	12199.85	0.6	19	0.70	32	7	39	12	186	2232.0	36560.16	PASA
22 ó 48	5205.59	1.86	9682.40	1.4	13555.36	0.6	19	0.70	32	7	39	12	186	2232.0	36560.16	PASA
23 ó 49	6154.36	1.23	7569.87	1.4	10597.81	0.6	19	0.60	32	7	39	12	123	1476.0	20723.04	PASA
24 ó 50	7857.81	1.87	14694.10	1.4	20571.74	0.6	19	0.70	32	7	39	12	187	2244.0	36756.72	PASA
25	7780.23	2.80	21784.64	1.4	30498.50	0.6	19	0.70	32	7	39	12	280	3360.0	55036.80	PASA
26	7937.23	3.70	29367.77	1.4	41114.87	0.6	19	0.70	32	7	39	12	370	4440.0	72727.20	PASA

## 5.4.2 REVISIÓN DE MUROS SUJETOS A CARGAS HORIZONTALES (Sismo)

La determinación de las cargas para la revisión de muros sujetos a cargas horizontales se desarrolló de igual manera que para el proyecto de la casa habitación.

Las cargas muertas de los elementos estructurales (losas, trabes y muros) son iguales que para la casa habitación y de acuerdo al sistema constructivo en cuestión.

La carga viva utilizada es la instantánea.

En este proyecto, a diferencia de la casa habitación, existe una losa con pendiente mayor al 5% para la planta de azotea, por lo que la carga muerta y viva instantánea se modifica de acuerdo a la *sección 3.1.3.2*. La siguiente tabla muestra el peso de la losa mencionada con su contribución de carga viva.

En caso de querer saber el peso muerto y cargas vivas que se utilizan, hay que revisar el proyecto de la casa habitación en el apartado correspondiente, o puede revisarse el análisis y revisión completa en el CD anexo.

El método de análisis empleado, por las características de la estructura, es el estático.

### 5.4.2.1 Sistema Tradicional (Mampostería Confinada Utilizando Tabique Rojo Recocido)

#### I. Bajada de Cargas

Tabla 6.67 Determinación del peso de losa de azotea con pendiente del 16%

AZOTEA LOSA CON PENDIENTE de 16%			
MATERIAL	ESPEJOR (m)	PESO VOL (kg/m <sup>3</sup> )	W (kg/m <sup>2</sup> )
Teja	0.03	1500	45.0
Mortero	0.01	2100	21.0
Losa de concreto	0.1	2431.2	243.1
Yeso	0.015	1500	22.5
Carga muerta adicional	Por concreto		20.0
	Por mortero		20.0
Carga Muerta		W =	371.6
Carga Viva	(art. 199 RCDF)	W =	20
CARGA TOTAL			391.6

Tabla 5.68 Peso del entrepiso 5 para análisis sísmico

PARA ANÁLISIS POR SÍSMO		
Peso de muros =	20763.98	kg
Peso por losa, trabes y concent.	86352.46	kg
<b>TOTAL =</b>	<b>107116.43</b>	<b>kg</b>

Tabla 5.69 Peso de los entrepisos 1 a 4 para análisis sísmico

PARA ANÁLISIS POR SÍSMO		
Peso de muros =	41527.95	kg
Peso por losa, trabes y concent.	65536.82	kg
<b>TOTAL =</b>	<b>107064.77</b>	<b>kg</b>

Tabla 5.71 Determinación del cortante actuante en cada entrepiso

ENTREPISO	W <sub>i</sub> (T)	H <sub>i</sub> (m)	W <sub>i</sub> H <sub>i</sub> (ton-m)	F <sub>i</sub> (T)	V <sub>i</sub> (T)
5	107.12	11.50	1231.84	26.78	26.78
4	107.06	9.20	985.00	21.41	48.19
3	107.06	6.90	738.75	16.06	64.25
2	107.06	4.60	492.50	10.71	74.95
1	107.06	2.30	246.25	5.35	80.31
Σ	<b>535.38</b>		<b>3694.33</b>		

Tabla 5.72 Determinación del cortante basal en la dirección X de la estructura

DIRECCIÓN X													
ENTREPISO	R <sub>ix</sub> (T/cm)	ΔX <sub>i</sub> (cm)	X <sub>i</sub> (cm)	W <sub>i</sub> X <sub>i</sub> <sup>2</sup> (T-cm <sup>2</sup> )	F <sub>i</sub> X <sub>i</sub> (T-cm)	Δ <sub>perm</sub> (cm)	Δ <sub>calcX</sub> (cm)	T (seg)	T <sub>a</sub> (seg)	T <sub>b</sub> (seg)	a	Q'	V <sub>o</sub> (T/cm <sup>2</sup> )
5	416.33	0.06	0.71	53.59	18.94	13.8	1.4	0.36	0.85	4.2	0.18	1.4	69.38
4	416.33	0.12	0.64	44.26	13.77								
3	416.33	0.15	0.53	29.76	8.47								
2	416.33	0.18	0.37	14.89	3.99								
1	416.33	0.19	0.19	3.98	1.03								
Σ	<b>2081.64</b>	<b>0.71</b>		<b>146.49</b>	<b>46.20</b>	Δ <sub>perm</sub> >Δ <sub>calcX</sub>	<b>PASA</b>	<b>SE PERM. REDUCC.</b>					

## II. Revisión Por Cargas Horizontales

Tabla 5.70 Datos generales

MÉTODO ESTÁTICO DE ANÁLISIS	
GRUPO	B
ZONA	IIIId
c =	0.3
Q =	2
ao =	0.1
Ta =	0.85
Tb =	4.2
r =	2
FC =	1.1
¿Con cuántas condiciones de regularidad "NO" cumple?	0
Factor de corrección =	1
Q =	2
V <sub>o</sub> =	80.31

Tabla 5.73 Determinación del cortante basal en la dirección Y de la estructura

DIRECCIÓN Y													
ENTREPISO	R <sub>iy</sub> (T/cm)	ΔY <sub>i</sub> (cm)	Y <sub>i</sub> (cm)	W <sub>i</sub> Y <sub>i</sub> <sup>2</sup> (T-cm <sup>2</sup> )	F <sub>i</sub> Y <sub>i</sub> (T-cm)	Δ <sub>perm</sub> (cm)	Δ <sub>calcY</sub> (cm)	T (seg)	T <sub>a</sub> (seg)	T <sub>b</sub> (seg)	a	Q'	V <sub>o</sub> (T/cm <sup>2</sup> )
5	254.48	0.11	1.16	143.43	30.99	13.8	2.3	0.46	0.85	4.2	0.21	1.5	72.25
4	254.48	0.19	1.05	118.47	22.52								
3	254.48	0.25	0.86	79.66	13.85								
2	254.48	0.29	0.61	39.85	6.53								
1	254.48	0.32	0.32	10.66	1.69								
Σ	<b>1272.41</b>	<b>1.16</b>		<b>392.07</b>	<b>75.58</b>	Δ <sub>perm</sub> >Δ <sub>calcY</sub>	<b>PASA</b>	<b>SE PERM. REDUCC.</b>					

Tabla 5.74 Determinación del centro de cortantes en la coordenada Y

DIRECCIÓN X					
ENTREPISO	F <sub>i</sub> X	V <sub>i</sub> X	Y <sub>i</sub>	F <sub>i</sub> X <sub>i</sub>	Y <sub>i</sub> ·
	(T)	(T)	(cm)	(T-cm)	(cm)
5	23.13	23.13	1010	23365.25	1010
4	18.50	41.63	1010	18683.18	1010
3	13.87	55.51	1010	14012.39	1010
2	9.25	64.75	1010	9341.59	1010
1	4.62	69.38	1010	4670.80	1010

Tabla 5.75 Determinación del centro de cortantes en la coordenada X

DIRECCIÓN Y					
ENTREPISO	F <sub>i</sub> Y	V <sub>i</sub> Y	X <sub>i</sub>	F <sub>i</sub> X <sub>i</sub>	X <sub>i</sub> ·
	(T)	(T)	(cm)	(T-cm)	(cm)
5	24.09	24.09	423	10191.18	423
4	19.26	43.36	423	8149.01	423
3	14.45	57.81	423	6111.76	423
2	9.63	67.44	423	4074.51	423
1	4.82	72.25	423	2037.25	423

Tabla 5.76 Centros de cortante y torsión

CORTANTE		TORSIÓN	
X <sub>v</sub>	Y <sub>v</sub>	X <sub>T</sub>	Y <sub>T</sub>
4.23	10.1	5.6	10.1

Tabla 5.77 Determinación de los momentos de torsión

DIRECCIÓN	V	es	b	ed1	ed2	MT1	MT2
	(T)	(m)	(m)	(m)	(m)	(T-m)	(T-m)
X	69.38	0.00	20.2	2.02	-2.02	140.15	-140.15
Y	72.25	1.38	7.7	2.84	0.61	205.36	44.18

Tabla 5.78 Determinación del cortante basal u último en la dirección X de la estructura en los muros del nivel 1

MURO	DIRECCIÓN X						EFECTO DE V <sub>x</sub>				
	R <sub>i</sub> X	Y <sub>i</sub>	R <sub>i</sub> X <sub>i</sub>	Y <sub>i</sub> T	R <sub>i</sub> X <sub>i</sub> Y <sub>i</sub> T	R <sub>i</sub> X <sub>i</sub> Y <sub>i</sub> T <sup>2</sup>	DIRECTO	TORSIÓN	TOTAL	V <sub>YTORS</sub>	100%V <sub>x</sub> +30%V <sub>y</sub>
	(T/m)	(m)	(T)	(m)	(T)	(T-m)	(T)	(T)	(T)	(T)	(T)
M15	5065.40	20.2	102321.08	-10.10	-51160.54	516721.44	8.44	3.50	11.94	5.13	13.49
M17	505.42	20.2	10209.45	-10.10	-5104.72	51557.72	0.84	0.35	1.19	0.51	1.35
M18	2968.39	17.08	50700.14	-6.98	-20719.38	144621.25	4.95	1.42	6.37	2.08	6.99
M19	1036.17	17.08	17697.85	-6.98	-7232.49	50482.81	1.73	0.50	2.22	0.73	2.44
M20	202.87	17.08	3465.09	-6.98	-1416.06	9884.10	0.34	0.10	0.44	0.14	0.48
M21	4431.78	15.45	68471.04	-5.35	-23710.04	126848.70	7.39	1.62	9.01	2.38	9.72
M23	358.11	13.65	4888.25	-3.55	-1271.30	4513.13	0.60	0.09	0.68	0.13	0.72
M24	1049.69	13.65	14328.31	-3.55	-3726.41	13228.75	1.75	0.26	2.00	0.37	2.12
M25	10397.13	10.1	105011.00	0.00	0.00	0.00	17.33	0.00	17.33	0.00	17.33
M41	5065.40	0	0.00	10.10	51160.54	516721.44	8.44	3.50	11.94	5.13	13.49
M43	505.42	0	0.00	10.10	5104.72	51557.72	0.84	0.35	1.19	0.51	1.35
M44	2968.39	3.12	9261.38	6.98	20719.38	144621.25	4.95	1.42	6.37	2.08	6.99
M45	1036.17	3.12	3232.86	6.98	7232.49	50482.81	1.73	0.50	2.22	0.73	2.44
M46	202.87	3.12	632.97	6.98	1416.06	9884.10	0.34	0.10	0.44	0.14	0.48
M47	4431.78	4.75	21050.97	5.35	23710.04	126848.70	7.39	1.62	9.01	2.38	9.72
M49	358.11	6.55	2345.64	3.55	1271.30	4513.13	0.60	0.09	0.68	0.13	0.72
M50	1049.69	6.55	6875.49	3.55	3726.41	13228.75	1.75	0.26	2.00	0.3739	2.12
Σ	41632.82		420491.52	0.00	0.00	1835715.8	69.38	15.66	85.04	100.70	91.92
										V <sub>u</sub> =	101.12

Tabla 5.79 Determinación del cortante basal y último en la dirección Y de la estructura en los muros del nivel 1

DIRECCIÓN Y						EFECTO DE $V_y$					
MURO	$R_{iy}$	$X_i$	$R_{iy}X_i$	$X_{iT}$	$R_{iy}X_{iT}$	$R_{iy}X_{iT}^2$	DIRECTO	TORSIÓN	TOTAL	$V_{XTORS}$	$100\%V_y+30\%V_x$
	(T/m)	(m)	(T)	(m)	(T)	(T-m)	(T)	(T)	(T)	(T)	(T)
M1	214.38	0	0.00	5.61	1202.95	6750.28	0.61	0.12	0.73	0.08	0.75
M2	1600.68	0	0.00	5.61	8982.06	50402.08	4.54	0.90	5.45	0.62	5.63
M4	214.38	0	0.00	5.61	1202.95	6750.28	0.61	0.12	0.73	0.08	0.75
M5	73.55	1.17	86.05	4.44	326.66	1450.84	0.21	0.03	0.24	0.02	0.25
M6	59.33	1.17	69.42	4.44	263.53	1170.45	0.17	0.03	0.19	0.02	0.20
M7	1616.83	3.96	6402.63	1.65	2670.05	4409.36	4.59	0.27	4.86	0.18	4.91
M8	668.87	3.96	2648.74	1.65	1104.59	1824.13	1.90	0.11	2.01	0.08	2.03
M10	806.63	5.8	4678.45	-0.19	-152.12	28.69	2.29	0.00	2.29	0.01	2.29
M11	3666.63	7.7	28233.05	-2.09	-7658.07	15994.54	10.41	-0.17	10.25	0.52	10.40
M12	115.87	7.7	892.19	-2.09	-242.00	505.44	0.33	-0.01	0.32	0.02	0.33
M13	3687.00	7.7	28389.88	-2.09	-7700.61	16083.39	10.47	-0.17	10.30	0.53	10.46
M27	214.38	0	0.00	5.61	1202.95	6750.28	0.61	0.12	0.73	0.08	0.75
M28	1600.68	0	0.00	5.61	8982.06	50402.08	4.54	0.90	5.45	0.62	5.63
M30	214.38	0	0.00	5.61	1202.95	6750.28	0.61	0.12	0.73	0.08	0.75
M31	73.55	1.17	86.05	4.44	326.66	1450.84	0.21	0.03	0.24	0.02	0.25
M32	59.33	1.17	69.42	4.44	263.53	1170.45	0.17	0.03	0.19	0.02	0.20
M33	1616.83	3.96	6402.63	1.65	2670.05	4409.36	4.59	0.27	4.86	0.18	4.91
M34	668.87	3.96	2648.74	1.65	1104.59	1824.13	1.90	0.11	2.01	0.08	2.03
M36	806.63	5.8	4678.45	-0.19	-152.12	28.69	2.29	0.00	2.29	0.01	2.29
M37	3666.63	7.7	28233.05	-2.09	-7658.07	15994.54	10.41	-0.17	10.25	0.52	10.40
M38	115.87	7.7	892.19	-2.09	-242.00	505.44	0.33	-0.01	0.32	0.02	0.33
M39	3687.00	7.7	28389.88	-2.09	-7700.61	16083.39	10.47	-0.17	10.30	0.53	10.46
$\Sigma$	25448.28		142800.83		0.00	210738.9654	72.25462	2.481384	74.736	4.3152	76.03
										$V_u =$	83.63

Tabla 5.80 Determinación del cortante resistente de los muros en la dirección X

DIRECCIÓN X								
MURO	Longitud	Espesor	A <sub>T</sub>	V* <sub>m</sub>	P	F <sub>R</sub>	V <sub>Rm</sub>	1.5·F <sub>R</sub> ·V* <sub>m</sub> ·A <sub>T</sub>
	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(m)	(kg/cm <sup>2</sup> )		(kg)	(kg)
M15	402.00	11.5	4623	4	5.82	0.7	6473.42	19416.6
M17	140.00	11.5	1610	4	5.82	0.7	2255.22	6762
M18	300.00	11.5	3450	4	5.82	0.7	4831.22	14490
M19	186.00	11.5	2139	4	5.82	0.7	2995.82	8983.8
M20	100.00	11.5	1150	4	5.82	0.7	1611.22	4830
M21	372.00	11.5	4278	4	5.82	0.7	5990.42	17967.6
M23	123.00	11.5	1414.5	4	5.82	0.7	1981.52	5940.9
M24	187.00	11.5	2150.5	4	5.82	0.7	3011.92	9032.1
M25	650.00	11.5	7475	4	5.82	0.7	10466.22	31395
M41	402	11.5	4623	4	5.82	0.7	6473.42	19416.6
M43	140	11.5	1610	4	5.82	0.7	2255.22	6762
M44	300	11.5	3450	4	5.82	0.7	4831.22	14490
M45	186	11.5	2139	4	5.82	0.7	2995.82	8983.8
M46	100	11.5	1150	4	5.82	0.7	1611.22	4830
M47	372	11.5	4278	4	5.82	0.7	5990.42	17967.6
M49	123	11.5	1414.5	4	5.82	0.7	1981.52	5940.9
M50	187	11.5	2150.5	4	5.82	0.7	3011.92	9032.1
Σ	<b>4270.00</b>						<b>68767.77</b>	

Tabla 5.81 Determinación del cortante resistente de los muros en la dirección Y

DIRECCIÓN Y								
MURO	Longitud	Espesor	A <sub>T</sub>	V* <sub>m</sub>	P	F <sub>R</sub>	V <sub>Rm</sub>	1.5·F <sub>R</sub> ·V* <sub>m</sub> ·A <sub>T</sub>
	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(m)	(kg/cm <sup>2</sup> )		(kg)	(kg)
M1	102	11.5	1173	4	5.82	0.7	1643.42	4926.6
M2	224	11.5	2576	4	5.82	0.7	3607.62	10819.2
M4	102	11.5	1173	4	5.82	0.7	1643.42	4926.6
M5	70	11.5	805	4	5.82	0.7	1128.22	3381
M6	65	11.5	747.5	4	5.82	0.7	1047.72	3139.5
M7	225	11.5	2587.5	4	5.82	0.7	3623.72	10867.5
M8	156	11.5	1794	4	5.82	0.7	2512.82	7534.8
M10	168	11.5	1932	4	5.82	0.7	2706.02	8114.4
M11	335	11.5	3852.5	4	5.82	0.7	5394.72	16180.5
M12	82	11.5	943	4	5.82	0.7	1321.42	3960.6
M13	336	11.5	3864	4	5.82	0.7	5410.82	16228.8
M27	102	11.5	1173	4	5.82	0.7	1643.42	4926.6
M28	224	11.5	2576	4	5.82	0.7	3607.62	10819.2
M30	102	11.5	1173	4	5.82	0.7	1643.42	4926.6
M31	70	11.5	805	4	5.82	0.7	1128.22	3381
M32	65	11.5	747.5	4	5.82	0.7	1047.72	3139.5
M33	225	11.5	2587.5	4	5.82	0.7	3623.72	10867.5
M34	156	11.5	1794	4	5.82	0.7	2512.82	7534.8
M36	168	11.5	1932	4	5.82	0.7	2706.02	8114.4
M37	335	11.5	3852.5	4	5.82	0.7	5394.72	16180.5
M38	82	11.5	943	4	5.82	0.7	1321.42	3960.6
M39	336	11.5	3864	4	5.82	0.7	5410.82	16228.8
Σ	<b>3730</b>						<b>60079.88</b>	

**Observación:** La resistencia a fuerza cortante de los muros no se afectó por el factor F<sub>AE</sub>, pues esto se hace únicamente cuando se aplica el método simplificado de análisis de acuerdo a las NTC para Mampostería.

## 5.4.2.2. Sistema Tabimax

### I. Bajada de Cargas

Tabla 5.82 Peso del entrepiso 5 para análisis sísmico

PARA ANÁLISIS POR SÍSMO		
Peso de muros =	11620.46	kg
Peso por losa y trabes	86352.46	kg
<b>TOTAL =</b>	<b>97972.92</b>	<b>kg</b>

Tabla 5.83 Peso de los entrepisos 1 a 4 para análisis sísmico.

PARA ANÁLISIS POR SÍSMO		
Peso de muros =	23240.93	kg
Peso por losa y trabes	64123.83	kg
<b>TOTAL =</b>	<b>87364.76</b>	<b>kg</b>

### II. Revisión Por Cargas Horizontales

Tabla 5.84 Datos generales.

MÉTODO ESTÁTICO DE ANÁLISIS	
GRUPO	B
ZONA	IIIId
c =	0.3
Q =	1.5
ao =	0.1
Ta =	0.85
Tb =	4.2
r =	2
FC =	1.1
¿Con cuántas condiciones de regularidad "NO" cumple?	1
Factor de corrección =	0.9
Q =	1.35
Vo =	99.43
Vu =	109.4

Tabla 5.85 Determinación del cortante actuante en cada entrepiso

ENTREPISO	W <sub>i</sub> (T)	H <sub>i</sub> (m)	W <sub>i</sub> H <sub>i</sub> (T-m)	F <sub>i</sub> (T)	V <sub>i</sub> (T)
5	97.97	11.50	1126.69	35.72	35.72
4	87.36	9.20	803.76	25.48	61.20
3	87.36	6.90	602.82	19.11	80.32
2	87.36	4.60	401.88	12.74	93.06
1	87.36	2.30	200.94	6.37	99.43
Σ	<b>447.43</b>		<b>3136.08</b>		

Tabla 5.86 Determinación del cortante basal en la dirección X y Y de la estructura.

DIRECCIÓN X													
ENTREPISO	R <sub>ix</sub> (T/cm)	ΔX <sub>i</sub> (cm)	X <sub>i</sub> (cm)	W <sub>i</sub> X <sub>i</sub> <sup>2</sup> (T-cm <sup>2</sup> )	F <sub>i</sub> X <sub>i</sub> (T-cm)	Δ <sub>perm</sub> (cm)	Δ <sub>calcX</sub> (cm)	T (seg)	T <sub>a</sub> (seg)	T <sub>b</sub> (seg)	a	Q'	V <sub>o</sub> (T/cm <sup>2</sup> )
5	724.05	0.05	0.51	25.55	18.24	13.8	0.7	0.25	0.85	4.2	0.16	1.1	64.43
4	724.05	0.08	0.46	18.59	11.76								
3	724.05	0.11	0.38	12.40	7.20								
2	724.05	0.13	0.27	6.17	3.39								
1	724.05	0.14	0.14	1.65	0.87								
Σ	<b>3620.25</b>	<b>0.51</b>		<b>64.36</b>	<b>41.46</b>	D <sub>perm.</sub> >D <sub>calcX</sub>	PASA	SE PERM. REDUCC.					
DIRECCIÓN Y													
ENTREPISO	R <sub>iy</sub> (T/cm)	ΔY <sub>i</sub> (cm)	Y <sub>i</sub> (cm)	W <sub>i</sub> Y <sub>i</sub> <sup>2</sup> (T-cm <sup>2</sup> )	F <sub>i</sub> Y <sub>i</sub> (T-cm)	Δ <sub>perm</sub> (cm)	Δ <sub>calcY</sub> (cm)	T (seg)	T <sub>a</sub> (seg)	T <sub>b</sub> (seg)	a	Q'	V <sub>o</sub> (T/cm <sup>2</sup> )
5	442.58	0.08	0.84	68.37	29.84	13.8	1.1	0.32	0.85	4.2	0.18	1.1	69.28
4	442.58	0.14	0.75	49.76	19.23								
3	442.58	0.18	0.62	33.19	11.78								
2	442.58	0.21	0.43	16.53	5.54								
1	442.58	0.22	0.22	4.41	1.43								
Σ	<b>2212.89</b>	<b>0.84</b>		<b>172.26</b>	<b>67.83</b>	Δ <sub>perm.</sub> >Δ <sub>calcY</sub>	PASA	SE PERM. REDUCC.					

Tabla 5.87 Determinación del centro de cortantes en la coordenada Y

DIRECCIÓN X					
ENTREPISO	F <sub>iX</sub>	V <sub>iX</sub>	Y <sub>i</sub>	F <sub>iX</sub> Y <sub>i</sub>	Y <sub>i</sub> -
	(T)	(T)	(cm)	(T-cm)	(cm)
5	23.15	23.15	1010	23377.79	1010
4	16.51	39.66	1010	16677.22	1010
3	12.38	52.04	1010	12507.91	1010
2	8.26	60.30	1010	8338.61	1010
1	4.13	64.43	1010	4169.30	1010

Tabla 5.89 Centros de cortante y torsión

CORTANTE		TORSIÓN	
X <sub>v</sub>	Y <sub>v</sub>	X <sub>T</sub>	Y <sub>T</sub>
4.23	10.1	5.6	10.1

Tabla 5.88 Determinación del centro de cortantes en la coordenada X

DIRECCIÓN Y					
ENTREPISO	F <sub>iY</sub>	V <sub>iY</sub>	X <sub>i</sub>	F <sub>iY</sub> X <sub>i</sub>	X <sub>i</sub> -
	(T)	(T)	(cm)	(T-cm)	(cm)
5	24.89	24.89	423	10528.52	423
4	17.76	42.65	423	7510.82	423
3	13.32	55.96	423	5633.12	423
2	8.88	64.84	423	3755.41	423
1	4.44	69.28	423	1877.71	423

Tabla 5.90 Determinación de los momentos de torsión

DIRECCIÓN	V	e <sub>s</sub>	b	e <sub>d1</sub>	e <sub>d2</sub>	M <sub>T1</sub>	M <sub>T2</sub>
	(T)	(m)	(m)	(m)	(m)	(T-m)	(T-m)
X	64.43	0.00	20.2	2.02	-2.02	130.14	-130.14
Y	69.28	1.38	7.7	2.84	0.61	196.90	42.36

Tabla 5.91 Determinación del cortante basal y último en la dirección X de la estructura en los muros del nivel 1

MURO	DIRECCIÓN X						EFECTO DE V <sub>x</sub>			V <sub>YTORS</sub>	100%V <sub>x</sub> +30%V <sub>y</sub>
	R <sub>JX</sub>	Y <sub>i</sub>	R <sub>JX</sub> Y <sub>i</sub>	Y <sub>JT</sub>	R <sub>JX</sub> Y <sub>JT</sub>	R <sub>JX</sub> Y <sub>JT</sub> <sup>2</sup>	DIRECTO	TORSIÓN	TOTAL		
	(T/m)	(m)	(T)	(m)	(T)	(T-m)	(T)	(T)	(T)	(T)	(T)
M15	8809.39	20.2	177949.70	-10.10	-88974.85	898645.98	7.84	3.25	11.09	4.92	12.57
M17	878.99	20.2	17755.56	-10.10	-8877.78	89665.60	0.78	0.32	1.11	0.49	1.25
M18	5162.42	17.08	88174.15	-6.98	-36033.70	251515.22	4.59	1.32	5.91	1.99	6.51
M19	1802.04	17.08	30778.87	-6.98	-12578.25	87796.19	1.60	0.46	2.06	0.70	2.27
M20	352.82	17.08	6026.24	-6.98	-2462.71	17189.75	0.31	0.09	0.40	0.14	0.44
M21	7707.45	15.45	119080.07	-5.35	-41234.85	220606.43	6.86	1.51	8.37	2.28	9.05
M23	622.81	13.65	8501.31	-3.55	-2210.96	7848.92	0.55	0.08	0.64	0.12	0.67
M24	1825.55	13.65	24918.79	-3.55	-6480.71	23006.53	1.62	0.24	1.86	0.36	1.97
M25	18081.96	10.1	182627.83	0.00	0.00	0.00	16.09	0.00	16.09	0.00	16.09
M41	8809.39	0	0.00	10.10	88974.85	898645.98	7.84	3.25	11.09	4.92	12.57
M43	878.99	0	0.00	10.10	8877.78	89665.60	0.78	0.32	1.11	0.49	1.25
M44	5162.42	3.12	16106.75	6.98	36033.70	251515.22	4.59	1.32	5.91	1.99	6.51
M45	1802.04	3.12	5622.37	6.98	12578.25	87796.19	1.60	0.46	2.06	0.70	2.27
M46	352.82	3.12	1100.81	6.98	2462.71	17189.75	0.31	0.09	0.40	0.14	0.44
M47	7707.45	4.75	36610.38	5.35	41234.85	220606.43	6.86	1.51	8.37	2.28	9.05
M49	622.81	6.55	4079.38	3.55	2210.96	7848.92	0.55	0.08	0.64	0.12	0.67
M50	1825.55	6.55	11957.37	3.55	6480.71	23006.53	1.62	0.24	1.86	0.3585	1.97
Σ	72404.91		731289.59		0.00	3192549.2	64.43	14.54	78.97	93.51	85.57
										V <sub>u</sub> =	94.13

Tabla 5.92 Determinación del cortante basal y último en la dirección Y de la estructura en los muros del nivel 1

MURO	DIRECCIÓN Y						EFECTO DE V <sub>Y</sub>			V <sub>XTORS</sub>	100%V <sub>Y</sub> +30%V <sub>X</sub>
	R <sub>iy</sub>	X <sub>i</sub>	R <sub>iy</sub> X <sub>i</sub>	X <sub>iT</sub>	R <sub>iy</sub> X <sub>iT</sub>	R <sub>iy</sub> X <sub>iT</sub> <sup>2</sup>	DIRECTO	TORSIÓN	TOTAL		
	(T/m)	(m)	(T)	(m)	(T)	(T-m)	(T)	(T)	(T)		
M1	372.83	0	0.00	5.61	2092.10	11739.61	0.58	0.12	0.70	0.08	0.72
M2	2783.79	0	0.00	5.61	15620.98	87655.79	4.36	0.86	5.22	0.57	5.39
M4	372.83	0	0.00	5.61	2092.10	11739.61	0.58	0.12	0.70	0.08	0.72
M5	127.91	1.17	149.66	4.44	568.11	2523.21	0.20	0.03	0.23	0.02	0.24
M6	103.19	1.17	120.73	4.44	458.31	2035.57	0.16	0.03	0.19	0.02	0.19
M7	2811.87	3.96	11135.01	1.65	4643.56	7668.45	4.40	0.26	4.66	0.17	4.71
M8	1163.26	3.96	4606.50	1.65	1921.02	3172.40	1.82	0.11	1.93	0.07	1.95
M10	1402.83	5.8	8136.43	-0.19	-264.55	49.89	2.20	0.00	2.19	0.01	2.20
M11	6376.75	7.7	49100.96	-2.09	-13318.39	27816.60	9.98	-0.16	9.82	0.49	9.97
M12	201.51	7.7	1551.64	-2.09	-420.87	879.03	0.32	-0.01	0.31	0.02	0.32
M13	6412.17	7.7	49373.70	-2.09	-13392.37	27971.11	10.04	-0.16	9.88	0.49	10.02
M27	372.83	0	0.00	5.61	2092.10	11739.61	0.58	0.12	0.70	0.08	0.72
M28	2783.79	0	0.00	5.61	15620.98	87655.79	4.36	0.86	5.22	0.57	5.39
M30	372.83	0	0.00	5.61	2092.10	11739.61	0.58	0.12	0.70	0.08	0.72
M31	127.91	1.17	149.66	4.44	568.11	2523.21	0.20	0.03	0.23	0.02	0.24
M32	103.19	1.17	120.73	4.44	458.31	2035.57	0.16	0.03	0.19	0.02	0.19
M33	2811.87	3.96	11135.01	1.65	4643.56	7668.45	4.40	0.26	4.66	0.17	4.71
M34	1163.26	3.96	4606.50	1.65	1921.02	3172.40	1.82	0.11	1.93	0.07	1.95
M36	1402.83	5.8	8136.43	-0.19	-264.55	49.89	2.20	0.00	2.19	0.01	2.20
M37	6376.75	7.7	49100.96	-2.09	-13318.39	27816.60	9.98	-0.16	9.82	0.49	9.97
M38	201.51	7.7	1551.64	-2.09	-420.87	879.03	0.32	-0.01	0.31	0.02	0.32
M39	6412.17	7.7	49373.70	-2.09	-13392.37	27971.11	10.04	-0.16	9.88	0.49	10.02
Σ	44257.88		248349.28		0.00	366502.5	69.28033	2.37924	71.66	4.0071	72.86
										V <sub>u</sub> =	80.15

Tabla 5.93 Determinación del cortante resistente de los muros en la dirección X

DIRECCIÓN X								
MURO	Longitud	Espesor	A <sub>T</sub>	V* <sub>m</sub>	P	F <sub>R</sub>	V <sub>Rm</sub>	1.5·F <sub>R</sub> ·V* <sub>m</sub> ·A <sub>T</sub>
	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(m)	(kg/cm <sup>2</sup> )		(kg)	(kg)
M15	402.00	10	4020	4.5	5.59	0.7	6332.67	18994.5
M17	140.00	10	1400	4.5	5.59	0.7	2206.17	6615
M18	300.00	10	3000	4.5	5.59	0.7	4726.17	14175
M19	186.00	10	1860	4.5	5.59	0.7	2930.67	8788.5
M20	100.00	10	1000	4.5	5.59	0.7	1576.17	4725
M21	372.00	10	3720	4.5	5.59	0.7	5860.17	17577
M23	123.00	10	1230	4.5	5.59	0.7	1938.42	5811.75
M24	187.00	10	1870	4.5	5.59	0.7	2946.42	8835.75
M25	650.00	10	6500	4.5	5.59	0.7	10238.67	30712.5
M41	402.00	10	4020	4.5	5.59	0.7	6332.67	18994.5
M43	140.00	10	1400	4.5	5.59	0.7	2206.17	6615
M44	300.00	10	3000	4.5	5.59	0.7	4726.17	14175
M45	186.00	10	1860	4.5	5.59	0.7	2930.67	8788.5
M46	100.00	10	1000	4.5	5.59	0.7	1576.17	4725
M47	372.00	10	3720	4.5	5.59	0.7	5860.17	17577
M49	123.00	10	1230	4.5	5.59	0.7	1938.42	5811.75
M50	187.00	10	1870	4.5	5.59	0.7	2946.42	8835.75
Σ	4270.00						67272.46	

Tabla 5.94 Determinación del cortante resistente de los muros en la dirección Y

DIRECCIÓN Y								
MURO	Longitud	Espesor	A <sub>T</sub>	V* <sub>m</sub>	P	F <sub>R</sub>	V <sub>Rm</sub>	1.5·F <sub>R</sub> ·V* <sub>m</sub> ·A <sub>T</sub>
	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(m)	(kg/cm <sup>2</sup> )		(kg)	(kg)
M1	102	10	1020	4.5	5.59	0.7	1607.67	4819.5
M2	224	10	2240	4.5	5.59	0.7	3529.17	10584
M4	102	10	1020	4.5	5.59	0.7	1607.67	4819.5
M5	70	10	700	4.5	5.59	0.7	1103.67	3307.5
M6	65	10	650	4.5	5.59	0.7	1024.92	3071.25
M7	225	10	2250	4.5	5.59	0.7	3544.92	10631.25
M8	156	10	1560	4.5	5.59	0.7	2458.17	7371
M10	168	10	1680	4.5	5.59	0.7	2647.17	7938
M11	335	10	3350	4.5	5.59	0.7	5277.42	15828.75
M12	82	10	820	4.5	5.59	0.7	1292.67	3874.5
M13	336	10	3360	4.5	5.59	0.7	5293.17	15876
M27	102	10	1020	4.5	5.59	0.7	1607.67	4819.5
M28	224	10	2240	4.5	5.59	0.7	3529.17	10584
M30	102	10	1020	4.5	5.59	0.7	1607.67	4819.5
M31	70	10	700	4.5	5.59	0.7	1103.67	3307.5
M32	65	10	650	4.5	5.59	0.7	1024.92	3071.25
M33	225	10	2250	4.5	5.59	0.7	3544.92	10631.25
M34	156	10	1560	4.5	5.59	0.7	2458.17	7371
M36	168	10	1680	4.5	5.59	0.7	2647.17	7938
M37	335	10	3350	4.5	5.59	0.7	5277.42	15828.75
M38	82	10	820	4.5	5.59	0.7	1292.67	3874.5
M39	336	10	3360	4.5	5.59	0.7	5293.17	15876
Σ	3730						58773.33	

**Observación:** La resistencia a fuerza cortante de los muros no se afectó por el factor F<sub>AE</sub>, pues esto se hace únicamente cuando se aplica el método simplificado de análisis de acuerdo a las NTC para Mampostería.

## 5.4.2.3 Sistema Novamuro

### I. Bajada de Cargas

Tabla 5.95 Peso del entrepiso 5 para análisis sísmico

PARA ANÁLISIS POR SÍSMO		
Peso de muros =	10046.40	kg
Peso por losa y Traves =	86352.46	kg
<b>TOTAL =</b>	<b>96398.86</b>	<b>kg</b>

Tabla 5.96 Peso del entrepiso 1 a 4 para análisis sísmico

PARA ANÁLISIS POR SÍSMO		
Peso de muros =	20092.80	kg
Peso por losa y traves =	63830.77	kg
<b>TOTAL =</b>	<b>83923.57</b>	<b>kg</b>

### II. Revisión Por Cargas Horizontales

Tabla 5.97 Datos generales

MÉTODO ESTÁTICO DE ANÁLISIS	
GRUPO	B
ZONA	IIIId
c =	0.3
Q =	1.5
a <sub>o</sub> =	0.1
T <sub>a</sub> =	0.85
T <sub>b</sub> =	4.2
r =	2
FC =	1.1
¿Con cuántas condiciones de regularidad "NO" cumple?	1
Factor de corrección =	0.9
Q =	1.35
V <sub>o</sub> =	96.02

Tabla 5.98 Determinación del cortante actuante en cada entrepiso

ENTREPISO	W <sub>i</sub>	H <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> H <sub>i</sub>	F <sub>i</sub>	V <sub>i</sub>
	(T)	(m)	(T-m)	(T)	(T)
5	96.40	11.50	1108.59	35.03	35.03
4	83.92	9.20	772.10	24.40	59.43
3	83.92	6.90	579.07	18.30	77.72
2	83.92	4.60	386.05	12.20	89.92
1	83.92	2.30	193.02	6.10	96.02
Σ	<b>432.09</b>		<b>3038.83</b>		

Tabla 5.99 Determinación del cortante basal en la dirección X y Y de la estructura

DIRECCIÓN X													
ENTREPISO	R <sub>ix</sub>	ΔX <sub>i</sub>	X <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> X <sub>i</sub> <sup>2</sup>	F <sub>i</sub> X <sub>i</sub>	Δ <sub>perm</sub>	Δ <sub>calcX</sub>	T	T <sub>a</sub>	T <sub>b</sub>	a	Q'	V <sub>o</sub>
	(T/cm)	(cm)	(cm)	(T-cm <sup>2</sup> )	(T-cm)	(cm)	(cm)	(seg)	(seg)	(seg)			
5	868.86	0.04	0.41	16.38	14.44	13.8	0.6	0.22	0.85	4.2	0.15	1.1	60.46
4	868.86	0.07	0.37	11.60	9.07								
3	868.86	0.09	0.30	7.73	5.55								
2	868.86	0.10	0.21	3.84	2.61								
1	868.86	0.11	0.11	1.02	0.67								
Σ	<b>4344.29</b>	<b>0.41</b>		<b>40.58</b>	<b>32.35</b>	Δ <sub>perm</sub> >Δ <sub>calcX</sub>	PASA	SE PERM. REDUCC.					
DIRECCIÓN Y													
ENTREPISO	R <sub>iy</sub>	ΔY <sub>i</sub>	Y <sub>i</sub>	W <sub>i</sub> Y <sub>i</sub> <sup>2</sup>	F <sub>i</sub> Y <sub>i</sub>	Δ <sub>perm</sub>	Δ <sub>calcY</sub>	T	T <sub>a</sub>	T <sub>b</sub>	a	Q'	V <sub>o</sub>
	(T/cm)	(cm)	(cm)	(T-cm <sup>2</sup> )	(T-cm)	(cm)	(cm)	(seg)	(seg)	(seg)			
5	531.09	0.07	0.67	43.83	23.62	13.8	0.9	0.29	0.85	4.2	0.17	1.1	64.76
4	531.09	0.11	0.61	31.06	14.84								
3	531.09	0.15	0.50	20.68	9.08								
2	531.09	0.17	0.35	10.29	4.27								
1	531.09	0.18	0.18	2.74	1.10								
Σ	<b>2655.47</b>	<b>0.67</b>		<b>108.61</b>	<b>52.92</b>	D <sub>perm</sub> >D <sub>calcY</sub>	PASA	SE PERM. REDUCC.					

Tabla 5.100 Determinación del centro de cortante en la coordenada Y

DIRECCIÓN X					
ENTREPISO	F <sub>ix</sub>	V <sub>ix</sub>	Y <sub>i</sub>	F <sub>ix</sub> Y <sub>i</sub>	Y <sub>i</sub> ...
	(T)	(T)	(cm)	(T-cm)	(cm)
5	22.06	22.06	1010	22276.57	1010
4	15.36	37.42	1010	15514.95	1010
3	11.52	48.94	1010	11636.21	1010
2	7.68	56.62	1010	7757.48	1010
1	3.84	60.46	1010	3878.74	1010

Tabla 5.101 Determinación del centro de cortante en la coordenada X

DIRECCIÓN Y					
ENTREPISO	F <sub>iy</sub>	V <sub>iy</sub>	X <sub>i</sub>	F <sub>iy</sub> X <sub>i</sub>	X <sub>i</sub> ...
	(T)	(T)	(cm)	(T-cm)	(cm)
5	23.63	23.63	423	9993.91	423
4	16.45	40.08	423	6960.45	423
3	12.34	52.42	423	5220.34	423
2	8.23	60.65	423	3480.23	423
1	4.11	64.76	423	1740.11	423

Tabla 5.102 Centros de cortante y torsión

CORTANTE		TORSIÓN	
X <sub>v</sub>	Y <sub>v</sub>	X <sub>T</sub>	Y <sub>T</sub>
4.23	10.1	5.6	10.1

Tabla 5.103 Determinación del centro de torsión

DIRECCIÓN	V	e <sub>s</sub>	b	e <sub>a1</sub>	e <sub>a2</sub>	M <sub>T1</sub>	M <sub>T2</sub>
	(T)	(m)	(m)	(m)	(m)	(T-m)	(T-m)
X	60.46	0.00	20.2	2.02	-2.02	122.13	-122.13
Y	64.76	1.38	7.7	2.84	0.61	184.07	39.60

Tabla 5.104 Determinación del cortante basal o último en la dirección X de la estructura en los muros del nivel 1

MURO	DIRECCIÓN X						EFECTO DE V <sub>x</sub>				
	R <sub>ix</sub>	Y <sub>i</sub>	R <sub>ix</sub> Y <sub>i</sub>	Y <sub>IT</sub>	R <sub>ix</sub> Y <sub>IT</sub>	R <sub>ix</sub> Y <sub>IT</sub> <sup>2</sup>	DIRECTO	TORSIÓN	TOTAL	V <sub>YTORS</sub>	100%V <sub>x</sub> +30%V <sub>y</sub>
	(T/m)	(m)	(T)	(m)	(T)	(T-m)	(T)	(T)	(T)	(T)	(T)
M15	10571.27	20.2	213539.64	-10.10	-106769.82	1078375.17	7.36	3.05	10.41	4.60	11.79
M17	1054.79	20.2	21306.68	-10.10	-10653.34	107598.71	0.73	0.30	1.04	0.46	1.18
M18	6194.91	17.08	105808.98	-6.98	-43240.44	301818.26	4.31	1.24	5.55	1.86	6.11
M19	2162.45	17.08	36934.65	-6.98	-15093.90	105355.43	1.50	0.43	1.94	0.65	2.13
M20	423.39	17.08	7231.49	-6.98	-2955.26	20627.70	0.29	0.08	0.38	0.13	0.42
M21	9248.94	15.45	142896.09	-5.35	-49481.82	264727.72	6.44	1.41	7.85	2.13	8.49
M23	747.37	13.65	10201.57	-3.55	-2653.16	9418.70	0.52	0.08	0.60	0.11	0.63
M24	2190.66	13.65	29902.55	-3.55	-7776.85	27607.83	1.52	0.22	1.75	0.34	1.85
M25	21698.36	10.1	219153.40	0.00	0.00	0.00	15.10	0.00	15.10	0.00	15.10
M41	10571.27	0	0.00	10.10	106769.82	1078375.17	7.36	3.05	10.41	4.60	11.79
M43	1054.79	0	0.00	10.10	10653.34	107598.71	0.73	0.30	1.04	0.46	1.18
M44	6194.91	3.12	19328.10	6.98	43240.44	301818.26	4.31	1.24	5.55	1.86	6.11
M45	2162.45	3.12	6746.84	6.98	15093.90	105355.43	1.50	0.43	1.94	0.65	2.13
M46	423.39	3.12	1320.97	6.98	2955.26	20627.70	0.29	0.08	0.38	0.13	0.42
M47	9248.94	4.75	43932.45	5.35	49481.82	264727.72	6.44	1.41	7.85	2.13	8.49
M49	747.37	6.55	4895.26	3.55	2653.16	9418.70	0.52	0.08	0.60	0.11	0.63
M50	2190.66	6.55	14348.84	3.55	7776.85	27607.83	1.52	0.22	1.75	0.3352	1.85
Σ	86885.89		877547.51		0.00	3831059.0	60.46	13.65	74.11	87.75	80.28
										V <sub>u</sub> =	88.30

Tabla 5.105 Determinación del cortante basal o último en la dirección Y de la estructura en los muros del nivel 1

MURO	DIRECCIÓN Y						EFECTO DE $V_Y$			$V_{XTORS}$	100% $V_Y$ + 30% $V_X$
	$R_{jY}$	$X_i$	$R_{jY}X_i$	$X_{jT}$	$R_{jY}X_{jT}$	$R_{jY}X_{jT}^2$	DIRECTO	TORSIÓN	TOTAL		
	(T/m)	(m)	(T)	(m)	(T)	(T·m)	(T)	(T)	(T)		
M1	447.39	0	0.00	5.61	2510.51	14087.54	0.55	0.11	0.65	0.07	0.68
M2	3340.54	0	0.00	5.61	18745.18	105186.95	4.07	0.81	4.88	0.54	5.04
M4	447.39	0	0.00	5.61	2510.51	14087.54	0.55	0.11	0.65	0.07	0.68
M5	153.49	1.17	179.59	4.44	681.73	3027.85	0.19	0.03	0.22	0.02	0.22
M6	123.83	1.17	144.88	4.44	549.98	2442.68	0.15	0.02	0.17	0.02	0.18
M7	3374.25	3.96	13362.01	1.65	5572.28	9202.14	4.11	0.24	4.35	0.16	4.40
M8	1395.91	3.96	5527.81	1.65	2305.23	3806.88	1.70	0.10	1.80	0.07	1.82
M10	1683.40	5.8	9763.71	-0.19	-317.47	59.87	2.05	0.00	2.05	0.01	2.05
M11	7652.10	7.7	58921.16	-2.09	-15982.07	33379.92	9.33	-0.15	9.18	0.46	9.32
M12	241.81	7.7	1861.97	-2.09	-505.05	1054.84	0.29	0.00	0.29	0.01	0.29
M13	7694.60	7.7	59248.44	-2.09	-16070.84	33565.33	9.38	-0.15	9.23	0.46	9.37
M27	447.39	0	0.00	5.61	2510.51	14087.54	0.55	0.11	0.65	0.07	0.68
M28	3340.54	0	0.00	5.61	18745.18	105186.95	4.07	0.81	4.88	0.54	5.04
M30	447.39	0	0.00	5.61	2510.51	14087.54	0.55	0.11	0.65	0.07	0.68
M31	153.49	1.17	179.59	4.44	681.73	3027.85	0.19	0.03	0.22	0.02	0.22
M32	123.83	1.17	144.88	4.44	549.98	2442.68	0.15	0.02	0.17	0.02	0.18
M33	3374.25	3.96	13362.01	1.65	5572.28	9202.14	4.11	0.24	4.35	0.16	4.40
M34	1395.91	3.96	5527.81	1.65	2305.23	3806.88	1.70	0.10	1.80	0.07	1.82
M36	1683.40	5.8	9763.71	-0.19	-317.47	59.87	2.05	0.00	2.05	0.01	2.05
M37	7652.10	7.7	58921.16	-2.09	-15982.07	33379.92	9.33	-0.15	9.18	0.46	9.32
M38	241.81	7.7	1861.97	-2.09	-505.05	1054.84	0.29	0.00	0.29	0.01	0.29
M39	7694.60	7.7	59248.44	-2.09	-16070.84	33565.33	9.38	-0.15	9.23	0.46	9.37
$\Sigma$	<b>53109.45</b>		<b>298019.13</b>		<b>0.00</b>	<b>439803.0582</b>	<b>64.7637</b>	<b>2.224129</b>	<b>66.988</b>	<b>3.7604</b>	<b>68.12</b>
										<b>Vu =</b>	<b>74.93</b>

Tabla 5.106 Determinación del cortante resistente de los muros en la dirección X

DIRECCIÓN X								
MURO	Longitud	Espesor	A <sub>T</sub>	V* <sub>m</sub>	P	F <sub>R</sub>	V <sub>Rm</sub>	1.5·F <sub>R</sub> ·V* <sub>m</sub> ·A <sub>T</sub>
	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(m)	(kg/cm <sup>2</sup> )		(kg)	(kg)
M15	402.00	12	4824	4.5	4.50	0.7	7598.74	22793.4
M17	140.00	12	1680	4.5	4.50	0.7	2646.94	7938
M18	300.00	12	3600	4.5	4.50	0.7	5670.94	17010
M19	186.00	12	2232	4.5	4.50	0.7	3516.34	10546.2
M20	100.00	12	1200	4.5	4.50	0.7	1890.94	5670
M21	372.00	12	4464	4.5	4.50	0.7	7031.74	21092.4
M23	123.00	12	1476	4.5	4.50	0.7	2325.64	6974.1
M24	187.00	12	2244	4.5	4.50	0.7	3535.24	10602.9
M25	650.00	12	7800	4.5	4.50	0.7	12285.94	36855
M41	402	12	4824	4.5	4.50	0.7	7598.74	22793.4
M43	140	12	1680	4.5	4.50	0.7	2646.94	7938
M44	300	12	3600	4.5	4.50	0.7	5670.94	17010
M45	186	12	2232	4.5	4.50	0.7	3516.34	10546.2
M46	100	12	1200	4.5	4.50	0.7	1890.94	5670
M47	372	12	4464	4.5	4.50	0.7	7031.74	21092.4
M49	123	12	1476	4.5	4.50	0.7	2325.64	6974.1
M50	187	12	2244	4.5	4.50	0.7	3535.24	10602.9
Σ	4270.00						80719.06	

Tabla 5.107 Determinación del cortante resistente de los muros en la dirección Y

DIRECCIÓN Y								
MURO	Longitud	Espesor	A <sub>T</sub>	V* <sub>m</sub>	P	F <sub>R</sub>	V <sub>Rm</sub>	1.5·F <sub>R</sub> ·V* <sub>m</sub> ·A <sub>T</sub>
	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(m)	(kg/cm <sup>2</sup> )		(kg)	(kg)
M1	102	12	1224	4.5	4.50	0.7	1928.74	5783.4
M2	224	12	2688	4.5	4.50	0.7	4234.54	12700.8
M4	102	12	1224	4.5	4.50	0.7	1928.74	5783.4
M5	70	12	840	4.5	4.50	0.7	1323.94	3969
M6	65	12	780	4.5	4.50	0.7	1229.44	3685.5
M7	225	12	2700	4.5	4.50	0.7	4253.44	12757.5
M8	156	12	1872	4.5	4.50	0.7	2949.34	8845.2
M10	168	12	2016	4.5	4.50	0.7	3176.14	9525.6
M11	335	12	4020	4.5	4.50	0.7	6332.44	18994.5
M12	82	12	984	4.5	4.50	0.7	1550.74	4649.4
M13	336	12	4032	4.5	4.50	0.7	6351.34	19051.2
M27	102	12	1224	4.5	4.50	0.7	1928.74	5783.4
M28	224	12	2688	4.5	4.50	0.7	4234.54	12700.8
M30	102	12	1224	4.5	4.50	0.7	1928.74	5783.4
M31	70	12	840	4.5	4.50	0.7	1323.94	3969
M32	65	12	780	4.5	4.50	0.7	1229.44	3685.5
M33	225	12	2700	4.5	4.50	0.7	4253.44	12757.5
M34	156	12	1872	4.5	4.50	0.7	2949.34	8845.2
M36	168	12	2016	4.5	4.50	0.7	3176.14	9525.6
M37	335	12	4020	4.5	4.50	0.7	6332.44	18994.5
M38	82	12	984	4.5	4.50	0.7	1550.74	4649.4
M39	336	12	4032	4.5	4.50	0.7	6351.34	19051.2
Σ	3730						70517.7945	

**Observación:** La resistencia a fuerza cortante de los muros no se afectó por el factor F<sub>AE</sub>, pues esto se hace únicamente cuando se aplica el método simplificado de análisis de acuerdo a las NTC para Mampostería.

## 5.5 COMPARATIVA ESTRUCTURAL

En los siguientes cuadros se muestra el resumen de los análisis desarrollados para los tres distintos sistemas constructivos aplicados en los dos proyectos: la casa habitación y el conjunto habitacional.

La idea es tener los resultados de manera conjunta y, mediante ello, poder comparar y concluir sobre la factibilidad estructural de los tres sistemas constructivos bajo dos condiciones comunes, una casa habitacional y un conjunto habitacional de 5 niveles, partiendo de que ambas se encuentran en una misma zona sísmica de la Ciudad de México.

### 5.5.1 COMPARATIVA ANTE CARGAS VERTICALES

Tabla 5.108 Comparativa ante carga vertical de los tres sistemas en la casa habitación

PROYECTO: CASA HABITACIÓN									
MURO	ROJO RECOCIDO			TABIMAX			NOVAMURO		
	P <sub>u</sub>	P <sub>R</sub>	P <sub>R</sub> /P <sub>u</sub>	P <sub>u</sub>	P <sub>R</sub>	P <sub>R</sub> /P <sub>u</sub>	P <sub>u</sub>	P <sub>R</sub>	P <sub>R</sub> /P <sub>u</sub>
	(kg/m)	(kg)		(kg/m)	(kg)		(kg/m)	(kg)	
1	28490.27	32292.00	1.13	24203.52	20256.60	0.84	23853.26	65707.20	2.75
2	15481.57	16560.00	1.07	12836.02	10388.00	0.81	12672.57	33696.00	2.66
3	24040.45	32292.00	1.34	20044.39	20256.60	1.01	19683.62	65707.20	3.34
4	8545.37	9660.00	1.13	7295.70	7860.16	1.08	7297.06	19656.00	2.69
5	6036.28	11592.00	1.92	4805.01	9432.19	1.96	4796.95	23587.20	4.92
6	6894.81	17388.00	2.52	5772.71	14148.29	2.45	5813.28	35380.80	6.09
7	15350.89	23184.00	1.51	13610.15	18864.38	1.39	13410.27	47174.40	3.52
8	16749.00	15456.00	0.92	14585.61	12576.26	0.86	14481.44	31449.60	2.17
9	7176.00	11592.00	1.62	5944.73	9432.19	1.59	5936.66	23587.20	3.97
10	4859.27	6762.00	1.39	4114.73	5502.11	1.34	3966.26	13759.20	3.47
11	11135.60	13248.00	1.19	9357.72	8310.40	0.89	9140.97	26956.80	2.95
12	4689.72	16560.00	3.53	3404.30	10388.00	3.05	3275.50	33696.00	10.29
13	14202.84	32292.00	2.27	10944.45	20256.60	1.85	10538.68	65707.20	6.23
14	2802.51	4140.00	1.48	2256.01	2597.00	1.15	2184.90	8424.00	3.86
15	7380.45	9108.00	1.23	6136.51	5713.40	0.93	5970.55	18532.80	3.10
16	11512.57	13248.00	1.15	9889.47	8310.40	0.84	9705.19	26956.80	2.78
17	11762.56	22218.00	1.89	10262.84	18078.37	1.76	10308.08	45208.80	4.39
18	10196.30	10626.00	1.04	9157.07	8646.18	0.94	9146.45	21621.60	2.36
19	16081.09	22218.00	1.38	13866.71	18078.37	1.30	13840.33	45208.80	3.27
20	5068.22	11592.00	2.29	3934.52	9432.19	2.40	3922.93	23587.20	6.01
21	2388.90	4140.00	1.73	1878.90	2597.00	1.38	1813.00	8424.00	4.65
22	3344.46	5796.00	1.73	2630.46	3635.80	1.38	2538.19	11793.60	4.65
23	4588.72	9936.00	2.17	3627.49	6232.80	1.72	3506.78	20217.60	5.77
24	2820.57	4140.00	1.53	2326.21	2597.00	1.12	2262.54	8424.00	3.72
25	5559.21	9108.00	1.71	4471.61	5713.40	1.28	4331.53	18532.80	4.28

Tabla 5.109 Comparativa ante carga vertical de los tres sistemas en el conjunto habitacional

PROYECTO: CONJUNTO HABITACIONAL (5NIVELES)									
MURO	ROJO RECOCIDO			TABIMAX			NOVAMURO		
	P <sub>u</sub>	P <sub>R</sub>	P <sub>R</sub> /P <sub>u</sub>	P <sub>u</sub>	P <sub>R</sub>	P <sub>R</sub> /P <sub>u</sub>	P <sub>u</sub>	P <sub>R</sub>	P <sub>R</sub> /P <sub>u</sub>
	(kg/m)	(kg)		(kg/m)	(kg)		(kg/m)	(kg)	
1 ó 27	10996.05	8445.60	0.77	9029.09	5297.88	0.59	8825.47	17184.96	1.95
2 ó 28	8752.01	7948.80	0.91	7067.03	4986.24	0.71	6892.61	16174.08	2.35
3 ó 29	12065.31	10598.40	0.88	9818.68	6648.32	0.68	9586.11	21565.44	2.25
4 ó 30	9614.54	8445.60	0.88	7824.26	5297.88	0.68	7638.93	17184.96	2.25
5 ó 31	8184.90	5796.00	0.71	6946.94	3635.80	0.52	6818.79	11793.60	1.73
6 ó 32	7313.05	5382.00	0.74	6098.57	3376.10	0.55	5972.85	10951.20	1.83
7 ó 33	23707.71	21735.00	0.92	20212.00	17685.36	0.87	20327.92	44226.00	2.18
8 ó 34	7882.53	7728.00	0.98	6600.97	6288.13	0.95	6282.83	15724.80	2.50
9 ó 35	7829.37	7341.60	0.94	6611.89	5973.72	0.90	6309.66	14938.56	2.37
10 ó 36	14315.40	16228.80	1.13	11542.98	13205.07	1.14	10120.26	33022.08	3.26
11 ó 37	28686.51	27738.00	0.97	22727.63	17399.90	0.77	21951.35	56440.80	2.57
12 ó 38	7050.86	6789.60	0.96	5433.78	4259.08	0.78	4831.12	13815.36	2.86
13 ó 39	6597.44	6292.80	0.95	5114.22	3947.44	0.77	4561.45	12804.48	2.81
14 ó 40	22540.35	21528.00	0.96	18375.28	13504.40	0.73	17944.12	43804.80	2.44
15 ó 41	22860.38	19458.00	0.85	18688.74	12205.90	0.65	18256.90	39592.80	2.17
16 ó 42	16476.33	13827.60	0.84	13565.21	8673.98	0.64	12876.68	28136.16	2.19
17 ó 43	13487.92	11592.00	0.86	11047.45	7271.60	0.66	10794.82	23587.20	2.19
18 ó 44	35262.46	28980.00	0.82	30601.51	23580.48	0.77	30756.07	58968.00	1.92
19 ó 45	29951.92	17967.60	0.60	26972.29	14619.90	0.54	26232.62	36560.16	1.39
20 ó 46	10698.67	9660.00	0.90	9043.94	7860.16	0.87	8626.60	19656.00	2.28
21 ó 47	16844.48	17967.60	1.07	13775.01	14619.90	1.06	12199.85	36560.16	3.00
22 ó 48	18733.97	17967.60	0.96	15275.50	14619.90	0.96	13555.36	36560.16	2.70
23 ó 49	12772.18	10184.40	0.80	10801.78	6388.62	0.59	10597.81	20723.04	1.96
24 ó 50	24311.03	18064.20	0.74	21315.39	14698.50	0.69	20571.74	36756.72	1.79
25	35733.72	27048.00	0.76	30450.79	22008.45	0.72	30498.50	55036.80	1.80
26	46672.76	35742.00	0.77	40924.25	29082.59	0.71	41114.87	72727.20	1.77

Los valores menores a 1 (resultado del cociente  $P_R/P_u$ ), indican que la resistencia de los muros es menor que la solicitada, por lo que esos muros tendrán que ser modificados en sección o utilizar otro material. Por ejemplo, el muro 1 del conjunto habitacional, resiste únicamente el 67% de lo solicitado en el sistema tradicional de tabique rojo recocido, mientras que ese mismo muro soporta el 195% bajo el sistema Novamuro.

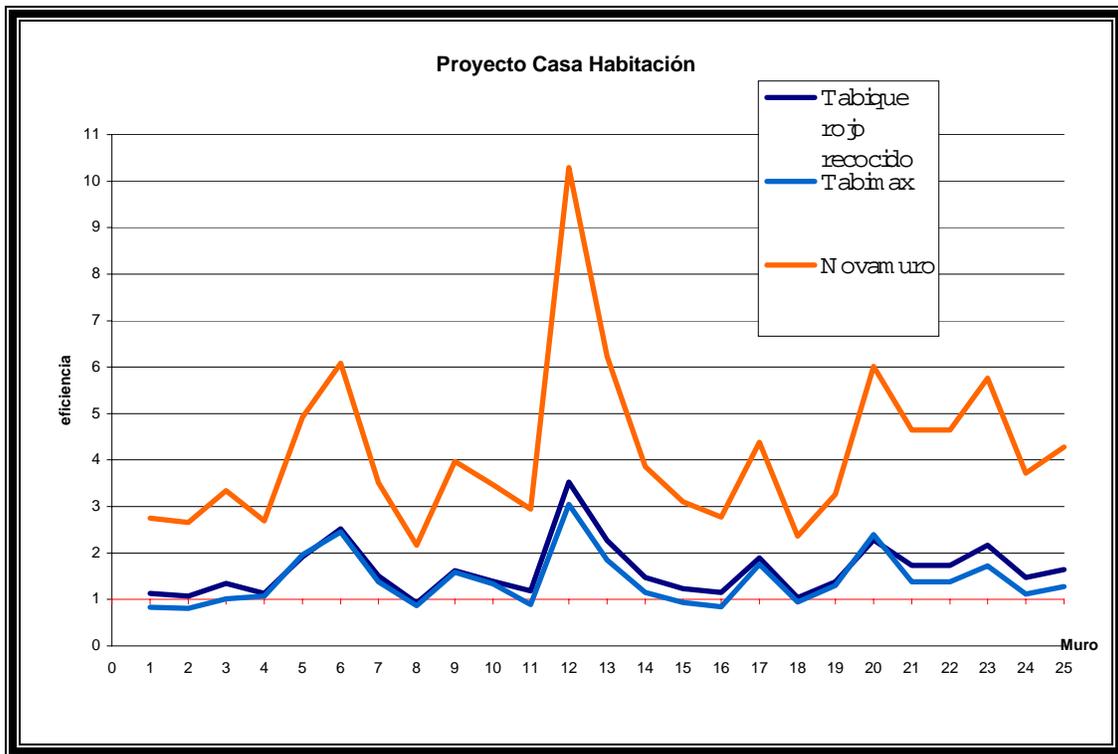


Figura 5.1 Comparativa estructural de muros entre sistemas constructivos ante cargas verticales (Casa Habitación)

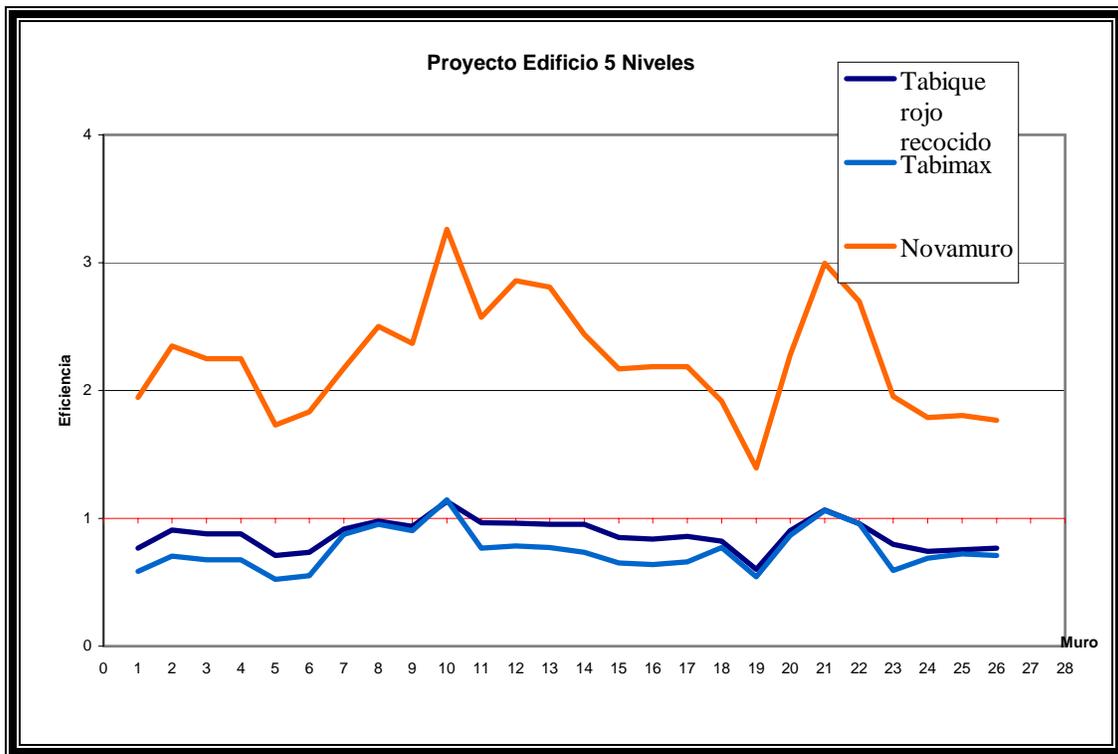


Figura 5.1 Comparativa estructural de muros entre sistemas constructivos ante cargas verticales (Conjunto Habitacional)

En las *figuras 5.1 y 5.2* se muestran gráficamente los resultados para cada sistema constructivo. Los muros que se encuentran por debajo de la línea roja son aquellos que no logran soportar la carga a que son sometidos. La *tabla 5.110* indica los porcentajes de muros que pasan en cada sistema y cada proyecto.

Nótese que el sistema Novamuro siempre está por encima, por mucho, de los otros dos sistemas.

Tabla 5.110 Porcentaje de muros que pasan las solicitaciones ante cargas verticales para cada sistema

SISTEMA CONSTRUCTIVO	% DE MUROS QUE PASAN	
	CASA HABITACIÓN	CONJUNTO HABITACIONAL (5 NIVELES)
ROJO RECOCIDO	96	7.69
TABIMAX	72	7.69
SISTEMA NOVAMURO	100	100

### 5.5.1 COMPARATIVA ANTE CARGAS HORIZONTALES

Tabla 5.111 Comparativa ante carga horizontal de los tres sistemas en la casa habitación

PROYECTO: CASA HABITACIÓN					
SISTEMA	$V_u$	$V_{RX}$	$V_{RY}$	$V_{RX}/V_u$	$V_{RY}/V_u$
	(ton)	(ton)	(ton)		
ROJO RECOCIDO	28.65	61.55	25.68	2.15	0.90
TABIMAX	28.62	57.12	23.52	2.00	0.82
NOVAMURO	28.15	64.45	26.10	2.29	0.93

Tabla 5.112 Comparativa ante carga horizontal de los tres sistemas en el conjunto habitacional

PROYECTO: CONJUNTO HABITACIONAL (5NIVELES)						
SISTEMA	$V_{ux}$	$V_{uy}$	$V_{RX}$	$V_{RY}$	$V_{RX}/V_{ux}$	$V_{RY}/V_{uy}$
	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)		
ROJO RECOCIDO	101.12	83.63	68.7677749	60.08	0.68	0.72
TABIMAX	94.13	80.1478786	67.27	58.77	0.71	0.73
NOVAMURO	88.30	74.9275294	80.72	70.52	0.91	0.94

Al igual que para el análisis de cargas verticales, los valores menores a 1 (resultado del cociente  $V_R/V_u$ ), indican que la resistencia de los muros ante solicitaciones sísmicas es

menor que la actuante, por lo que esos muros tendrán que ser modificados en sección o utilizar otro material.

En la *figura 5.3* se muestra de manera gráfica la comparativa entre los sistemas constructivos para ambos proyectos ante cargas horizontales. Los puntos localizados por debajo de 1, tanto para el eje x ( $V_{Rx}/V_u$ ) como para el y ( $V_{Ry}/V_u$ ), indican que los muros de la dirección correspondiente no soportan las solicitaciones a que son sometidos. Nótese que el sistema Novamuro (puntos en color anaranjado) siempre está, aún cuando no pase las solicitaciones, muy por encima de los otros dos sistemas, tanto en la dirección X como en la Y.

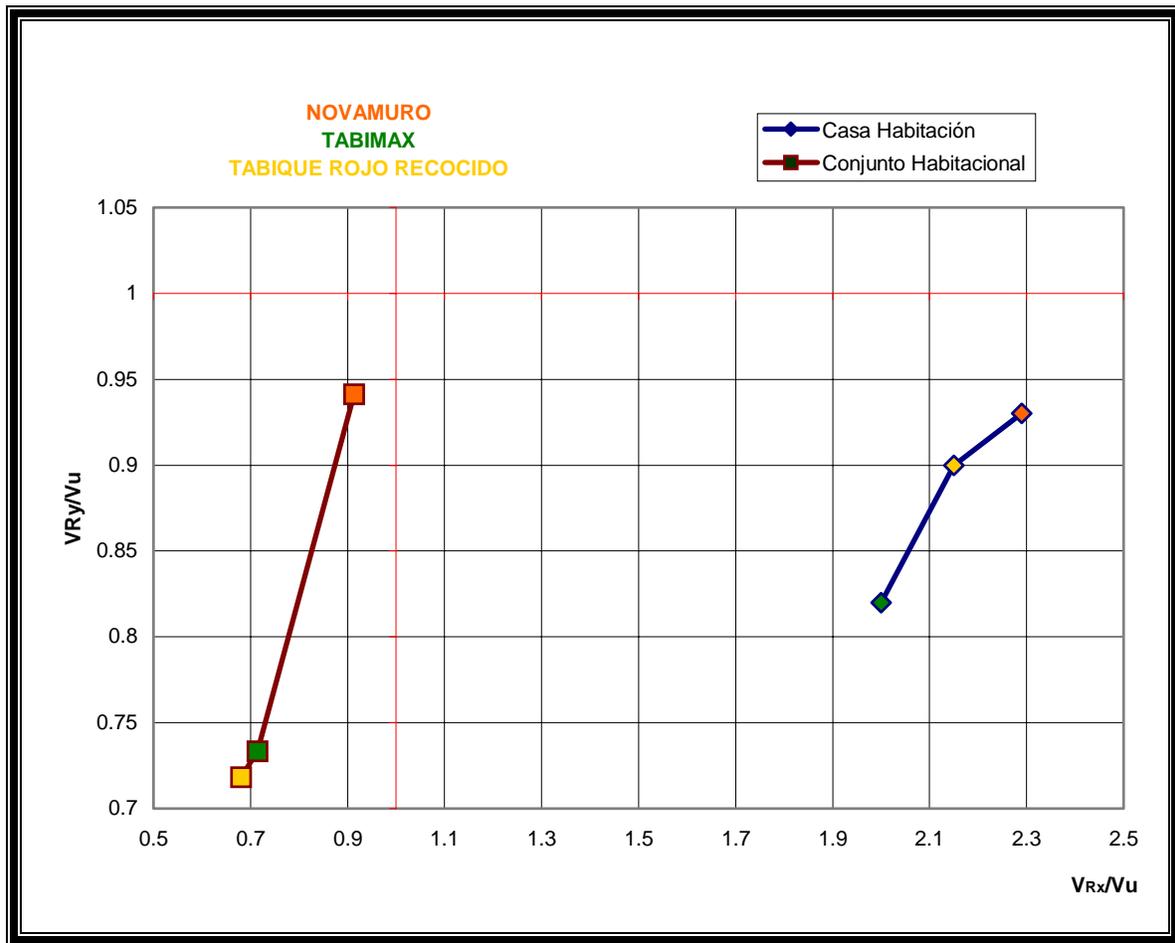


Figura 5.3 Comparativa estructural de muros entre sistemas constructivos ante cargas horizontales

## 5.6 REVISIÓN DE ACERO

Se han desarrollado las revisiones de las cuantías de acero para los diversos sistemas de mampostería y para los dos proyectos estudiados basadas en las *secciones 4.3.1 y 4.4.1*.

### 5.6.1 CASA HABITACIÓN

Tabla 5.113 Revisión del acero en castillos de 15x15cm para los sistemas de Tabique Rojo Recocido y Tabimax (Mampostería Confinada)

CASA HABITACIÓN																	
MURO	Refuerzo longitudinal del castillo									Refuerzo transversal del castillo							
	$f'_c$	Designación de varilla	$f_y$	Área de varilla	# de varillas	t	$A_{s \text{ real}}$	$A_{s \text{ teórico}}$	$A_{s \text{ real}} > A_{s \text{ teórico}}$	Designación de varilla	$f_y$	Área de varilla	S	$h_c$	$A_{sc \text{ real}}$	$A_{s \text{ teórico}}$	$A_{sc \text{ real}} > A_{sc \text{ teórico}}$
	(kg/cm <sup>2</sup> )		(kg/cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )		(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )		(kg/cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	
1	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.9	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
2	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
3	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
4	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
5	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
6	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
7	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
8	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
9	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
10	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
11	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
12	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
13	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
14	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
15	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
16	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
17	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
18	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
19	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
20	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
21	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
22	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
23	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
24	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
25	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ

**Tabla 5.114 Verificación de la separación de castillos para los sistemas de mampostería confinada**

Verificación de la separación de castillos.						
MURO	Long. de muro	# de castillos	S castillos	1.5H	Scast < 1.5H	S cast < 4m
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1	390	3	195	345	SÍ	SÍ
2	200	2	200	345	SÍ	SÍ
3	390	3	195	345	SÍ	SÍ
4	100	2	100	345	SÍ	SÍ
5	120	2	120	345	SÍ	SÍ
6	180	2	180	345	SÍ	SÍ
7	240	2	240	345	SÍ	SÍ
8	160	2	160	345	SÍ	SÍ
9	120	2	120	345	SÍ	SÍ
10	70	2	70	345	SÍ	SÍ
11	160	2	160	345	SÍ	SÍ
12	200	2	200	345	SÍ	SÍ
13	390	3	195	345	SÍ	SÍ
14	50	2	50	345	SÍ	SÍ
15	110	2	110	345	SÍ	SÍ
16	160	2	160	345	SÍ	SÍ
17	230	2	230	345	SÍ	SÍ
18	110	2	110	345	SÍ	SÍ
19	230	2	230	345	SÍ	SÍ
20	120	2	120	345	SÍ	SÍ
21	50	2	50	345	SÍ	SÍ
22	70	2	70	345	SÍ	SÍ
23	120	2	120	345	SÍ	SÍ
24	50	2	50	345	SÍ	SÍ
25	110	2	110	345	SÍ	SÍ

Tabla 5.115 Revisión del acero en muros para el sistema Novamuro (Mampostería Reforzada Interiormente)

CASA HABITACIÓN																				
MURO	P <sub>h</sub>									P <sub>v</sub>									P <sub>h</sub> +P <sub>v</sub> > 0.002	
	Desig. de varilla	f <sub>v</sub>	Área de varilla	# de varillas	A <sub>sh</sub>	S <sub>h</sub>	t	P <sub>h</sub> > 0.0007	Long de muro (cm)	Desig. de varilla	f <sub>v</sub>	Área de varilla	# de varillas	A <sub>sv</sub>	t	P <sub>v</sub> > 0.0007	P <sub>h</sub> +P <sub>v</sub>			
		(kg/cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )		(cm <sup>2</sup> )	(cm)	(cm)				(kg/cm <sup>2</sup> )	(m <sup>2</sup> )		(cm <sup>2</sup> )	(cm)					
1	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	390	3/8	4200	0.71	7	4.99	12	0.0011	SÍ	0.0020	SÍ
2	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	200	3/8	4200	0.71	4	2.85	12	0.0012	SÍ	0.0021	SÍ
3	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	390	3/8	4200	0.71	7	4.99	12	0.0011	SÍ	0.0020	SÍ
4	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	100	3/8	4200	0.71	3	2.14	12	0.0018	SÍ	0.0027	SÍ
5	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	120	3/8	4200	0.71	3	2.14	12	0.0015	SÍ	0.0024	SÍ
6	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	180	3/8	4200	0.71	4	2.85	12	0.0013	SÍ	0.0023	SÍ
7	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	240	3/8	4200	0.71	5	3.56	12	0.0012	SÍ	0.0022	SÍ
8	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	160	3/8	4200	0.71	4	2.85	12	0.0015	SÍ	0.0024	SÍ
9	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	120	3/8	4200	0.71	3	2.14	12	0.0015	SÍ	0.0024	SÍ
10	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	70	3/8	4200	0.71	2	1.43	12	0.0017	SÍ	0.0026	SÍ
11	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	160	3/8	4200	0.71	4	2.85	12	0.0015	SÍ	0.0024	SÍ
12	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	200	3/8	4200	0.71	4	2.85	12	0.0012	SÍ	0.0021	SÍ
13	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	390	3/8	4200	0.71	7	4.99	12	0.0011	SÍ	0.0020	SÍ
14	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	50	3/8	4200	0.71	2	1.43	12	0.0024	SÍ	0.0033	SÍ
15	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	110	3/8	4200	0.71	3	2.14	12	0.0016	SÍ	0.0026	SÍ
16	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	160	3/8	4200	0.71	4	2.85	12	0.0015	SÍ	0.0024	SÍ
17	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	230	3/8	4200	0.71	5	3.56	12	0.0013	SÍ	0.0022	SÍ
18	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	110	3/8	4200	0.71	3	2.14	12	0.0016	SÍ	0.0026	SÍ
19	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	230	3/8	4200	0.71	5	3.56	12	0.0013	SÍ	0.0022	SÍ
20	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	120	3/8	4200	0.71	3	2.14	12	0.0015	SÍ	0.0024	SÍ
21	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	50	3/8	4200	0.71	2	1.43	12	0.0024	SÍ	0.0033	SÍ
22	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	70	3/8	4200	0.71	2	1.43	12	0.0017	SÍ	0.0026	SÍ
23	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	120	3/8	4200	0.71	3	2.14	12	0.0015	SÍ	0.0024	SÍ
24	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	50	3/8	4200	0.71	2	1.43	12	0.0024	SÍ	0.0033	SÍ
25	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	110	3/8	4200	0.71	3	2.14	12	0.0016	SÍ	0.0026	SÍ

**Tabla 5.116 Verificación de la separación del acero de refuerzo para el sistema Novamuro**

Verificación de separaciones de varillas de acero								
MURO	Separación de acero horizontal				Separación de acero vertical			
	S <sub>h</sub>	4 hiladas	S <sub>h</sub> <4hiladas	S <sub>h</sub> <60cm	S <sub>v</sub>	6t	S <sub>v</sub> <6t	S <sub>v</sub> <80cm
	(cm)	(cm)			(cm)	(cm)		
1	28	28	SÍ	SÍ	65.00	72	SÍ	SÍ
2	28	28	SÍ	SÍ	66.67	72	SÍ	SÍ
3	28	28	SÍ	SÍ	65.00	72	SÍ	SÍ
4	28	28	SÍ	SÍ	50.00	72	SÍ	SÍ
5	28	28	SÍ	SÍ	60.00	72	SÍ	SÍ
6	28	28	SÍ	SÍ	60.00	72	SÍ	SÍ
7	28	28	SÍ	SÍ	60.00	72	SÍ	SÍ
8	28	28	SÍ	SÍ	53.33	72	SÍ	SÍ
9	28	28	SÍ	SÍ	60.00	72	SÍ	SÍ
10	28	28	SÍ	SÍ	70.00	72	SÍ	SÍ
11	28	28	SÍ	SÍ	53.33	72	SÍ	SÍ
12	28	28	SÍ	SÍ	66.67	72	SÍ	SÍ
13	28	28	SÍ	SÍ	65.00	72	SÍ	SÍ
14	28	28	SÍ	SÍ	50.00	72	SÍ	SÍ
15	28	28	SÍ	SÍ	55.00	72	SÍ	SÍ
16	28	28	SÍ	SÍ	53.33	72	SÍ	SÍ
17	28	28	SÍ	SÍ	57.50	72	SÍ	SÍ
18	28	28	SÍ	SÍ	55.00	72	SÍ	SÍ
19	28	28	SÍ	SÍ	57.50	72	SÍ	SÍ
20	28	28	SÍ	SÍ	60.00	72	SÍ	SÍ
21	28	28	SÍ	SÍ	50.00	72	SÍ	SÍ
22	28	28	SÍ	SÍ	70.00	72	SÍ	SÍ
23	28	28	SÍ	SÍ	60.00	72	SÍ	SÍ
24	28	28	SÍ	SÍ	50.00	72	SÍ	SÍ
25	28	28	SÍ	SÍ	55.00	72	SÍ	SÍ

## 5.6.2 CONJUNTO HABITACIONAL

Tabla 5.117 Revisión del acero en castillos de 15x15 para los sistemas de Tabique Rojo Recocido y Tabimax (Mampostería Confinada)

CONJUNTO HABITACIONAL																	
MURO	Refuerzo longitudinal del castillo									Refuerzo transversal del castillo							
	$f'_c$	Desig. de varilla	$f_y$	Área de varilla	# de varillas	t	$A_s$ real	$A_s$ teórico	$A_{s \text{ real}} > A_{s \text{ teórico}}$	Desig. de varilla	$f_y$	Área de varilla	S	$h_c$	$A_{sc}$ real	$A_{sc}$ teórico	$A_{sc \text{ real}} > A_{sc \text{ teórico}}$
	(kg/cm <sup>2</sup> )		(kg/cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )		(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )			(kg/cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(cm <sup>2</sup> )	
1 ó 27	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.9	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
2 ó 28	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
3 ó 29	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
4 ó 30	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
5 ó 31	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
6 ó 32	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
7 ó 33	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
8 ó 34	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
9 ó 35	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
10 ó 36	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
11 ó 37	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
12 ó 38	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
13 ó 39	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
14 ó 40	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
15 ó 41	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
16 ó 42	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
17 ó 43	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
18 ó 44	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
19 ó 45	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
20 ó 46	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
21 ó 47	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
22 ó 48	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
23 ó 49	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
24 ó 50	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
25	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ
26	150	3/8	4200	0.71	4	15	2.85	1.61	SÍ	1/4	2500	0.32	20	15	0.63	0.53	SÍ

Tabla 5.118 Verificación de la separación de castillos para los sistemas de mampostería confinada

Verificación de la separación de castillos.						
MURO	Long. de muro	# de castillos	Separación de castillos	1.5H	$S_{cast} < 1.5H$	$S_{cast} < 4m$
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
1 ó 27	102	2	102	345	SÍ	SÍ
2 ó 28	96	2	96	345	SÍ	SÍ
3 ó 29	128	2	128	345	SÍ	SÍ
4 ó 30	102	2	102	345	SÍ	SÍ
5 ó 31	70	2	70	345	SÍ	SÍ
6 ó 32	65	2	65	345	SÍ	SÍ
7 ó 33	225	2	225	345	SÍ	SÍ
8 ó 34	80	2	80	345	SÍ	SÍ
9 ó 35	76	2	76	345	SÍ	SÍ
10 ó 36	168	2	168	345	SÍ	SÍ
11 ó 37	335	2	335	345	SÍ	SÍ
12 ó 38	82	2	82	345	SÍ	SÍ
13 ó 39	76	2	76	345	SÍ	SÍ
14 ó 40	260	2	260	345	SÍ	SÍ
15 ó 41	235	2	235	345	SÍ	SÍ
16 ó 42	167	2	167	345	SÍ	SÍ
17 ó 43	140	2	140	345	SÍ	SÍ
18 ó 44	300	2	300	345	SÍ	SÍ
19 ó 45	186	2	186	345	SÍ	SÍ
20 ó 46	100	2	100	345	SÍ	SÍ
21 ó 47	186	2	186	345	SÍ	SÍ
22 ó 48	186	2	186	345	SÍ	SÍ
23 ó 49	123	2	123	345	SÍ	SÍ
24 ó 50	187	2	187	345	SÍ	SÍ
25	280	2	280	345	SÍ	SÍ
26	370	3	185	345	SÍ	SÍ

Tabla 5.119 Revisión del acero en muros para el sistema Novamuro (Mampostería Reforzada Interiormente)

CONJUNTO HABITACIONAL																				
MURO	P <sub>h</sub>									P <sub>v</sub>									P <sub>h</sub> +P <sub>v</sub> > 0.002	
	Desig. de varilla	f <sub>y</sub>  (kg/cm <sup>2</sup> )	Área de varilla  (cm <sup>2</sup> )	# de varillas	A <sub>sh</sub>	S <sub>h</sub>	t	P <sub>h</sub>	P <sub>h</sub> >0.0007	Long. de muro  (cm)	Desig. de varilla	f <sub>y</sub>  (kg/cm <sup>2</sup> )	Área de varilla  (m <sup>2</sup> )	# de varillas	A <sub>sv</sub>	t	P <sub>v</sub>	P <sub>v</sub> > 0.0007		P <sub>h</sub> +P <sub>v</sub>
					(cm <sup>2</sup> )	(cm)	(cm)								(cm <sup>2</sup> )	(cm)				
1 ó 27	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	102	3/8	4200	0.71	3	2.14	12	0.0017	SÍ	0.0027	SÍ
2 ó 28	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	96	3/8	4200	0.71	3	2.14	12	0.0019	SÍ	0.0028	SÍ
3 ó 29	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	128	3/8	4200	0.71	3	2.14	12	0.0014	SÍ	0.0023	SÍ
4 ó 30	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	102	3/8	4200	0.71	3	2.14	12	0.0017	SÍ	0.0027	SÍ
5 ó 31	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	70	3/8	4200	0.71	2	1.43	12	0.0017	SÍ	0.0026	SÍ
6 ó 32	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	65	3/8	4200	0.71	2	1.43	12	0.0018	SÍ	0.0028	SÍ
7 ó 33	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	225	3/8	4200	0.71	5	3.56	12	0.0013	SÍ	0.0023	SÍ
8 ó 34	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	80	3/8	4200	0.71	3	2.14	12	0.0022	SÍ	0.0032	SÍ
9 ó 35	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	76	3/8	4200	0.71	3	2.14	12	0.0023	SÍ	0.0033	SÍ
10 ó 36	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	168	3/8	4200	0.71	4	2.85	12	0.0014	SÍ	0.0024	SÍ
11 ó 37	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	335	3/8	4200	0.71	6	4.28	12	0.0011	SÍ	0.0020	SÍ
12 ó 38	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	82	3/8	4200	0.71	3	2.14	12	0.0022	SÍ	0.0031	SÍ
13 ó 39	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	76	3/8	4200	0.71	3	2.14	12	0.0023	SÍ	0.0033	SÍ
14 ó 40	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	260	3/8	4200	0.71	5	3.56	12	0.0011	SÍ	0.0021	SÍ
15 ó 41	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	235	3/8	4200	0.71	5	3.56	12	0.0013	SÍ	0.0022	SÍ
16 ó 42	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	167	3/8	4200	0.71	4	2.85	12	0.0014	SÍ	0.0024	SÍ
17 ó 43	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	140	3/8	4200	0.71	3	2.14	12	0.0013	SÍ	0.0022	SÍ
18 ó 44	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	300	3/8	4200	0.71	6	4.28	12	0.0012	SÍ	0.0021	SÍ
19 ó 45	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	186	3/8	4200	0.71	4	2.85	12	0.0013	SÍ	0.0022	SÍ
20 ó 46	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	100	3/8	4200	0.71	3	2.14	12	0.0018	SÍ	0.0027	SÍ
21 ó 47	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	186	3/8	4200	0.71	4	2.85	12	0.0013	SÍ	0.0022	SÍ
22 ó 48	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	186	3/8	4200	0.71	4	2.85	12	0.0013	SÍ	0.0022	SÍ
23 ó 49	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	123	3/8	4200	0.71	3	2.14	12	0.0014	SÍ	0.0024	SÍ
24 ó 50	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	187	3/8	4200	0.71	4	2.85	12	0.0013	SÍ	0.0022	SÍ
25	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	280	3/8	4200	0.71	5	3.56	12	0.0011	SÍ	0.0020	SÍ
26	1/4	2500	0.32	1	0.32	28	12	0.0009	SÍ	370	3/8	4200	0.71	7	4.99	12	0.0011	SÍ	0.0021	SÍ

Tabla 5.120 Verificación de la separación del acero de refuerzo para el sistema Novamuro

Verificación de separaciones de varillas de acero								
MURO	Separación de acero horizontal				Separación de acero vertical			
	S <sub>h</sub>	4 hiladas	S <sub>h</sub> <4hiladas	S <sub>h</sub> <60cm	S <sub>v</sub>	6t	S <sub>v</sub> <6t	S <sub>v</sub> <80cm
	(cm)	(cm)			(cm)	(cm)		
1 ó 27	28	28	SÍ	SÍ	51.00	72	SÍ	SÍ
2 ó 28	28	28	SÍ	SÍ	48.00	72	SÍ	SÍ
3 ó 29	28	28	SÍ	SÍ	64.00	72	SÍ	SÍ
4 ó 30	28	28	SÍ	SÍ	51.00	72	SÍ	SÍ
5 ó 31	28	28	SÍ	SÍ	70.00	72	SÍ	SÍ
6 ó 32	28	28	SÍ	SÍ	65.00	72	SÍ	SÍ
7 ó 33	28	28	SÍ	SÍ	56.25	72	SÍ	SÍ
8 ó 34	28	28	SÍ	SÍ	40.00	72	SÍ	SÍ
9 ó 35	28	28	SÍ	SÍ	38.00	72	SÍ	SÍ
10 ó 36	28	28	SÍ	SÍ	56.00	72	SÍ	SÍ
11 ó 37	28	28	SÍ	SÍ	67.00	72	SÍ	SÍ
12 ó 38	28	28	SÍ	SÍ	41.00	72	SÍ	SÍ
13 ó 39	28	28	SÍ	SÍ	38.00	72	SÍ	SÍ
14 ó 40	28	28	SÍ	SÍ	65.00	72	SÍ	SÍ
15 ó 41	28	28	SÍ	SÍ	58.75	72	SÍ	SÍ
16 ó 42	28	28	SÍ	SÍ	55.67	72	SÍ	SÍ
17 ó 43	28	28	SÍ	SÍ	70.00	72	SÍ	SÍ
18 ó 44	28	28	SÍ	SÍ	60.00	72	SÍ	SÍ
19 ó 45	28	28	SÍ	SÍ	62.00	72	SÍ	SÍ
20 ó 46	28	28	SÍ	SÍ	50.00	72	SÍ	SÍ
21 ó 47	28	28	SÍ	SÍ	62.00	72	SÍ	SÍ
22 ó 48	28	28	SÍ	SÍ	62.00	72	SÍ	SÍ
23 ó 49	28	28	SÍ	SÍ	61.50	72	SÍ	SÍ
24 ó 50	28	28	SÍ	SÍ	62.33	72	SÍ	SÍ
25	28	28	SÍ	SÍ	70.00	72	SÍ	SÍ
26	28	28	SÍ	SÍ	61.67	72	SÍ	SÍ



# Capítulo 6

## COMPARATIVA ECONÓMICA





---

---

## 6.1 DEFINICIONES GENERALES

### 6.1.1 *COSTO*

Es la suma del importe que representan los consumos de materiales, la mano de obra, los cargos por depreciaciones y amortizaciones de la maquinaria y del equipo, sí como aquellas partidas que sin corresponder a ninguna de las mencionadas incurren en la elaboración de un producto.

Costo es la cantidad de unidades monetarias necesarias para construir un bien u obtener un servicio determinado.

#### 6.1.1.1 **Costos Históricos**

Son los costos en los que se ha incurrido; esto es, son los resultados de los aciertos y/o errores, una vez que se ha realizado un bien o servicio.

#### 6.1.1.2 **Costo Promedio**

Es la representación aritmética de los costos históricos actualizados para una fecha y una plaza determinada.

#### 6.1.1.3 **Costo Predeterminado**

Es el cálculo anticipado del costo, generalmente basado en los costos promedio modificados, que permitan observar las diferencias entre los proyectos ejecutados y los nuevos proyectos.

### 6.1.2 *ANÁLISIS DE COSTOS*

Es el desglose sistemático de la información de gastos, de elementos previamente clasificados para facilitar su examen; es decir, costos directos y costos indirectos.

### 6.1.3 *CARGO O COSTO DIRECTO*

Son aquellos costos que se identifican claramente con el producto y cuya asignación es por tanto específica y definida.

Son los cargos aplicables al concepto de trabajo que se derivan de las erogaciones por mano de obra, materiales, maquinaria, herramienta, instalaciones y patentes, efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo.



### **6.1.3.1 Costo Base**

Los costos base son aquellos conceptos que se repiten constantemente en la integración de diversos precios unitarios. Dichos conceptos pueden ser:

- Morteros.
- Concretos.
- Cimbra.
- Acero de refuerzo.

### **6.1.4 CARGO O COSTO INDIRECTO**

Son aquellos costos que por intervenir de una manera general en la producción, no puede aplicarse específicamente a una unidad de trabajo y por lo tanto su afectación se realiza a través de prorrateos.

Son los gastos de carácter general no incluidos en los cargos en que deba incurrir el contratista para la ejecución de los trabajos y que se distribuyen en proporción a ellos para integrar el precio unitario. Están representados como un porcentaje del costo directo, dichos costos se desglosarán en los correspondientes a la administración de oficinas centrales, de la obra, seguros y fianzas.

Los cargos indirectos dependen, principalmente, del tipo de obra, de la ubicación, del programa, de la época de ejecución y de las condiciones contractuales.

El cálculo de los costos indirectos se realiza de dos maneras: por la experiencia de la empresa (datos históricos) o de acuerdo a un programa de necesidades (datos de presupuesto).

### **6.1.5 CARGO O COSTO POR FINANCIAMIENTO**

Está representado por un porcentaje de la suma de los costos directos e indirectos; para la determinación de este costo deben considerarse los gastos que realizará el contratista en la ejecución de los trabajos, los pagos por anticipos y estimaciones que recibirá y la tasa de interés que aplicará, debiéndose adjuntar el análisis correspondiente.

### **6.1.6 CARGO O COSTO POR UTILIDAD**

Es la ganancia que debe percibir el contratista por la ejecución del concepto de trabajo. Es fijado por el contratista mediante un porcentaje de la suma de los costos directos, indirectos y de financiamiento.



---

### **6.1.7 COSTO UNITARIO**

El costo unitario es el resultado de sumar el costo indirecto más el costo directo.

### **6.1.8 PRECIO UNITARIO**

El precio unitario se integra sumando todos los cargos directos e indirectos correspondientes al concepto de trabajo, el cargo por la utilidad del contratista y aquellos cargos adicionales estipulados contractualmente.

### **6.1.9 PRESUPUESTO**

Previsión de gastos e ingresos para un determinado periodo de tiempo.

Los presupuestos son programas en los que se les asignan cifras a las actividades, refiriéndose básicamente al flujo del dinero dentro de la organización; implican una estimación del capital, de los costos, de los ingresos y de las unidades o productos requeridos para lograr los objetivos.

## **6.2 CONTRATOS DE OBRA Y SALARIOS**

### **6.2.1 TIPOS DE CONTRATOS**

Los contratos son acuerdos de voluntades, pueden ser verbales o escritos, formales o informales.

#### **6.2.1.1 Contrato por Administración**

Cuando se requiere comenzar una obra sin la definición del alcance del proyecto y, por lo tanto, la falta de un buen estimado de costos de construcción, la opción es un contrato por administración, que permite realizar la obra poco a poco pero sin control de costos. Al final de las obras, el monto al que se llega resulta más elevado que las ilusorias cuentas originalmente planteadas.

En otras palabras, cuando la iniciación de la obra deba ser prematura se realiza un contrato por administración. En este contrato el cliente reembolsa al contratista los costos directos de obra y por separado los honorarios.

Hacer una obra por administración implica una obra cara.



### 6.2.1.2 Contrato a Precio Alzado

Es aquel en el que las partes aceptan, por una cifra monetaria única, llevar a cabo la construcción de un proyecto definido.

Este tipo de contrato se realiza cuando los alcances u costos de la obra están bien definidos. El contratista se compromete a realizar una obra en beneficio del dueño, suministrando la dirección, mano de obra, los materiales y asumiendo la responsabilidad de la misma, por lo cual recibirá una remuneración fija y establecida en el costo de la obra.

### 6.2.1.3 Contrato a Precios Unitarios

Todo parece indicar que los contratos a precios unitarios tienen una justificación histórica cuando el gobierno determinó que no eran convenientes las obras por administración ni tampoco por precio alzado (por no tener completos los proyectos). Se decidió iniciar las obras con otro esquema, mediante el cual podía pagar los trabajos a los constructores, implantándose así el contrato por precios unitarios, siendo hoy día muy común en México y otros países.

Se establecen los costos por unidad de obra. Si el contratista logra abatir el costo de precios unitarios, el ahorro incrementará su utilidad. Pero si el costo resulta mayor, el déficit lo tendrá que cubrir el contratista.

## 6.2.2 TIPOS DE SALARIO O SUELDO

De acuerdo al artículo 82 de la Ley federal del trabajo (L.F.T.), es la retribución que debe pagar el patrón al trabajador por su trabajo.

**Salario mínimo:** es la cantidad menor que debe recibir en efectivo un trabajador por los servicios prestados en una jornada de trabajo (art. 90 L.F.T.).

**Salario diario, base o nominal:** es el que se paga al trabajador por cada día transcurrido (incluyendo vacaciones, domingos y días festivos).

**Salario real:** es el que se paga al trabajador incluyendo prestaciones, pagos al gobierno por concepto de impuestos y pagos a instituciones de beneficio social.

**Sueldo mensual:** corresponde al sueldo diario x 365 días / 12 meses

**Sueldo integrado:** Para la industria de la construcción, es la suma del salario mensual, más la prima vacacional (*sección 6.2.4.2*) más el aguinaldo (*sección 6.2.4.3*).



## 6.2.3 FORMAS DE PAGO Y DURACIÓN DE JORNADAS DE TRABAJO

El salario puede fijarse de cuatro maneras (art. 83 LFT).

1. **Por unidad de tiempo o por día:** cuando deba darse al trabajador una cantidad fija por jornada normal de trabajo (con una adecuada inspección y control de calidad pueden obtenerse óptimos resultados a bajo costo).
2. **Por unidad de obra o destajo:** si la remuneración se valoriza en base a las unidades de trabajo ejecutadas por el trabajador y afectadas a un precio previamente afectadas (se tendrá mayor rendimiento pero menor calidad).
3. **Por comisión.**
4. **A precio alzado o por tarea:** cuando se realiza la asignación de un trabajo determinado por día. Si el trabajador termina su tarea en menos tiempo de la duración de la jornada, puede retirarse recibiendo su jornal diario completo.

La duración de la jornada de trabajo depende de los tres distintos turnos de trabajo, además de que éstas pueden prolongarse, sólo en casos extraordinarios, sin exceder lo establecido en la *tabla 6.1*.

Tabla 6.1 Duración de las jornadas de trabajo

TURNOS	Duración (horas) (art. 61 LFT)	Horario laboral del turno.	La jornada puede prolongarse sin exceder de... (art. 66 LFT)
Diurno	8	De 6:00 a 20:00.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 horas diarias</li> <li>• 3 veces a la semana</li> </ul>
Nocturno	7	De 20:00 a 6:00.	
Mixto	7 ½	Comprende periodos de tiempo de las jornadas anteriores	

Las horas de trabajo extraordinario se pagan con un 100% más del salario correspondiente a las horas de la jornada (art. 67 LFT).

Si las horas extraordinarias exceden de 9 por semana, se debe pagar al trabajador el tiempo excedente con un 200% más del salario correspondiente a las horas de la jornada (art. 68 LFT).

## 6.2.4 PRESTACIONES

### 6.2.4.1 Vacaciones

Los trabajadores que tengan más de un año de servicios, gozarán de un periodo anual de vacaciones pagadas, el cual no debe ser menor a seis días laborales. Por cada año de servicio, este periodo vacacional aumentará en dos días laborales hasta llegar a un máximo de doce. Después del cuarto año, el periodo de vacaciones aumentará dos días por cada cinco de servicios (art. 76 LFT).



### **6.2.4.2 Prima Vacacional**

Los trabajadores tienen derecho a una prima vacacional de por lo menos el 25% sobre los salarios que les correspondan durante su periodo vacacional (art. 80 LFT). De esta manera la prima vacacional es de  $25\% \times 6 \text{ días} / 365 \text{ días} = 0.411\%$ .

### **6.2.4.3 Aguinaldo**

Los trabajadores tienen derecho a un aguinaldo anual equivalente a, mínimo, 15 días de salario, mismo que debe pagarse antes del 20 de diciembre (art. 87 LFT). De esta manera el aguinaldo es de  $15/365 = 4.11\%$ .

### **6.2.4.4 INFONAVIT**

La LFT señala la obligación de proporcionar habitación a sus trabajadores, misma que se lleva cabo a través de del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, y actualmente corresponde al 5% sobre el salario base de cotización o integrado, teniendo un tope máximo a 25 salarios mínimos.

El artículo 39 del RLOPGDF establece que el INFONAVIT debe integrarse en el costo directo de la mano de obra para el caso de obra pública.

### **6.2.4.5 Sistema de Ahorro para el Retiro (SAR)**

Corresponde al 2% sobre el salario integrado desde 1992.

El artículo 39 del RLOPGDF establece que el SAR debe integrarse en el costo directo de la mano de obra para el caso de obra pública.

## **6.2.5 CUOTAS OBRERO PATRONALES AL IMSS**

### **6.2.5.1 Riesgo de Trabajo**

Las prestaciones del seguro de riesgos de trabajo, inclusive los capitales constitutivos de las rentas líquidas al fin de año y los gastos administrativos, deben ser cubiertos íntegramente por las cuotas que para este efecto aporten los patrones y demás sujetos obligados (art. 70 LSS).

Las cuotas que deben pagar los patrones se determinan en relación con la cuantía del salario base de cotización y con los riesgos inherentes a la actividad de la negociación de que se trate (art. 71 LSS).

Para los efectos de la fijación de las primas a cubrir, las empresas deben calcular sus primas, multiplicando la siniestralidad de la empresa por un factor de prima más 0.0025. El



resultado es la prima a aplicar sobre los salarios de cotización, conforme a la *ecuación 6.1* (art. 72 LSS):

**Ecuación 6.1**

$$\text{Prima} = [(S/365) + V * (I + D)] * (F/N) + M$$

*En donde:*

*V = 28 años (duración promedio de vida activa de un individuo que no haya sido víctima de un accidente mortal o de incapacidad permanente total).*

*F = 2.9 (factor de prima).*

*N = Número de trabajadores promedio expuestos al riesgo.*

*S = Total de los días subsidiados a causa de incapacidad temporal.*

*I = Suma de los porcentajes de las incapacidades permanentes, parciales y totales (divididos entre 100).*

*D = Número de defunciones.*

*M = 0.0025 (prima mínima de riesgo).*

No se deben de tomar en cuenta (para la siniestralidad de las empresas) los accidentes que ocurran a los trabajadores al trasladarse de su domicilio al centro de labores o viceversa.

Al inscribirse por primera vez en el IMSS o al cambiar de actividad, las empresas deben de cubrir la prima media de la clase que conforme al Reglamento les corresponde (en el caso de la industria de la construcción es la clase V), de acuerdo a la tabla siguiente (art. 73 LSS):

**Tabla 6.2 Prima media por riesgo de trabajo**

<b>Prima media</b>	<b>En por cientos</b>
<b>Clase I</b>	0.54355
<b>Clase II</b>	1.13065
<b>Clase III</b>	2.59840
<b>Clase IV</b>	4.65325
<b>Clase V</b>	7.58875

Una vez ubicada la empresa en la prima a pagar, los siguientes aumentos o disminuciones de la misma se hacen conforme a lo establecido anteriormente.

Las empresas tienen la obligación de revisar anualmente su siniestralidad, conforme al período y dentro del plazo que señale el reglamento, con el fin de determinar si permanecen en la misma prima, se disminuye o aumenta. Dicha prima puede modificarse (disminuyéndola o aumentándola) en una proporción no mayor al 0.01 del salario base de cotización con respecto a la del año inmediato anterior, tomando en consideración los riesgos de trabajo terminados durante el lapso que fije el reglamento, con independencia de la fecha en que éstos hubieran ocurrido. Estas modificaciones no pueden exceder los límites fijados para la prima mínima y máxima, que serán de 0.25% y 15% de los salarios base de cotización respectivamente (art. 74 LSS).



### **6.2.5.2 Seguro de Enfermedades y Maternidad**

Las prestaciones en especie del seguro de enfermedades y maternidad, se financian de la manera siguiente (art. 106 LSS):

- I. Por cada asegurado debe pagarse, mensualmente, una cuota diaria patronal equivalente al 13.9% de un salario mínimo general diario para el Distrito Federal.
- II. Para asegurados que tengan un salario base de cotización mayor a tres veces el salario mínimo general diario para el Distrito Federal, debe cubrirse (además de la cuota establecida en la fracción anterior), una cuota adicional patronal equivalente al 6% y otra adicional obrera del 2%, de la cantidad que resulte de la diferencia entre el salario base de cotización y tres veces el salario mínimo citado.
- III. El Gobierno Federal debe cubrir, mensualmente, una cuota diaria por cada asegurado equivalente a 13.9% de un salario mínimo general para el Distrito Federal. La cantidad inicial que resulte debe actualizarse trimestralmente de acuerdo a la variación del Índice Nacional de Precios al Consumidor.

Las prestaciones en dinero del seguro de enfermedades y maternidad se financian con una cuota del 1% sobre el salario base de cotización, que debe pagarse de la siguiente manera (art. 107 LSS):

- I. A los patrones les corresponde pagar el 70% de dicha cuota.
- II. A los trabajadores les corresponde pagar el 25% de la misma.
- III. Al Gobierno Federal le corresponde pagar el 5% restante.

### **6.2.5.3 Seguro de Invalidez y Vida**

A los patrones y trabajadores les corresponde cubrir el 1.65% y el 0.625% sobre el salario base de cotización, respectivamente (art. 147 LSS).

Cuando no esté expresamente prevista por la Ley o por convenio la cuantía de la contribución del Estado para los seguros de invalidez y vida, será igual al 7.143% del total de las cuotas patronales y la cubrirá en los términos del artículo 108 de la ley del Seguro Social (art. 148 LSS).

### **6.2.5.4 Seguro de Retiro, Cesantía en Edad Avanzada y Vejez**

Los patrones y el Gobierno Federal, en la parte que les corresponde, están obligados a enterar al IMSS el importe de las cuotas obrero patronales y la aportación estatal del seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez. Dichas cuotas se reciben y se depositan en las respectivas subcuentas de la cuenta individual de cada trabajador, en los términos



previstos en la Ley para la Coordinación de los Sistemas de Ahorro para el Retiro (art. 167 LSS).

Las cuotas y aportaciones referidas son (art. 168 LSS):

- I. En el ramo de retiro, a los patrones les corresponde cubrir el importe equivalente al 2% del salario base de cotización del trabajador.
- II. En los ramos de cesantía en edad avanzada y vejez, a los patrones y a los trabajadores les corresponde cubrir las cuotas del 3.150% y 1.125% sobre el salario base de cotización, respectivamente.
- III. En los ramos de cesantía en edad avanzada y vejez la contribución del Estado será igual al 7.143% del total de las cuotas patronales de estos ramos.
- IV. El Gobierno Federal debe aportar mensualmente, por concepto de cuota social, una cantidad inicial equivalente al 5.5% del salario mínimo general para el Distrito Federal, por cada día de salario cotizado, la que debe depositarse en la cuenta individual de cada trabajador asegurado. El valor del mencionado importe inicial de la cuota social, se actualiza trimestralmente de conformidad con el Índice Nacional de Precios al Consumidor, en los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre de cada año.

### 6.2.5.5 Seguro de guarderías

El monto de la prima para este seguro es del 1% sobre el salario base de cotización. Para prestaciones sociales solamente se puede destinar hasta el 20% de dicho monto.

En la tabla 6.3 se muestra el resumen de las aportaciones al IMSS.

Tabla 6.2 Cuotas al Seguro Social

CONCEPTO	PATRÓN	TRABAJADOR	GOBIERNO
<b>Riesgos de trabajo</b>	0.0758875 SBC		
<b>Enfermedades y maternidad</b>	0.139 SMGD		
+	0.06(SBC – 3 SMGD)	0.02(SBC – 3 SMGD)	0.139 SMGD
+	0.70(0.01 SBC)	0.25(0.01 SBC)	0.05(0.01 SBC)
<b>Invalidez y vida</b>	0.0175 SBC	0.00625 SBC	0.07143 CP
<b>Retiro, cesantía y vejez</b>	0.02 SBC (Retiro)		
+	0.0315 SBC (C y V)	0.01125 SBC (C y V)	0.07143 CP
<b>Guarderías</b>	0.01 SBC		

*En donde:*  
 SMGD = Salario mínimo general diario  
 SMG = Salario mínimo general para el DF  
 SBC = Salario base de cotización  
 CP = Cuota patronal  
 C y V = Cesantía y Vejez



## 6.2.6 FACTOR DE DÍAS INHÁBILES

El factor de días inhábiles es el resultado de dividir el número de días teóricos trabajados (sin tomar en cuenta días festivos o no laborados) entre el número de días trabajados reales (*ecuación 6.2*).

Ecuación 6.2

$$FDI = \frac{\text{Período Considerado Total}}{\text{Período Trabajado Real}}$$

En donde:

*FDI* = factor de días inhábiles

*Período Considerado Total* = Días teóricamente laborados (sin considerar días festivos o no laborados)

*Período Trabajado Total* = *Período Considerado Total* – Días no Trabajados

Los días no laborados en México se muestran en la *tabla 6.4*:

Tabla 6.4 Días no laborados en el año

CONCEPTO	DÍAS
<b>Vacaciones (art. 76 LFT)</b>	
<b>De descanso obligatorio (art. 74 LFT)</b>	1 de enero
	5 de febrero
	21 de marzo
	1 de mayo
	16 de septiembre
	20 de noviembre
	1 de diciembre (cada 6 años)
	25 de diciembre
<b>Domingos (art. 69 LFT)</b>	
<b>Por costumbre</b>	3 de mayo (día de la santa cruz)
	Jueves Santo (varía)
	Viernes Santo (varía)
	Sábado de Gloria (varía)
	1 de noviembre
	2 de noviembre
	12 de diciembre
	Santo Patrón de la población (varía)
<b>Enfermedad</b>	Varía
<b>Mal tiempo</b>	Varía



## 6.2.7 FACTOR DE SALARIO REAL

El factor de salario real (FSR) es el resultado de dividir los días pagados entre los días trabajados (*ecuación 6.3*).

**Ecuación 6.3**

$$FSR = \frac{\text{Días Pagados}}{\text{Días Trabajados}}$$

En donde:  
 FSR = factor de salario real  
 Días Trabajados = Periodo considerado total - días no trabajados

Los días pagados en México se indican en la *tabla 6.5*.

**Tabla 6.5 Días pagados**

Días	Cantidad
De calendario	365
Aguinaldo	15
Prima vacacional (0.25x6)	1.5

## 6.2.8 FORMACIÓN DE EQUIPOS DE TRABAJO

Para cada actividad en construcción, corresponde un equipo idóneo para realizarla en forma efectiva; sin embargo, existen diversas posibilidades de solución que ocasionarían una infinidad de grupos de trabajo. En el *cuadro E-6* del *Apéndice E*, se muestra la formación de algunos grupos de trabajo.

### 6.2.8.1 Factores que Afectan a la Mano de Obra

Para conocer el costo de la mano de obra por unidad (ml, m<sup>3</sup>, m<sup>2</sup>, ton, etc.), es necesario conocer el rendimiento del personal respecto a una actividad y en una jornada de trabajo.

El rendimiento de la mano de obra no siempre será constante, dependerá de diversos factores que se presenten entre una obra y otra, e incluso entre un día y otro. A continuación se enlistan algunos factores que afectan el rendimiento de la mano de obra.

1. Factores del medio físico.
  - La fatiga
  - El clima
  - Iluminación y ventilación
  - Facilidad de acceso a la obra
2. Factores del medio socioeconómico.
  - Nivel de educación



- Salario
  - Prestaciones
  - Incentivos
  - Sindicatos
3. Factores técnicos
- Capacitación
  - Experiencia
  - Herramienta y equipo
  - Procedimiento constructivo
  - Dirección e información
4. Factores psicológicos
- Inseguridad
  - Peligro
  - Competencia
  - Bienestar físico y mental

Los rendimientos, generalmente están dados por experiencias anteriores, ya sea por medio de tablas o estadísticas. En la E-7 del *apéndice E* se muestran algunos rendimientos teóricos.

#### **6.2.8.2 Factor de Equipo de Seguridad (1 a 3%)**

El inciso 5.4.5 de las Reglas de la Obra Pública señalan la conveniencia de adicionar cargos como herramienta menor y primer mando, además del equipo de seguridad personal del trabajador (cascos, goggles, guantes, botas, cinturones de seguridad, etc.).

#### **6.2.8.3 Factor de Herramienta Menor (1 a 5%)**

La depreciación de la herramienta que utiliza un operario debe considerarse en este rubro, realizando un estudio en cada obra y tomando en cuenta la variabilidad de la herramienta aportada.

#### **6.2.8.4 Factor Primer Mando (5 a 10%)**

Es necesario como enlace entre los operarios y representante de la empresa. El cancelarlo provocaría una ilegitimidad de poder, imposibilitando un trabajo productivo.

#### **6.2.8.5 Factor de Zona (0.8 a 2.25%)**

Es un factor que corrige el rendimiento por grupo, el cual depende de varias circunstancias.

En este factor puede incluirse la necesidad de “importación” de mano de obra especializada con los gastos que esto genera (pasajes, viáticos, sobresueldos, etc.).



Este factor permite a las constructoras trasladar su experiencia hacia zonas de menor o mayor productividad.

## 6.3 MATERIALES

### 6.3.1 ABUNDANCIA Y ESCASEZ

Primero que nada, es necesario ver si en la zona en que se va a ejecutar la obra existen los materiales a utilizar.

La abundancia y escasez dependen directamente de la demanda del mercado. Un material puede ser escaso si la demanda es muy elevada o muy ocasional, es por ello que se recomienda no utilizar materiales extraños.

Un material puede ser abundante o muy escaso en un determinado lugar, dependiendo de la existencia de la materia prima o ingredientes que compongan a determinados materiales, es por ello que siempre se recomienda la utilización de materiales de la localidad, además de que los costos pueden verse reducidos de manera considerable.

### 6.3.2 PROVEEDORES

Después de ver la abundancia o escasez de material, es necesario elegir a los proveedores adecuados para la compra de materiales y/o servicios.

Un proveedor es el abastecedor de bienes y servicios.

Existen varios canales de proveedores, a continuación se muestran los más comunes (tabla 6.6):

Tabla 6.6 Canales de proveedores más comunes

CANAL	DESCRIPCIÓN
<b>Productor – consumidor.</b>	Es el canal o vía más corta entre el fabricante y el consumidor, no hay intermediario. El precio es generalmente bajo. En algunas ocasiones el productor no está dispuesto a vender al consumidor o viceversa.
<b>Productor – minorista – consumidor.</b>	Es el canal o vía más común. Acceso fácil a una gran variedad productos.
<b>Productor – mayorista – minorista – consumidor.</b>	El mayorista auxilia en ciertos bienes y/o servicios especializados o de difícil acceso.
<b>Productor – agentes – mayorista – minorista – consumidor.</b>	Cuando el bien o servicio se encuentra a muchos kilómetros de su lugar de origen.



Los intermediarios ofrecen varios beneficios a los consumidores, entre los principales están:

- Concentran grandes volúmenes de diversos productos y distribuyen grandes volúmenes de productos diversificados.
- Asignan a los productos el sitio y el momento oportuno para ser consumidos adecuadamente.
- Salvan grandes distancias y asumen los riesgos de transportación.
- Es que verdaderamente sostiene a la empresa al comprar grandes volúmenes, lo que no podría hacer la empresa.
- Muchos intermediarios proveen las ventas otorgando créditos a los consumidores y asumiendo ellos ese riesgo de cobro.

### **6.3.3 TRANSPORTE FLETES Y ACARREO**

El monto del costo de las operaciones de transportación (flete) incluye las operaciones de carga y descarga de los materiales. El costo está en función, principalmente, por la distancia entre la fuente de producción o venta y la fuente de consumo, los procedimientos que se sigan para la carga y descarga del material, así como de los desperdicios.

Este costo se debe integrar al precio de adquisición del material para así obtener el costo del material en la obra.

El costo del flete puede estar incluido en el precio de venta del material, por lo que en este caso se le llama *“precio del material puesto en la obra”*.

Debe considerarse en el precio de adquisición de los materiales a los desperdicios, tanto en su transportación como en su utilización.

La transportación de los materiales puede ser de dos formas: externa o interna. La transportación externa se realiza por medio de camiones, ferrocarril, barcos, aviones, animales, etc.. La transportación interna o local, a su vez, se divide en dos tipos: acarreo horizontales (carretillas, bandas transportadoras, camiones, vagonetas, etc.) y acarreo verticales (poleas, grúas, elevadores, malacates, montacargas, etc.).

### **6.3.4 ALMACENAMIENTO DE MATERIALES**

El costo que origina este concepto debe aplicarse a los costos indirectos y no cargarlos a los costos de los materiales.

Los materiales que se emplean en una obra están sujetos a distintos riesgos durante las diferentes etapas desde su transportación hasta su utilización. El riesgo se traduce, generalmente, en un mayor porcentaje de desperdicio de lo normal.

Considerando las condiciones de empleo del material, los riesgos podemos considerarlos en dos grupos: normales y extraordinarios. Los normales se reflejan en un desperdicio del



material considerado aceptable y se expresa como un porcentaje del costo del material y de las condiciones de su utilización. Los extraordinarios se traducen en un desperdicio mayor que el considerado normal, como puede ser la pérdida total o deterioro del material; son cubiertos, generalmente, por seguros específicos.

### **6.3.5 COSTO DE ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES**

Es el costo del material que se toma como base para integrar el precio unitario de un concepto. Es el costo del material en obra, el cual está integrado por: el precio de adquisición (fábrica, mayorista, cadena de autoservicio, etc), más el costo del flete y los desperdicios producidos tanto en su transportación como en su utilización.

### **6.3.6 RENDIMIENTO DE LOS MATERIALES**

Para determinar el costo de los materiales por unidad de obra (ml, m<sup>3</sup>, m<sup>2</sup>, etc.), es necesario conocer el rendimiento de los materiales. Generalmente, el rendimiento de un material es un dato que el fabricante o proveedor nos proporciona. No obstante, existen tablas elaboradas a base de la experiencia que indican el rendimiento de algunos materiales utilizados en la construcción.

### **6.3.7 DETERMINACIÓN DEL PIE TABLÓN (PT)**

El pie tablón es una unidad convencional de volumen para cuantificar la cimbra. Es el volumen de una pieza de madera de un pie de largo por un pie de ancho por una pulgada de espesor.

En la *tabla 6.7* se muestran algunos factores de conversión para el pie tablón.

Tabla 6.7 Tabla de conversiones del PT

<b>1 PT = 0.0833 pies<sup>3</sup></b>
<b>1 pie<sup>3</sup> = 12 PT</b>
<b>1 PT = 0.00236 m<sup>3</sup></b>
<b>1 millar de PT = 2.36m<sup>3</sup></b>

Para el cálculo de la cimbra se utilizan tres factores:

- Factor de uso (FU): equivale a los usos o veces que puede utilizarse una pieza de madera en buenas condiciones. Se representa en quebrado, cuyo numerador es la unidad y el denominador el número de usos de la tabla.
- Factor de desperdicio (FD): El factor de desperdicio se considera siempre como un 20%; es decir, 1.2.
- Factor de contacto (FC): se maneja como un quebrado cuyo numerador es la unidad y el denominador es el área de contacto real de la cimbra con el concreto.



## 6.4 EQUIPO

### 6.4.1 CLASIFICACIÓN DEL EQUIPO PARA LA CONSTRUCCIÓN

Para el desarrollo de una obra es necesario el empleo de medios mecánicos. El equipo o herramienta de trabajo es indispensable para que el hombre pueda desarrollar con mucha mayor facilidad y rapidez sus conceptos de trabajo. Estos medios varían desde máquinas o herramientas muy simples y económicas, hasta las más complejas y costosas, pero todas de gran utilidad dependiendo del nivel o magnitud de la obra. De esta manera. El equipo de trabajo la podemos clasificar de la siguiente manera:

- **Equipo ligero o de mano** es toda aquella herramienta que se utiliza, como su nombre lo indica, de forma manual. Este tipo de herramienta es la más común e indispensable en toda obra (desde pequeñas hasta de grandes dimensiones). Como ejemplo tenemos: criba para arena, pala, cuchara de albañilería, nivel, plomada, carretilla, llana, cubeta, martillo, zapapico, etc..
- **Equipo pesado o maquinaria ligera** es el empleado en obras que requieren mayores volúmenes. Como ejemplos tenemos: revolvedora, vibradores para concreto, compactadores, bombas para concreto, rodillos vibratorios, etc..
- **Maquinaria pesada** es la empleada para mover grandes cantidades de material. Se emplea generalmente en obras de grandes volúmenes. Como ejemplos tenemos: tractores, palas mecánicas, compactadoras, retroexcavadoras, cargadores, grúas, etc.

### 6.4.2 MAQUINARIA PESADA

En el análisis de precios unitarios, cuando de construcción pesada se habla, el concepto de mayor importancia es el costo directo es el costo horario de la maquinaria, pues representa de un 70 a un 80% del total.

El costo horario se determina de acuerdo a la *sección 6.4.2.1*.

Los rendimientos pueden determinarse mediante gráficas estadísticas, fórmulas o mediante las especificaciones del fabricante, entre otras.

#### 6.4.2.1 Costos Horarios

El costo horario es el costo directo de una máquina por hora de trabajo.

El costo horario de una máquina se compone de tres cargos:

- **Cargos fijos** (depreciación, inversión, seguros y mantenimiento).



- **Cargos por consumo** (combustible, lubricantes, llantas y/o algunas otras fuentes de energía.
- **Cargos por operación.**

## I. Cargos Fijos

La **depreciación** es el resultado de la disminución del valor original de la maquinaria debido al uso durante el tiempo de vida económica de la misma. La depreciación se calcula con la *ecuación 6.4*:

Ecuación 6.4

$$D = \frac{V_a - V_r}{V_e}$$

En donde:

$D$  = cargo por depreciación.

$V_a$  = valor inicial de la máquina.

$V_r$  = valor de rescate de la máquina.

$V_e$  = vida económica de la máquina.

El **cargo por inversión** es el equivalente a los intereses del capital invertido en la maquinaria. Se calcula con la *ecuación 6.5*:

Ecuación 6.5

$$I = \frac{V_a + V_r}{2H_a} \cdot i$$

En donde:

$V_a$  = valor inicial de la máquina.

$V_r$  = valor de rescate de la máquina.

$H_a$  = horas efectivas que el equipo trabaja durante un año.

$i$  = tasa de interés anual (en decimales).

El **cargo por seguros** es el que cubre los riesgos a que está sujeta la maquinaria durante su vida económica. Se calcula con la *ecuación 6.6*:

Ecuación 6.6

$$I = \frac{V_a + V_r}{2H_a} \cdot s$$

En donde:

$V_a$  = valor inicial de la máquina.

$V_r$  = valor de rescate de la máquina.

$H_a$  = horas efectivas que el equipo trabaja durante un año.

$s$  = prima promedio anual, fijada como porcentaje del valor de la maquinaria (expresada en decimales).

El **cargo por mantenimiento** se divide en tres: *cargo por mantenimiento mayor y menor* (toda erogación necesaria para mantener en buenas condiciones la máquina durante su vida económica), *cargo por mantenimiento mayor* (erogaciones correspondientes a reparaciones de la máquina que requiere su inutilización en el frente de trabajo, en este cargo se incluye la mano de obra y refacciones), *cargo por mantenimiento menor*



(erogaciones producidas por reparaciones y cambios de repuestos rutinarios, como lo es el combustible, aceite, filtros, etc.). Este se calcula con la *ecuación 6.7*.

Ecuación 6.7

$$T = Q \cdot D$$

En donde:

$T$  = cargo por mantenimiento de la máquina.

$Q$  = coeficiente que considera el mantenimiento mayor y menor, varía de acuerdo al tipo de máquina y se basa de acuerdo a la experiencia estadística.

$D$  = depreciación de la máquina.

En la *tabla 6.8* se indican algunos valores de  $Q$  muy generales para ciertos tipos de maquinarias.

Tabla 6.8 Valores generales de  $Q$  para algunos tipos de maquinaria

MAQUINARIA	Q
Aplanadoras, tractores c/s cuchilla, escrepas, motoconformadoras, palas mecánicas, retroexcavadoras, rodillos de pata de cabra, tolvas para concreto, motores de combustión interna y eléctricos.	1.0
Automóviles, bombas de concreto, camiones de volteo, compresores, martinetes para hincado de pilotes, mezcladoras de concreto, tolvas, vibradores de concreto, etc..	0.8
Cargadores, grúas móviles, malacates de gasolina, perforadora neumática, remolques, rodillos, etc..	0.6
Herramienta eléctrica de mano, neumática, mezcladoras pequeñas de concreto, etc..	0.4

## II. Cargos por Consumo

El **cargo por combustible** es el originado por el consumo de gasolina o diesel para el funcionamiento de la máquina. Se calcula con la *ecuación 6.8*:

Ecuación 6.8

$$E = c \cdot P_c$$

En donde:

$E$  = cargo por combustible.

$c$  = cantidad de combustible empleado por cada hora efectiva de trabajo, dado en función de la potencia del motor, por un factor de operación de la máquina y un coeficiente determinado por la experiencia.

$P_c$  = precios de la máquina suministrado a la máquina.

El **cargo por lubricantes** son los motivados por el consumo y los cambios periódicos de aceites lubricantes. Se calcula con la *ecuación 6.9*:

Ecuación 6.9

$$A_l = (c + a_l) \cdot P_l$$

En donde:

$A_l$  = cargo por lubricantes.

$c$  = consumo entre cambios sucesivos de lubricantes.

$a_l$  = cantidad de aceite lubricante necesaria para una hora de trabajo efectiva.

$P_l$  = precio del aceite lubricante suministrado a la máquina.



El **cargo por llantas** corresponde al consumo por desgaste de las mismas. Se calcula con la *ecuación 6.10*:

Ecuación 6.10

$$N = \frac{V_n}{H_v}$$

En donde:

$N$  = cargo por llantas.

$V_n$  = precio de adquisición de las llantas.

$H_v$  = horas de vida económica de las llantas, considerando las condiciones de trabajo impuestas por las mismas.

Las horas de la vida económica de las llantas varían de acuerdo a las condiciones de trabajo a que son sometidas. En la *tabla 6.9* se enumeran algunos factores utilizados para considerar el desgaste de las llantas.

Tabla 6.9. Factores para determinar el desgaste de las llantas

CONDICIONES		FACTOR
<b>Mantenimiento</b>	Excelente.	1
	Medio.	0.9
	Deficiente.	0.7
<b>Velocidad de tránsito</b>	16 km/h.	1.0
	32 km/h.	0.8
	48 km/h.	0.6
<b>Condiciones de superficie de rodamiento</b>	Tierra suave s/rocas.	1.0
	Tierra suave c/rocas.	0.9
	Caminos bien conservados con sup. de grava compactado.	0.7
<b>Posición de las llantas</b>	Ejes traseros.	1.0
	Ejes delanteros.	0.9
	Eje de tracción.	0.6-0.8
<b>Cargas de operación</b>	Dentro del límite especificado.	1.0
	Con 20% de sobrecarga.	0.8
	Con 40% de sobrecarga.	0.5
<b>Densidad de curvatura</b>	No existen.	1.0
	Condiciones medias.	0.9
	Condiciones severas.	0.8
<b>Pendiente del camino</b>	A nivel	1.0
	6% max.	0.9
	10% máx.	0.8
	15% máx.	0.7
<b>Otras condiciones</b>	Inexistentes.	1.0
	Medias.	0.9
	Adversas.	0.8



### III. Cargos por Operación

El **cargo por salarios para la operación** es el producido por concepto de pago de los salarios del personal encargado de la operación de la máquina por cada hora efectiva de trabajo. Se calcula con la *ecuación 6.11*:

Ecuación 6.11

$$C_o = \frac{S_o}{H}$$

En donde:

$C_o$  = cargo por operación.

$S_o$  = salario por turno del personal necesario para operar la máquina (salario real).

$H$  = horas efectivas de trabajo de la máquina dentro del turno.

El **cargo por transporte extraordinario** de maquinaria es el que corresponde a las erogaciones necesarias para traslados extraordinarios de maquinaria.

## 6.5 COMPARATIVA ECONÓMICA

La comparativa económica entre los sistemas constructivos que hemos venido utilizando (*capítulo 4*), se ha hecho refiriéndose únicamente a las características que cada sistema constructivo conlleva. El costo de elementos comunes (cimentación, losas, pisos, instalaciones, herrería, etc.) no será considerado en el análisis de costos, pues al ser comunes no son elementos de comparativa económica. Tampoco conceptos como utilidad, equipo, seguros, fianzas, etc.

En otras palabras, únicamente se obtendrá el costo de los muros con sus respectivos acabados, así como el costo de los elementos de refuerzo (caso de castillos para mampostería confinada) considerando la mano de obra.

Es importante aclarar que los costos de los materiales empleados son los establecidos actualmente en el mercado, sin embargo pudiesen variar de acuerdo al proveedor y/o calidad de los materiales empleados. De igual manera la mano de obra pudiese variar de acuerdo a las prestaciones establecidas para los trabajadores.

### 6.5.1 DATOS GENERALES

Antes de calcular costos, se ha determinado la cantidad de volúmenes requeridos para cada proyecto.



### 6.5.1.1 Casa Habitación

#### I. Sistema Tradicional (Mampostería Confinada con Tabique Rojo Recocido) y Sistema Tabimax

Como se mencionó anteriormente, ambos sistemas son muy parecidos, por lo que requieren la misma cantidad de m<sup>2</sup> de muro y acabados. La diferencia de costos dependerá del costo de la mampostería y especificaciones de cada acabado (espesores). Los castillos tienen las mismas dimensiones y la misma distribución en ambos casos.

Tabla 6.10 Determinación de m<sup>2</sup> de muro con acabados para sistemas de mampostería confinada

CONCEPTO	MUROS		APLANADO CON MEZCLA		APLANADO CON YESO		AZULEJO O LAMBRÍN		PINTURA	
	2.3	1.10	2.3	1.10	2.3	1.10	2.3	1.10	2.3	1.1
Altura (m)	2.3	1.10	2.3	1.10	2.3	1.10	2.3	1.10	2.3	1.1
L <sub>muros</sub> (m)	107.7	45.7	74.3	77.6	103.5	8.8	37.6	5	177.8	86.4
m <sup>2</sup>	247.71	50.27	170.89	85.36	238.05	9.68	86.48	5.5	408.94	95.04
<b>TOTAL</b>	<b>297.98</b>		<b>256.25</b>		<b>247.73</b>		<b>91.98</b>		<b>503.98</b>	

Tabla 6.11 Determinación de ml de castillos para sistemas de mampostería confinada

	ALTURA (m)	
	2.3	1.1
Núm. de castillos de 15x15cm	122	12
LONGITUD (m)	280.6	13.2
LONGITUD TOTAL (m)	<b>293.8</b>	

#### II. Sistema Novamuro

Tabla 6.12 Determinación de m<sup>2</sup> de muro con acabados para sistema novamuro

CONCEPTO	MUROS		ACABADO (interiores)		ACABADO (exteriores)	
	2.3	1.10	2.3	1.10	2.3	1.10
Altura (m)	2.3	1.10	2.3	1.10	2.3	1.10
L <sub>muros</sub> (m)	107.7	45.7	141.1	13.80	74.3	77.6
m <sup>2</sup>	247.71	50.27	324.53	15.18	170.89	85.36
<b>TOTAL (m<sup>2</sup>)</b>	<b>297.98</b>		<b>339.71</b>		<b>256.25</b>	

Tabla 6.13 Determinación de ml de castillos ahogados para sistema novamuro

TIPO DE CASTILLO	ALTURA (m)				LONGITUD TOTAL (m)
	2.30		1.10		
	Núm. de castillos	Long. Total (m)	Núm. de castillos	Long. Total (m)	
K - 1	74	170.2	15	16.5	186.7
K - 2	45	103.5	10	11	114.5
K - 3	10	23	-	-	23



Tabla 6.14 determinación de ml de muro reforzado horizontalmente

	ALTURA DE MURO (m)	
	2.3	1.1
Longitud total de muros (m)	107.7	45.7

### 6.5.1.2 Conjunto Habitacional

#### I. Sistema tradicional (Mampostería Confinada con Tabique Rojo recocido) y Sistema Tabimax

Tabla 6.15 Determinación de ml de castillos ahogados para sistemas de mampostería confinada

CONCEPTO	MUROS		APLANADO CON MEZCLA		APLANADO CON YESO		AZULEJO O LAMBRÍN		PINTURA	
	2.3	1.10	2.3	1.10	2.3	1.10	2.3	1.10	2.3	1.1
Altura (m)	2.3	1.10	2.3	1.10	2.3	1.10	2.3	1.10	2.3	1.1
L <sub>muros</sub> (m)	400	108.6	198.1	90.1	431	90.1	170.9	37	629.1	180.2
m <sup>2</sup>	920	119.46	455.63	99.11	991.3	99.11	393.07	40.7	1446.93	198.22
<b>TOTAL</b>	<b>1039.46</b>		<b>554.74</b>		<b>1090.41</b>		<b>433.77</b>		<b>1645.15</b>	

Tabla 6.16 Determinación de ml de castillos para sistemas de mampostería confinada

	ALTURA (m)	
	2.3	1.1
Núm. de castillos de 15x15cm	505	-
LONGITUD (m)	1161.5	-
<b>LONGITUD TOTAL (m)</b>	<b>1161.5</b>	

#### II. Sistema Novamuro

Tabla 6.17 Determinación de m<sup>2</sup> de muro con acabados para sistema novamuro

CONCEPTO	MUROS		ACABADO (interiores)		ACABADO (exteriores)	
	2.3	1.10	2.3	1.10	2.3	1.10
Altura (m)	2.3	1.10	2.3	1.10	2.3	1.10
L <sub>muros</sub> (m)	400	108.6	601.9	127.1	198.1	90.1
m <sup>2</sup>	920	119.46	1384.37	139.81	455.63	99.11
<b>TOTAL (m<sup>2</sup>)</b>	<b>1039.46</b>		<b>1524.18</b>		<b>554.74</b>	

Tabla 6.18 Determinación de ml de castillos ahogados para sistemas novamuro

TIPO DE CASTILLO	ALTURA (m)				LONGITUD TOTAL (m)
	2.30		1.10		
	Núm. de castillos	Long. Total (m)	Núm. de castillos	Long. Total (m)	
K - 1	450	1035	30	33.0	1068.0
K - 2	155	156.5	10	11.0	167.5
K - 3	60	138.0	-	-	138.0



Tabla 6.19 determinación de ml de muro reforzado horizontalmente

	ALTURA DE MURO (m)	
	2.3	1.1
Longitud total de muros (m)	400	108.6

## 6.5.2 COSTOS BÁSICOS

Como se mencionó anteriormente, los costos básicos o preliminares se integran con materiales cuya participación en todo presupuesto es muy repetitiva. Por tal motivo es conveniente su determinación previa para facilitar la integración de los precios unitarios.

ANÁLISIS DE COSTOS BÁSICOS									
FECHA:	10-Ago-2002								
CONCEPTO:	MORTERO					ELABORÓ:	Omar Ulises Morales Dávila		
DESCRIPCIÓN:	CEMENTO:ARENA CERNIDA (1:4)					UNIDAD:	1 m <sup>3</sup>		
MATERIALES									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>3</sup> DE MORTERO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	MAT.	CARACT.		(%)				\$	\$
C	Cemento	Normal	ton	3	0.427	ton/m <sup>3</sup>	0.440	1400.00	615.99
Ar	Arena		m <sup>3</sup>	35	1.019	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	1.375	140.00	192.50
Ag	Agua y manejo		m <sup>3</sup>	30	0.214	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.278	4.10	1.14
<b>TOTAL \$</b>								<b>809.63</b>	

ANÁLISIS DE COSTOS BÁSICOS									
FECHA:	10-Ago-2002								
CONCEPTO:	MORTERO					ELABORÓ:	Omar Ulises Morales Dávila		
DESCRIPCIÓN:	CEMENTO:ARENA (1:4)					UNIDAD:	1 m <sup>3</sup>		
MATERIALES									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>3</sup> DE MORTERO	COSTO UNIT.	IMP.
	MAT.	CARACT.		(%)				\$	\$
Ce	Cemento	Normal	ton	3	0.417	ton/m <sup>3</sup>	0.430	1400.00	602.00
Ar	Arena		m <sup>3</sup>	8	1.037	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	1.120	140.00	156.80
Ag	Agua y manejo		m <sup>3</sup>	30	0.205	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.266	4.10	1.09
<b>TOTAL \$</b>								<b>759.89</b>	



ANÁLISIS DE COSTOS BÁSICOS									
FECHA:	10-Ago-2002								
CONCEPTO:	MORTERO					ELABORÓ:	Omar Ulises Morales Dávila		
DESCRIPCIÓN:	CEMENTO:CAL:ARENA (1:1:4)					UNIDAD:	1 m <sup>3</sup>		
MATERIALES									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.		CAN. REQ. PARA 1 m <sup>3</sup> DE MORTERO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	MAT.	CARACT.		(%)				\$	\$
Ce	Cemento	Normal	ton	3	0.300	ton/m <sup>3</sup>	0.309	1400.00	432.60
Ca	Cal		ton	3	0.150	ton/m <sup>3</sup>	0.155	850.00	131.33
Ar	Arena		m <sup>3</sup>	8	1.000	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	1.080	140.00	151.20
Ag	Agua y manejo		m <sup>3</sup>	30	0.280	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.364	4.10	1.49
<b>TOTAL \$</b>								<b>716.62</b>	

ANÁLISIS DE COSTOS BÁSICOS									
FECHA:	10-Ago-2002								
CONCEPTO:	PASTA DE YESO					ELABORÓ:	Omar Ulises Morales Dávila		
DESCRIPCIÓN:						UNIDAD:	1 m <sup>3</sup>		
MATERIALES									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DES.	REND.		CAN. REQ. PARA 1 m <sup>3</sup> DE PASTA	COSTO UNIT.	IMPORTE
	MAT.	CARACT.		(%)				\$	\$
Ye	Yeso		ton	3	0.810	ton/m <sup>3</sup>	0.834	680.00	567.32
Ag	Agua y manejo		m <sup>3</sup>	30	0.900	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	1.170	4.10	4.80
<b>TOTAL \$</b>								<b>572.12</b>	



ANÁLISIS DE COSTOS BÁSICOS									
FECHA:	10-Ago-2002								
CONCEPTO:	LECHADA					ELABORÓ:	Omar Ulises Morales Dávila		
DESCRIPCIÓN:	LECHADA DE CEMENTO BLANCO					UNIDAD:	1 m <sup>3</sup>		
MATERIALES									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>3</sup> DE LECHADA	COSTO UNIT.	IMPORTE
	MAT.	CARACT.		(%)				\$	\$
Ce	Cemento	Blanco	ton	3	1.300	ton/m <sup>3</sup>	1.339	3200.00	4284.80
Ag	Agua y manejo		m <sup>3</sup>	30	0.900	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	1.170	4.10	4.80
<b>TOTAL \$</b>								<b>4289.60</b>	

ANÁLISIS DE COSTOS BÁSICOS									
FECHA:	10-Ago-2002								
CONCEPTO:	PASTA DE CEMENTO BLANCO					ELABORÓ:	Omar Ulises Morales Dávila		
DESCRIPCIÓN:	CEMENTO:CAL:ARENA (1:1:4)					UNIDAD:	1 m <sup>3</sup>		
MATERIALES									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>3</sup> DE PASTA	COSTO UNIT.	IMPORTE
	MAT.	CARACT.		(%)				\$	\$
Ce	Cemento	Normal	ton	3	1.500	ton/m <sup>3</sup>	1.545	3200.00	4944.00
Ag	Agua y manejo		m <sup>3</sup>	30	0.700	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.910	4.10	3.73
<b>TOTAL \$</b>								<b>4947.73</b>	



CAPÍTULO 6

ANÁLISIS DE COSTOS BÁSICOS									
FECHA:	10-Ago-2002								
CONCEPTO:	CONCRETO					ELABORÓ:	Omar Ulises Morales Dávila		
DESCRIPCIÓN:	CONCRETO CON f'c=150kg/cm <sup>2</sup> y TMA=3/4"					UNIDAD:	1 m <sup>3</sup>		
MATERIALES									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>3</sup> DE CONCRETO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	MAT.	CARACT.		(%)				\$	\$
Ce	Cemento	Normal	ton	3	0.314	ton/m <sup>3</sup>	0.323	1400	452.20
Ar	Arena		m <sup>3</sup>	8	0.444	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.480	140	67.19
Gr	Grava		m <sup>3</sup>	8	0.620	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.670	140	93.80
Ag	Agua y manejo		m <sup>3</sup>	30	0.162	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.210	4.1	0.86
<b>TOTAL \$</b>								<b>614.05</b>	

ANÁLISIS DE COSTOS BÁSICOS									
FECHA:	10-Ago-2002								
CONCEPTO:	CONCRETO					ELABORÓ:	Omar Ulises Morales Dávila		
DESCRIPCIÓN:	CONCRETO CON f'c=150kg/cm <sup>2</sup> y TMA=2/5" (1cm)					UNIDAD:	1 m <sup>3</sup>		
MATERIALES									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>3</sup> DE CONCRETO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	MAT.	CARACT.		(%)				\$	\$
Ce	Cemento	Normal	ton	3	0.308	ton/m <sup>3</sup>	0.317	1400	444.14
Ar	Arena		m <sup>3</sup>	8	0.444	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.480	140	67.19
Gr	Grava		m <sup>3</sup>	8	0.620	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.670	180	120.60
Ag	Agua y manejo		m <sup>3</sup>	30	0.162	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.210	4.1	0.86
<b>TOTAL \$</b>								<b>632.79</b>	



ANÁLISIS DE COSTOS BÁSICOS									
FECHA:	10-Ago-2002								
CONCEPTO:	HABILITADO DE ACERO						ELABORÓ:	Omar Ulises Morales Dávila	
DESCRIPCIÓN:	ACERO CON $f_y=2530\text{kg/cm}^2$ , LISO DE 1/4"						UNIDAD:	1 kg	
MATERIALES									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNL.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 kg DE ACERO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	MAT.	CARACT.		(%)				\$	\$
Al	Alambrón	$f_y=2530\text{kg/cm}^2$ , liso y de 1/4" de diam.	kg	3	1.000	kg/kg	1.030	6.5	6.70
Alr	Alambre recocido		kg	10	0.141	kg/kg	0.155	8	1.24
<b>TOTAL \$</b>									<b>7.94</b>

ANÁLISIS DE COSTOS BÁSICOS									
FECHA:	10-Ago-2002								
CONCEPTO:	HABILITADO DE ACERO						ELABORÓ:	Omar Ulises Morales Dávila	
DESCRIPCIÓN:	ACERO CON $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ , CORRUGADO DE 3/4"						UNIDAD:	1 kg	
MATERIALES									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNL.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 kg DE ACERO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	MAT.	CARACT.		(%)				\$	\$
V	Varilla	$f_y=4200\text{kg/cm}^2$ , corrugada y de 3/8" de diam.	kg	3	1.000	kg/kg	1.030	4.7	4.84
Tr	Traslapes	varilla de 3/8"	kg	3	0.013	kg/kg	0.013	4.7	0.06
Ga	Ganchos	varilla de 3/8"	kg	3	0.043	kg/kg	0.045	4.7	0.21
Alr	Alambre recocido		kg	10	0.027	kg/kg	0.030	8	0.24
<b>TOTAL \$</b>									<b>5.35</b>



ANÁLISIS DE COSTOS BÁSICOS									
FECHA:		10-Ago-2002							
CONCEPTO:		CIMBRA				ELABORÓ:		Omar Ulises Morales Dávila	
DESCRIPCIÓN:		Cimbra para castillo de 15x15cm				UNIDAD:		1 m <sup>2</sup>	
MATERIALES									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP. (%)	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>2</sup> de cimbra	COSTO UNIT.	IMPORTE
	MAT.	CARACT.						\$	\$
Po	Polín	en pies derechos de 3 1/2" x 3 1/2" x 8 1/4' 10 usos	PT	20	2.246	PT/m <sup>2</sup>	2.695	5.10	13.75
Yu	Yugos	barrote de 1 1/2" x 4" x 8 1/4' 6 usos	PT	20	1.094	PT/m <sup>2</sup>	1.313	6.60	8.66
Es	Estacas	barrote de 1 1/2" x 4" x 8 1/4' 3 usos	PT	20	0.583	PT/m <sup>2</sup>	0.700	6.60	4.62
Du	Duela	de 3/4" x 4" x 8 1/4' 6 usos	PT	20	1.823	PT/m <sup>2</sup>	2.188	7.20	15.75
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>42.78</b>	

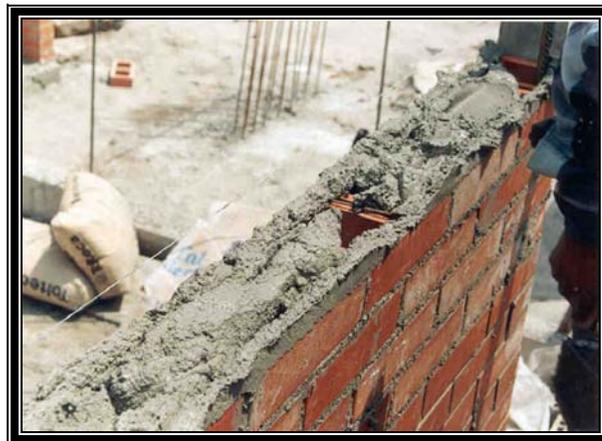
### 6.5.3 PRECIOS UNITARIOS

En realidad, la integración de los siguientes costos no es propiamente la de costos unitarios, pues no se integran los cargos o costos indirectos, la utilidad ni, en la mayoría de los casos, el cargo por equipo de trabajo. Podríamos decir que es la integración de costos finales para poder determinar un presupuesto para la comparativa en estudio.

En el costo final, se suman los materiales, mano de obra y costos preliminares para la realización de un producto o concepto de obra, que en este caso es la de los tres distintos tipos de muros para los sistemas estudiados con sus respectivos acabados.



ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO										
FECHA:	10-Ago-2002									
CONCEPTO:	MURO DE MAMPOSTERÍA						ELABORÓ:	Omar Ulises Morales Dávila		
DESCRIPCIÓN:	Ladrillos Múltex y Vintex (SISTEMA NOVAMURO)						UNIDAD:	1 m <sup>2</sup>		
Espesor de la junta de mortero =		1		cm						
MATERIALES										
INSUMO	DESCRIPCIÓN			UNI.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>2</sup> DE MURO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	MAT.	CARACT.			(%)				\$	\$
La	Ladrillo Múltex y Vintex	S	T	pza	3	57.14	pzas/m <sup>2</sup>	58.857	2.15	126.54
		24	12							
		junta de 1cm								
Mo	Mortero	(1:1:4)		m <sup>3</sup>	4	0.021	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.022	716.62	15.84
Ag	Agua y manejo			m <sup>3</sup>	30	0.05	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.065	4.1	0.27
<b>SUBTOTAL \$</b>									<b>142.65</b>	
MANO DE OBRA										
INSUMO	DESCRIPCIÓN			UNI.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>2</sup> DE MURO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	EQUIPO DE TRABAJO	CARACTERÍSTICAS			(%)				\$	\$
MO	G-05	1 Albañil + 1 Peón		JOR		10.00	m <sup>2</sup> /jor	0.10	392.24	39.22
<b>SUBTOTAL \$</b>									<b>39.22</b>	
<b>SUMA \$</b>									<b>181.88</b>	
<b>P.U. \$</b>									<b>181.88</b>	





ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO											
FECHA:		10-Ago-2002									
CONCEPTO:		MURO DE MAMPOSTERÍA					ELABORÓ:		Omar Ulises Morales Dávila		
DESCRIPCIÓN:		Tabimax					UNIDAD:		1 m <sup>2</sup>		
Espesor de la junta de mortero =			1		cm						
MATERIALES											
INSUMO	DESCRIPCIÓN				UNI.	DESP. (%)	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>2</sup> DE MURO	COSTO UNIT. \$	IMPORTE \$
	MAT.	CARACT.									
Tab	Tabimax	S	T	G	pza	3	32.05	pzas/m <sup>2</sup>	33.013	3.1	102.34
		23	10	12							
		junta de 1cm									
Mo	Mortero	(1:1:4)			m <sup>3</sup>	4	0.012	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.012	716.62	8.60
Ag	Agua y manejo				m <sup>3</sup>	30	0.05	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.065	4.1	0.27
<b>SUBTOTAL \$</b>										<b>111.21</b>	
MANO DE OBRA											
INSUMO	DESCRIPCIÓN				UNI.	DESP. (%)	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>2</sup> DE MURO	IMPORTE	
	EQUIPO DE TRABAJO	CARACT.								\$	
MO	G-05	1 Albañil + 1 Peón			JOR		10.00	m <sup>2</sup> /jor	0.10	392.24	39.22
<b>SUBTOTAL \$</b>										<b>39.22</b>	
<b>SUMA \$</b>										<b>150.43</b>	
<b>P.U. \$</b>										<b>150.43</b>	





ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO											
FECHA:		10-Ago-2002									
CONCEPTO:		MURO DE MAMPOSTERÍA					ELABORÓ:		Omar Ulises Morales Dávila		
DESCRIPCIÓN:		Tabique rojo recocido					UNIDAD:		1 m <sup>2</sup>		
Espesor de la junta de mortero =		1.5		cm							
MATERIALES											
INSUMO	DESCRIPCIÓN				UNL.	DESP. (%)	REND.		CANT. REQ. PARA	COSTO UNIT.	IMPORTE
	MAT.	CARACT.							1 m <sup>2</sup>		
									DE MURO		
Ta	Tabique rojo recocido	S 23	T 11.5	G 6	pza	7	59.52	pzas/m <sup>2</sup>	63.690	1.2	76.43
		junta de 1cm									
Mo	Mortero	(1:1:4)			m <sup>3</sup>	3	0.021	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.021	716.62	15.16
Ag	Agua y manejo				m <sup>3</sup>	30	0.05	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.065	4.1	0.27
<b>SUBTOTAL \$</b>										<b>91.85</b>	
MANO DE OBRA											
INSUMO	DESCRIPCIÓN				UNL.	DESP. (%)	REND.		CANT. REQ. PARA	COSTO UNIT.	IMPORTE
	EQUIPO DE TRABAJO	CARACT.							1 m <sup>2</sup>		
									DE MURO		
MO	G-05	1 Albañil + 1 Peón			JOR		10.00	m <sup>2</sup> /jor	0.10	392.24	39.22
<b>SUBTOTAL \$</b>										<b>39.22</b>	
<b>SUMA \$</b>										<b>131.08</b>	
<b>P.U. \$</b>										<b>131.08</b>	





CAPÍTULO 6

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO										
FECHA:		10-Ago-2002								
CONCEPTO:		ENYESADO				ELABORÓ:		Omar Ulises Morales Dávila		
DESCRIPCIÓN:		APLANADO DE MUROS CON YESO DE ESPESOR DE 1cm				UNIDAD:		1 m <sup>2</sup>		
MATERIALES										
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNL.	DESP. (%)	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>2</sup> DE MURO	COSTO UNIT. \$	IMPORTE \$	
	MAT.	CARACT.								
Ye	YESO	Espesor del acabado		m <sup>3</sup>	3	0.81	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.008343	572.12	4.77
		1	cm							
Ag	Agua y manejo		m <sup>3</sup>	10	0.03	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.033	4.1	0.14	
SUBTOTAL \$								4.91		
MANO DE OBRA										
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNL.	DESP. (%)	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>2</sup> DE MURO	COSTO UNIT. \$	IMPORTE \$	
	EQ. DE TRAB.	CARACT.								
MO	G-10	1 Yesero + 1 Peón	JOR		14.00	m <sup>2</sup> /jor	0.07	392.2	28.01	
SUBTOTAL \$								28.01		
SUMA \$								32.92		
P.U. \$								32.92		

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO										
FECHA:		10-Ago-2002								
CONCEPTO:		ENYESADO				ELABORÓ:		Omar Ulises Morales Dávila		
DESCRIPCIÓN:		APLANADO DE MUROS CON YESO DE ESPESOR DE 0.5 cm				UNIDAD:		1 m <sup>2</sup>		
MATERIALES										
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNL.	DESP. (%)	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>2</sup> DE MURO	COSTO UNIT. \$	IMPORTE \$	
	MAT.	CARACT.								
Ye	YESO	Espesor del acabado		m <sup>3</sup>	3	0.81	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.0041715	572.12	2.39
		0.5	cm							
Ag	Agua y manejo		m <sup>3</sup>	10	0.03	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.033	4.1	0.14	
SUBTOTAL \$								2.52		
MANO DE OBRA										
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNL.	DESP. (%)	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>2</sup> DE MURO	COSTO UNIT. \$	IMPORTE \$	
	EQ. DE TRABAJO	CARACT.								
MO	G-10	1 Yesero + 1 Peón	JOR		14.00	m <sup>2</sup> /jor	0.07	392.2	28.01	
SUBTOTAL \$								28.01		
SUMA \$								30.54		
P.U. \$								30.54		



ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO										
FECHA:	10-Ago-2002									
CONCEPTO:	APLANADO DE MUROS						ELABORÓ:	Omar Ulises Morales Dávila		
DESCRIPCIÓN:	APLANADO DE MUROS CON ESPESOR DE 1.5CM						UNIDAD:	1 m <sup>2</sup>		
Esesor del aplanado =	1.5	cm								
MATERIALES										
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>2</sup> DE MURO	COSTO UNIT.	IMPORTE	
	MAT.	CARACT.		(%)				\$	\$	
Mo	Mortero	Repellado de 1cm prop. 1:4	m <sup>3</sup>	10	0.01	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.011	759.89	8.36	
Mo	Mortero	Aplanado de 0.5cm prop. 1:4 (arena cern.)	m <sup>3</sup>	30	0.005	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.004	809.63	2.83	
Po	Polín	3 1/2"x3 1/2"x8 1/4' para andamio.	PT	20	0.018	PT/m <sup>2</sup>	0.022	6.1	0.13	
Du.	Duela	3/4"x4"x8 1/4' para andamio.	PT	20	0.006	PT/m <sup>2</sup>	0.007	8.2	0.06	
Cvo.	Clavo	clavo de 2 1/2" a 4# para andamio.	kg	1	0.2	kg/m <sup>2</sup>	0.202	9	1.82	
Ag	Agua y manejo		m <sup>3</sup>	25	0.04	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.050	4.1	0.21	
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>13.41</b>		
MANO DE OBRA										
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>2</sup> DE MURO	COSTO UNIT.	IMPORTE	
	EQ. DE TRAB.	CARACT.		(%)				\$	\$	
MO	G-05	1 Albañil + 1 Peón	JOR		12.00	m <sup>2</sup> /jor	0.08	392.24	32.69	
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>32.69</b>		
<b>SUMA \$</b>								<b>46.09</b>		
<b>P.U. \$</b>								<b>46.09</b>		



ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO									
FECHA:		10-Ago-2002							
CONCEPTO:		APLANADO DE MUROS				ELABORÓ:		Omar Ulises Morales Dávila	
DESCRIPCIÓN:		APLANADO DE MUROS CON ESPESOR DE 1.0 cm				UNIDAD:		1 m <sup>2</sup>	
Espesor del aplanado =		1		cm					
MATERIALES									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>2</sup> DE MURO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	MAT.	CARACT.		(%)				\$	\$
Mo	Mortero	Repellado de 0.5 cm prop. 1:4	m <sup>3</sup>	10	0.005	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.006	759.89	4.18
Mo	Mortero	Aplanado de 0.5cm prop. 1:4 (arena cern.)	m <sup>3</sup>	30	0.005	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.004	809.63	2.83
Po	Polín	3 1/2"x3 1/2"x8 1/4' para andamio.	PT	20	0.018	PT/m <sup>2</sup>	0.022	6.1	0.13
Du.	Duela	3/4"x4"*8 1/4' para andamio.	PT	20	0.006	PT/m <sup>2</sup>	0.007	8.2	0.06
Cvo.	Clavo	clavo de 2 1/2" a 4# para andamio.	kg	1	0.2	kg/m <sup>2</sup>	0.202	9	1.82
Ag	Agua y manejo		m <sup>3</sup>	25	0.04	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.050	4.1	0.21
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>9.23</b>	
MANO DE OBRA									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>2</sup> DE MURO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	EQ. DE TRAB.	CARACT.		(%)				\$	\$
MO	G-05	1 Albañil + 1 Peón	JOR		12.00	m <sup>2</sup> /jor	0.08	392.24	32.69
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>32.69</b>	
<b>SUMA \$</b>								<b>41.91</b>	
<b>P.U. \$</b>								<b>41.91</b>	



ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO									
FECHA:		10-Ago-2002							
CONCEPTO:		PINTURA				ELABORÓ:		Omar Ulises Morales Dávila	
DESCRIPCIÓN:		PINTADO DE MUROS A UNA CAPA DE SELLADOR Y DOS DE PINTURA				UNIDAD:		1 m <sup>2</sup>	
MATERIALES									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>2</sup> DE MURO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	MAT.	CARACT.		(%)				\$	\$
Pi	Pintura	Manos por cara 2	LTO.	5	1/4	lto/m <sup>2</sup>	0.2625	52	13.65
Ag	Agua y manejo	pintura:agua (4:1) sellador:agua (1:3)	m <sup>3</sup>	10	0.0007	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.0007	4.1	0.00
Se	Sellador	Manos por cara 1	LTO.	5	1/8	lto/m <sup>2</sup>	0.1313	25	3.28
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>16.93</b>	
MANO DE OBRA									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>2</sup> DE MURO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	EQ. DE TRAB.	CARACT.		(%)				\$	\$
MO	G-11	1 Pintor + 1 Ayudante	JOR		20.00	m <sup>2</sup> /jor	0.05	364.7	18.24
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>18.24</b>	
<b>SUMA \$</b>								<b>35.17</b>	
<b>P.U. \$</b>								<b>35.17</b>	



CAPÍTULO 6

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO									
FECHA:		10-Ago-2002							
CONCEPTO:		COLOCACIÓN DE LAMBRIN (AZULEJO)				ELABORÓ:		Omar Ulises Morales Dávila	
DESCRIPCIÓN:		Lambrín de 20x30cm, pegado con pasta de cemento blanco, lechada de cem. balnco.				UNIDAD:		1 m <sup>2</sup>	
MATERIALES									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP. (%)	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>2</sup> DE MURO	COSTO	IMPORTE
	MAT.	CARACT.						\$	\$
Mo	Mortero	Repellado de 1cm prop. 1:4	m <sup>3</sup>	10	0.01	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.011	759.89	8.36
Pa	Pasta	Pasta de cemento blanco para pegado de azulejo con espesor de 0.3 cm	m <sup>3</sup>	10	0.03	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.027	4947.73	133.59
Az	Azulejo	piezas de 20x30xc	m <sup>2</sup>	5	1	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	1.05	91	95.55
Le	Lechada	Lechada de cemento blanco.	m <sup>3</sup>	40	0.002	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.0028	4289.60	12.01
Ag	Agua y manejo		m <sup>3</sup>	30	0.05	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.065	4.1	0.27
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>249.77</b>	
MANO DE OBRA									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP. (%)	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>2</sup> DE MURO	COSTO	IMPORTE
	EQ. DE	CARACT.						\$	\$
	TRAB.								
MO	G-05	1 Albañil + 1 Peón	JOR		12.00	m <sup>2</sup> /jor	0.08	392.24	32.69
MO	G-06	1 Colocador especialista + 1 ayudante	JOR		10.00	m <sup>2</sup> /jor	0.10	452.6	45.26
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>77.95</b>	
<b>SUMA \$</b>								<b>327.72</b>	
<b>P.U. \$</b>								<b>327.72</b>	



ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO									
FECHA:	10-Ago-2002								
CONCEPTO:	CASTILLO DE 15X15cm					ELABORÓ:	Omar Ulises Morales Dávila		
DESCRIPCIÓN:	Castillo de 15x15cm con concreto de f'c=150kg/cm <sup>2</sup> , 4 varillas de 3/8" y separacim de estribos de 20cm					UNIDAD:	1 ml		
MATERIALES									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNL.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 ML DE CASTILLO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	MAT.	CARACT.		(%)				\$	\$
Cvo	Clavo	de 2 1/2 a 4"	kg	0	0.06	kg/ml	0.06	9.00	0.54
Co	Concreto	de f'c = 150kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	5	0.0225	m <sup>3</sup> /ml	0.024	614.05	14.51
Al	Alambrón	de 1/4" liso con fy=2550kg/cm <sup>2</sup> para estribos @20 cm	kg	0	0.75	kg/ml	0.75	7.94	5.95
Va	Varilla corrugada	de 3/8" corrugada con fy=4200kg/cm <sup>2</sup> 4 piezas por castillo	kg	0	2.24	kg/ml	2.24	5.35	11.98
Ci	Cimbra	Duela de 3/4"x4"x8 1/4'	m <sup>2</sup>	0	0.3	m <sup>2</sup> /ml	0.3	42.78	12.83
Al	Alambre		kg	3	0.094	kg/ml	0.097	8	0.77
Ga	Gasolina		lt	0	0.1584	lt/ml	0.158	5.77	0.91
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>47.50</b>	
MANO DE OBRA									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNL.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 ML DE CASTILLO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	EQ. DE	CARACT.		(%)				\$	\$
	TRAB.								
MO	G-05	1 Albañil + 1 Peón	JOR		14.00	ml/jor	0.07	392.24	28.02
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>28.02</b>	
EQUIPO									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNL.	DESP.	RENDIMIENTO		CANT. REQ. PARA 1 ML DE CASTILLO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	CARACT.			(%)				\$	\$
EQ	1 revoladora de 1 saco de 8Hp		día		15.00	m <sup>3</sup> /día	0.0015	400	0.60
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>0.60</b>	
<b>SUMA \$</b>								<b>76.12</b>	
<b>P.U. \$</b>								<b>76.12</b>	



CAPÍTULO 6

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO									
FECHA:		10-Ago-2002							
CONCEPTO:		CASTILLO AHOGADO (K-3)				ELABORÓ:		Omar Ulises Morales Dávila	
DESCRIPCIÓN:		Castillo ahogado con concreto de f'c=150kg/cm <sup>2</sup> , 3 varillas de 3/8" y grapas @ 7cm				UNIDAD:		1 ml	
MATERIALES									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	RENDIMIENTO		CANT. REQ. PARA 1 ML DE CASTILLO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	MAT.	CARACT.		(%)				\$	\$
Co	Concreto	de f'c=150kg/cm <sup>2</sup> y TMA 2/5" (1cm)	m <sup>3</sup>	10	0.0363	m <sup>3</sup> /ml	0.04	632.79	25.27
Va	Varilla corrugada	de 3/8" corrugada con fy=4200kg/cm <sup>2</sup> 3 piezas (1/celda)	kg	0	1.68	kg/ml	1.68	5.35	8.98
Al	Alambrón	de 1/4" liso con fy=2550kg/cm <sup>2</sup> para grapas @ 7 cm (@ hilada)	kg	0	1.29	kg/ml	1.29	7.94	10.20
Ga	Gasolina		lt	0	0.1584	lt/ml	0.158	5.77	0.91
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>45.36</b>	
MANO DE OBRA									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI	DESP.	RENDIMIENTO		CANT. REQ. PARA 1 ML DE CASTILLO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	EQ. DE TRAB.	CARACT.		(%)				\$	\$
MO	G-05	1 Albañil + 1 Peón	JOR		15.00	ml/jor	0.07	392.24	26.15
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>26.15</b>	
EQUIPO									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	RENDIMIENTO		CANT REQ. PARA 1 ML DE CASTILLO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	CARACT.			(%)				\$	\$
EQ	1 revolvedora de 1 saco de 8Hp		día		15.00	m <sup>3</sup> /día	0.0024	400	0.97
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>0.97</b>	
<b>SUMA \$</b>								<b>72.48</b>	
<b>P.U. \$</b>								<b>72.48</b>	



ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO									
FECHA:		10-Ago-2002							
CONCEPTO:		CASTILLO AHOGADO (K-2)				ELABORÓ:		Omar Ulises Morales Dávila	
DESCRIPCIÓN:		Castillo ahogado con concreto de f'c=150kg/cm <sup>2</sup> , 2 varillas de 3/8" y grapas @ 7cm				UNIDAD:		1 ml	
MATERIALES									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 ML DE CASTILLO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	MAT.	CARACT.		(%)				\$	\$
Co	Concreto	de f'c=150kg/cm <sup>2</sup> y TMA 2/5" (1cm)	m <sup>3</sup>	10	0.0242	m <sup>3</sup> /ml	0.027	632.79	16.84
Va	Varilla corrugada	de 3/8" corrugada con fy=4200kg/cm <sup>2</sup> 3 piezas (1/celda)	kg	0	1.12	kg/ml	1.12	5.35	5.99
Al	Alambrón	de 1/4" liso con fy=2550kg/cm <sup>2</sup> para grapas @ 7 cm (@ hilada)	kg	0	1.00	kg/ml	1	7.94	7.94
Ga	Gasolina		lt	0	0.1584	lt/ml	0.158	5.77	0.91
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>31.68</b>	
MANO DE OBRA									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 ML DE CASTILLO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	EQ. DE	CARACT.		(%)				\$	\$
	TRAB.								
MO	G-05	1 Albañil + 1 Peón	JOR		20.00	ml/jor	0.05	392.24	19.61
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>19.61</b>	
EQUIPO									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNID.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 ML DE CASTILLO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	CARACT.			(%)				\$	\$
EQ	1 revolvedora de 1 saco de 8Hp		día		15.00	m <sup>3</sup> /día	0.0016	400	0.65
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>0.65</b>	
<b>SUMA \$</b>								<b>51.94</b>	
<b>P.U. \$</b>								<b>51.94</b>	



ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO									
FECHA:	10-Ago-2002								
CONCEPTO:	CASTILLO AHOGADO (K-1)					ELABORÓ:	Omar Ulises Morales Dávila		
DESCRIPCIÓN:	Castillo ahogado con concreto de $f'c=150\text{kg/cm}^2$ , 1 varilla de 3/8"					UNIDAD:	1 ml		
<b>MATERIALES</b>									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNL.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 ML DE CASTILLO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	MAT.	CARACT.		(%)				\$	\$
Co	Concreto	de $f'c=150\text{kg/cm}^2$ y TMA 2/5" (1cm)	m <sup>3</sup>	10	0.0121	m <sup>3</sup> /ml	0.01331	632.79	8.42
Va	Varilla corrugada	de 3/8" corrugada con $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ 3 piezas (1/celda)	kg	0	0.56	kg/ml	0.56	5.35	2.99
Ga	Gasolina		lt	0	0.1584	lt/ml	0.158	5.77	0.91
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>11.42</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNL.	DESP.	REND.		CANTIDAD REQUERIDA PARA 1 ML DE CASTILLO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	EQ. DE TRAB.	CARACT.		(%)				\$	\$
MO	G-05	1 Albañil + 1 Peón	JOR		40.00	ml/jor	0.03	392.24	9.81
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>9.81</b>	
<b>EQUIPO</b>									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNL.	DESP.	RENDIMIENTO		CANTIDAD REQUERIDA PARA 1 ML DE CASTILLO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	CARACT.			(%)				\$	\$
EQ	1 revolvedora de 1 saco de 8Hp		día		15.00	m <sup>3</sup> /día	0.0008	400	0.32
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>0.32</b>	
<b>SUMA \$</b>								<b>21.55</b>	
<b>P.U. \$</b>								<b>21.55</b>	

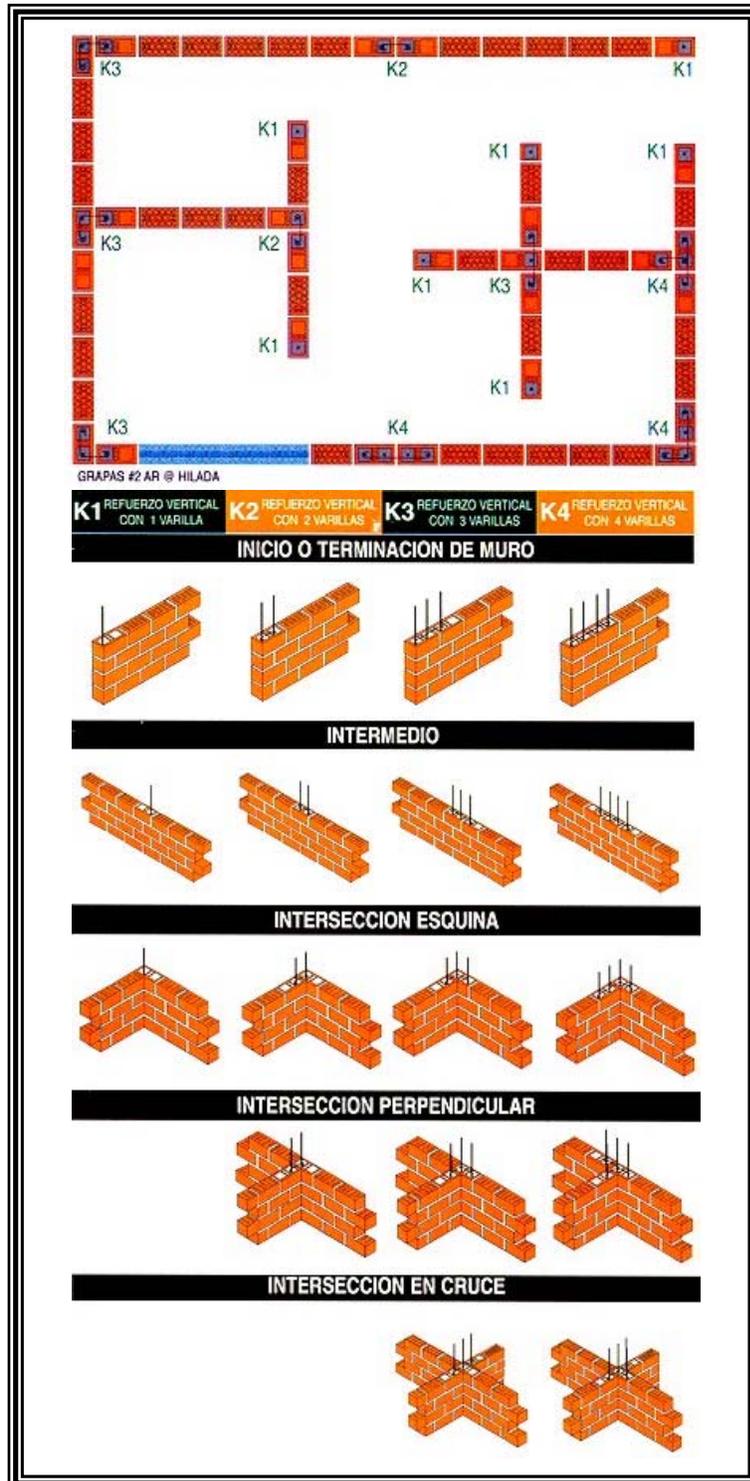


Figura 6.1 Designación de castillos para el sistema Novamuro



CAPÍTULO 6

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO									
FECHA:		10-Ago-2002							
CONCEPTO:		REFUERZO LONGITUDINAL DE MUROS de 2.3m de altura				ELABORÓ:		Omar Ulises Morales Dávila	
DESCRIPCIÓN:		Refuerzo con acero de 1/4 liso, fy=2550kg/cm <sup>2</sup> @4 hiladas (28cm)				UNIDAD:		1 ml	
MATERIALES									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 ML DE MURO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	MAT.	CARACT.		(%)				\$	\$
Al	Alambrón	de 1/4" liso con fy=2550kg/cm <sup>2</sup> para ref. long. @ 28 cm (@ 4hiladas)	kg	0	2.05	kg/ml	2.054	7.94	16.30
SUBTOTAL \$									16.30
MANO DE OBRA									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 ML DE MURO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	EQ. DE TRAB.	CARACT.		(%)				\$	\$
MO	G-05	1 Albañil + 1 Peón	JOR		30.00	ml/jor	0.03	392.24	13.07
SUBTOTAL \$									13.07
SUMA \$									.29.37
P.U. \$									29.37

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO									
FECHA:		10-Ago-2002							
CONCEPTO:		REFUERZO LONGITUDINAL DE MUROS de 1.1m de altura				ELABORÓ:		Omar Ulises Morales Dávila	
DESCRIPCIÓN:		Refuerzo con acero de 1/4 liso, fy=2550kg/cm <sup>2</sup> @4 hiladas (28cm)				UNIDAD:		1 ml	
MATERIALES									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 ML DE CASTILLO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	MAT.	CARACT.		(%)				\$	\$
Al	Alambrón	de 1/4" liso con fy=2550kg/cm <sup>2</sup> para ref. long. @ 28 cm (@ 4hiladas)	kg	0	0.98	kg/ml	0.982	7.94	7.79
SUBTOTAL \$									7.79
MANO DE OBRA									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 ML DE CASTILLO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	EQ. DE TRAB.	CARACT.		(%)				\$	\$
MO	G-05	1 Albañil + 1 Peón	JOR		60.00	ml/jor	0.02	392.24	6.54
SUBTOTAL \$									6.54
SUMA \$									14.33
P.U. \$									14.33



ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO									
FECHA:		10-Ago-2002							
CONCEPTO:		LIMPIEZA DE MUROS CON ACABADO APARENTE				ELABORÓ:		Omar Ulises Morales Dávila	
DESCRIPCIÓN:		Limpieza de muros con agua y ácido muriático en proporción 5:1				UNIDAD:		1m <sup>2</sup>	
MATERIALES									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>2</sup> DE MURO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	MAT.	CARACT.		(%)				\$	\$
Ag	Agua y manejo		m <sup>3</sup>	5	0.004	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.0042	4.10	0.02
Ac	Ácido muriático		lto	5	0.8	lt/m <sup>2</sup>	0.84	1.80	1.51
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>1.53</b>	
MANO DE OBRA									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>2</sup> DE MURO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	EQ. DE TRAB.	CARACTERÍSTICAS		(%)				\$	\$
MO	G-01	0.1 Cabo + 1 Peón	JOR		50.00	m <sup>2</sup> /jor	0.02	163.93	3.28
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>3.28</b>	
<b>SUMA \$</b>								<b>4.81</b>	
<b>P.U. \$</b>								<b>4.81</b>	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO									
FECHA:		10-Ago-2002							
CONCEPTO:		ACABADO DE MURO APARENTE				ELABORÓ:		Omar Ulises Morales Dávila	
DESCRIPCIÓN:		Acabado para muros interiores con sellador para mampostería aparente 4:3 (agua:sellador)				UNIDAD:		1m <sup>2</sup>	
MATERIALES									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>2</sup> DE MURO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	MAT.	CARACT.		(%)				\$	\$
Ag	Agua y manejo		m <sup>3</sup>	5	0.00033	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	0.00035	4.10	0.00
Se	Sellador		lto	5	1/4	lt/m <sup>2</sup>	0.2625	23.70	6.22
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>6.22</b>	
MANO DE OBRA									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.		CANT. REQ. PARA 1 m <sup>2</sup> DE MURO	COSTO UNIT.	IMPORTE
	EQ. DE TRAB.	CARACT.		(%)				\$	\$
MO	G-11	1 Pintor + 1 Ayudante	JOR		20.00	m <sup>2</sup> /jor	0.05	364.7	18.24
<b>SUBTOTAL \$</b>								<b>18.24</b>	
<b>SUMA \$</b>								<b>24.46</b>	
<b>P.U. \$</b>								<b>24.46</b>	



ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO									
FECHA:		10-Ago-2002							
CONCEPTO:		ACABADO DE MURO APARENTE				ELABORÓ:		Omar Ulises Morales Dávila	
DESCRIPCIÓN:		Acabado para muros exteriores con repelente de agua para mampostería aparente				UNIDAD:		1m <sup>2</sup>	
MATERIALES									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.	CANT. REQ. PARA	COSTO	IMPORTE	
	MAT.	CARACT.		(%)			\$	\$	
Re	Repelente	Repelente que no deja película.	lto	5	1/3	lt/m <sup>2</sup>	0.35	25.30	8.86
SUBTOTAL \$								8.86	
MANO DE OBRA									
INSUMO	DESCRIPCIÓN		UNI.	DESP.	REND.	CANT. REQ. PARA 1 m <sup>2</sup> DE MURO	COSTO UNIT.	IMPORTE	
	EQ. DE TRAB.	CARACT.		(%)			\$	\$	
MO	G-11	1 Pintor + 1 Ayudante	JOR		20.00	m <sup>2</sup> /jor	0.05	364.7	18.24
SUBTOTAL \$								18.24	
SUMA \$								27.09	
P.U. \$								27.09	

### 6.5.4 PRESUPUESTO

Este reporte nos genera el importe de los muros para cada proyecto en base a los volúmenes estimados y a sus precios unitarios en cada concepto.

#### 6.5.4.1 Casa Habitación

##### I. Sistema Tradicional

Tabla 6.20 Presupuesto de muros terminados para casa habitación bajo el sistema tradicional

CONCEPTO	CANTIDAD REQUERIDA	\$/U	\$
Muro	297.98 m <sup>2</sup>	131.08	39,059.22
Aplanado con mezcla	256.25 m <sup>2</sup>	46.09	11,810.56
Aplanado con yeso	247.73 m <sup>2</sup>	32.92	8,155.27
Pintura	503.98 m <sup>2</sup>	35.17	17,724.98
Recubrimiento con azulejo	91.98 m <sup>2</sup>	327.72	30,143.68
Castillos	293.80 m	76.12	22,364.06
<b>TOTAL</b>			<b>129,257.77</b>
<b>\$PROM/m<sup>2</sup></b>			<b>433.80</b>



## I. Sistema Tabimax

Tabla 6.21 Presupuesto de muros terminados para casa habitación bajo el sistema tabimax

CONCEPTO	CANTIDAD REQUERIDA	\$/U	\$
Muro	297.98 m <sup>2</sup>	150.43	44,825.13
Aplanado con mezcla	256.25 m <sup>2</sup>	41.91	10,739.44
Aplanado con yeso	247.73 m <sup>2</sup>	30.54	7,565.67
Pintura	503.98 m <sup>2</sup>	35.17	17,724.98
Recubrimiento con azulejo	91.98 m <sup>2</sup>	327.72	30,143.69
Castillos	293.80 m	76.12	22,364.06
<b>TOTAL</b>			<b>133,362.96</b>
<b>\$PROM/m<sup>2</sup></b>			<b>447.60</b>

## II. Sistema Novamuro

Tabla 6.22 Presupuesto de muros terminados para casa habitación bajo el sistema novamuro

CONCEPTO	CANTIDAD REQUERIDA	\$/U	\$	
Muro	297.98 m <sup>2</sup>	181.88	54,196.60	
Acabado interior.	256.25 m <sup>2</sup>	24.46	6,267.88	
Acabado exterior	339.71 m <sup>2</sup>	27.09	9,202.74	
Refuerzo horizontal de muros (muros de 2.3m de altura) (muros de 1.1m de altura)	107.7 m	29.37	3,163.15	
	45.7 m	14.33	654.88	
Castillos ahogados				
	K-1	186.7 m	72.48	13,532.02
	K-2	114.5 m	51.94	5,947.13
	K-3	23 m	21.55	495.65
<b>TOTAL</b>			<b>93,460.05</b>	
<b>\$PROM/m<sup>2</sup></b>			<b>313.70</b>	

### 6.5.4.2 Conjunto Habitacional (5 niveles)

#### I. Sistema Tradicional

Tabla 6.23 Presupuesto de muros terminados para el conjunto habitacional bajo el sistema tradicional

CONCEPTO	CANTIDAD REQUERIDA	\$/U	\$
Muro	1039.46 m <sup>2</sup>	131.08	136,252.42
Aplanado con mezcla	554.74 m <sup>2</sup>	46.09	25,567.97
Aplanado con yeso	1090.41 m <sup>2</sup>	32.92	35,896.30
Pintura	1645.15 m <sup>2</sup>	35.17	57,859.93
Recubrimiento con azulejo	433.77 m <sup>2</sup>	327.72	142,155.10
Castillos	1161.5 m	76.12	88,413.38
<b>TOTAL</b>			<b>486,145.09</b>
<b>\$PROM/m<sup>2</sup></b>			<b>467.70</b>



### III. Sistema Tabimax

Tabla 6.24 Presupuesto de muros terminados para el conjunto habitacional bajo el sistema tabimax

CONCEPTO	CANTIDAD REQUERIDA	\$/U	\$
Muro	1039.46 m <sup>2</sup>	150.43	156,365.97
Aplanado con mezcla	554.74 m <sup>2</sup>	41.91	23,249.15
Aplanado con yeso	1090.41 m <sup>2</sup>	30.54	33,301.12
Pintura	1645.15 m <sup>2</sup>	35.17	57,859.92
Recubrimiento con azulejo	433.77 m <sup>2</sup>	327.72	142,155.10
Castillos	1161.5 m	76.12	88,413.38
<b>TOTAL</b>			<b>501,344.65</b>
<b>\$PROM/m<sup>2</sup></b>			<b>482.30</b>

### IV. Sistema Novamuro

Tabla 6.25 Presupuesto de muros terminados para el conjunto habitacional bajo el sistema novamuro

CONCEPTO	CANTIDAD REQUERIDA	\$/U	\$	
Muro	1039.46 m <sup>2</sup>	181.88	189,056.98	
Acabado interior.	554.74 m <sup>2</sup>	24.46	13,568.94	
Acabado exterior	1524.18 m <sup>2</sup>	27.09	41,290.04	
Refuerzo horizontal de muros (muros de 2.3m de altura) (muros de 1.1m de altura)	400 m	29.37	11,748.00	
	108.6 m	14.33	1,556.24	
Castillos ahogados				
	K-1	1068.0 m	72.48	77,408.64
	K-2	167.5 m	51.94	8,699.95
K-3	138.0 m	21.55	2,973.90	
<b>TOTAL</b>			<b>346,302.69</b>	
<b>\$PROM/m<sup>2</sup></b>			<b>333.20</b>	

## 6.5.5 Comparativa de Costos

En esta sección se presenta el resumen de presupuestos para cada proyecto y para cada sistema. Posteriormente, se hace un análisis entre las diferencias porcentuales de costos entre los tres sistemas constructivos.

Tabla 6.26 Resumen de presupuestos para la casa habitación

CASA HABITACIÓN	\$ TOTAL	\$PROM/m <sup>2</sup>
Sistema Tradicional	129257.77	433.80
Sistema Tabimax	133362.96	447.60
Sistema Novamuro	93460.05	313.70



Tabla 6.27 Resumen de presupuestos para el conjunto habitacional

C. HABITACIONAL	\$ TOTAL	\$PROM/m <sup>2</sup>
Sistema Tradicional	486,145.09	467.70
Sistema Tabimax	501344.65	482.30
Sistema Novamuro	346,302.69	333.20

Tabla 6.28 Diferencia de costos entre los sistemas constructivos para la casa habitación (en %)

CASA HABITACIÓN	Sistema tradicional	Sistema Tabimax	Sistema Novamuro
Sistema Tradicional	0.00	96.92	138.30
Sistema Tabimax	103.18	0.00	142.70
Sistema Novamuro	72.31	70.08	0.00

Tabla 6.29 Diferencia de costos entre los sistemas constructivos para el conjunto habitacional (en %)

CONJUNTO HABITACIONAL	Sistema Tradicional	Sistema Tabimax	Sistema Novamuro
Sistema Tradicional	0.00	96.97	140.38
Sistema Tabimax	103.13	0.00	144.77
Sistema Novamuro	71.23	69.07	0.00

Tabla 6.30 Promedio de la diferencia de costos entre los sistemas de construcción estudiados (en %)

PROMEDIO	Sistema tradicional	Sistema Tabimax	Sistema Novamuro
Sistema Tradicional	0.00	96.95	139.34
Sistema Tabimax	103.15	0.00	143.73
Sistema Novamuro	71.77	69.58	0.00

Mediante la *tabla 6.30* se pueden hacer las comparativas de costos entre los tres distintos sistemas estudiados. Como ejemplo, puede observarse que el sistema novamuro representa el 71.77 y 69.58% del costo para los sistemas tradicional y tabimax respectivamente (o bien, el sistema tradicional representa el 139.34% del costo del sistema novamuro, y el tabimax el 143.73%). De esta manera pueden hacerse las combinaciones comparativas entre los diversos sistemas, pero inegablemente, el sistema novamuro representa, por mucho, la mejor opción económica para construir.

En la figura 6.2 se muestra gráficamente lo antes mencionado, comparando cada sistema de acuerdo a su costo por metro cuadrado para cada proyecto.

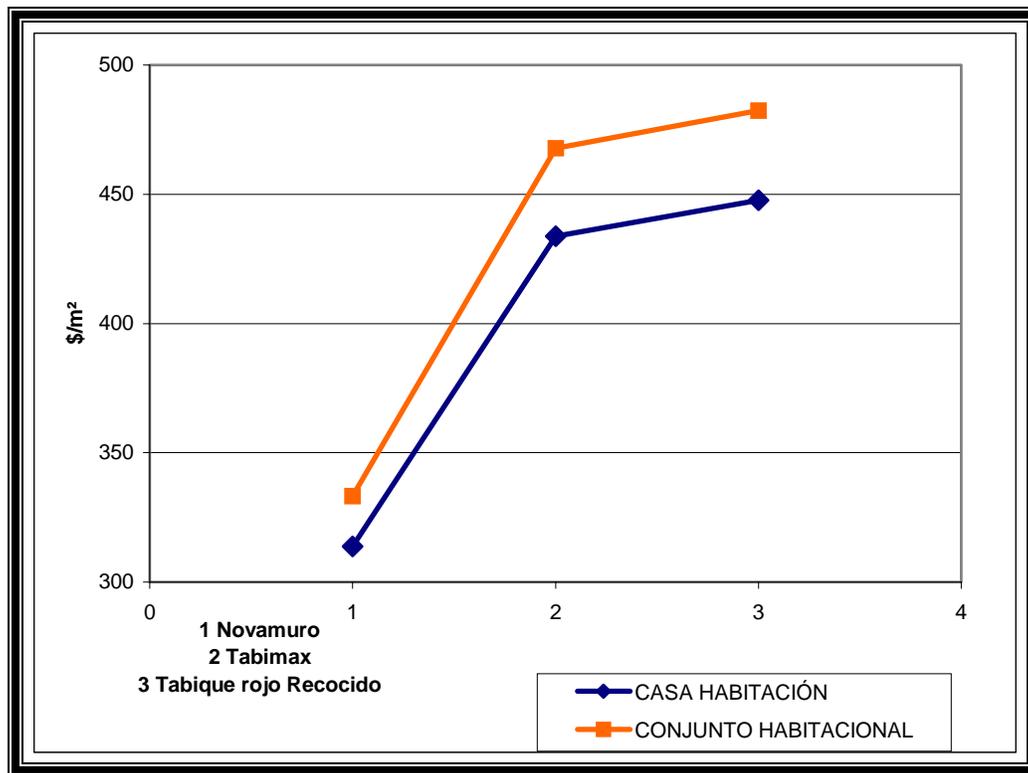


Figura 6.2 Comparativa económica entre sistemas de mampostería

## 6.6 COMPARATIVA ECONÓMICO-ESTRUCTURAL

En la figura 6.3 se muestra gráficamente la comparativa económico-estructural de los diversos sistemas constructivos para los dos proyectos. Nótese que para todo proyecto el sistema novamuro (en color anaranjado) representa, en gran medida, la opción más económica. De igual manera el sistema novamuro presenta el mejor comportamiento estructural ante cargas horizontales producidas por sismo. Se puede observar que para la casa habitación, el sistema novamuro es el único que pasa para la dirección X. Para la casa habitación en la dirección Y, y para el conjunto habitacional en ambas direcciones, ninguno de los sistemas logra pasar las sollicitaciones sísmicas; sin embargo, el novamuro es el que mejor respuesta tiene.

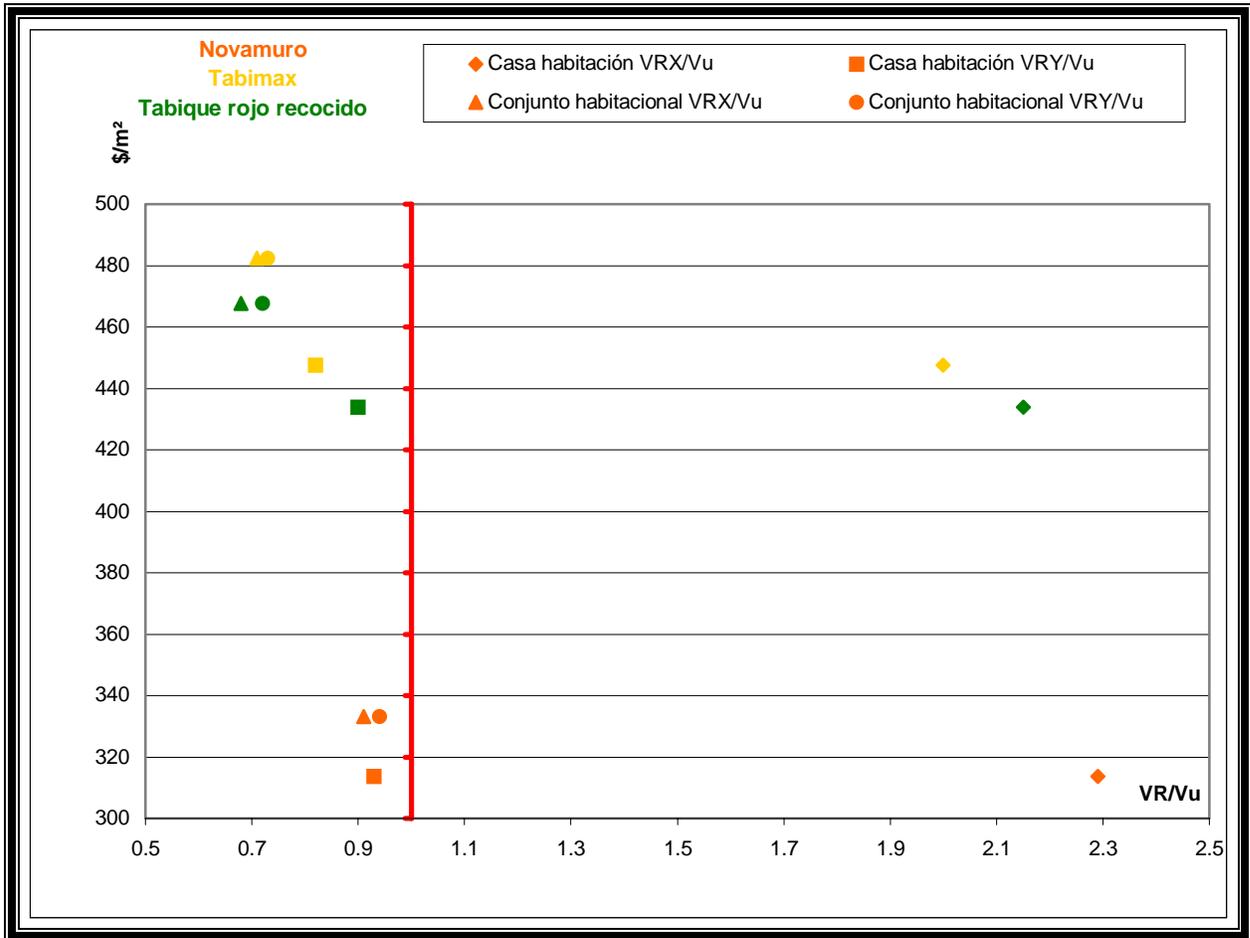


Figura 6.3 Comparativa económico-estructural entre los sistemas constructivos de mampostería



## CONCLUSIONES

En las pruebas de laboratorio, las resistencias de diseño a compresión simple y compresión diagonal ( $f_m^*$  y  $v_m^*$  respectivamente) para las piezas de tabimax fueron muy aproximadas a los valores proporcionados por el fabricante; sin embargo, las pruebas sobre piezas sueltas proporcionaron resultados muy por debajo de lo especificado por el fabricante, e incluso a los valores propuestos en las NTC para Mampostería. El problema radica en que las NTC señalan que tanto la resistencia a compresión como a tensión diagonal pueden obtenerse a partir de la resistencia de las piezas sueltas ( $f_p^*$ ), pero el mínimo que las NTC establecen es  $f_p^*=60\text{kg/cm}^2$ , valor que no alcanzaron las piezas de tabique rojo recocido ni las piezas de tabimax, las piezas de ladrillo víntex y múltex alcanzaron apenas  $66\text{kg/cm}^2$ , pero es muy bajo considerando que son piezas de alta resistencia. El determinar los valores de  $f_m^*$  y  $v_m^*$  por medio de la resistencia de piezas no fue posible, para el caso de muros con tabimax y tabique rojo recocido puede no haber tanto problema pues se pudieron hacer las pruebas correspondientes para determinarlo, pero para las piezas huecas no se pudieron realizar estos ensayos, pues las especificaciones requieren muros de  $2\times 2\text{m}$  (al menos para compresión diagonal). La opción que se tomó fue la de considerar, para las piezas huecas, la misma resistencia a compresión y tensión diagonal obtenidas para el caso de tabimax, pues el fabricante indica que las resistencias para las piezas vintex y múltex son iguales que la de tabimax, se ha decidido ser un poco conservadores dado las incertidumbres surgidas.

### ASPECTO ESTRUCTURAL

El sistema de mampostería confinada con tabique rojo recocido representa una buena opción para la construcción de casas habitación de dos e incluso hasta tres niveles, sobrepasando estos niveles, la mampostería ya no cuenta con la suficiente resistencia para soportar solicitaciones de carga adicionales. Su comportamiento ante cargas verticales en la casa habitación es bastante bueno, únicamente un muro no pasó la solicitación requerida, pero tan solo por un 4%, lo que indica que un cambio de sección del muro con el mismo producto solucionaría el problema; no así para el conjunto habitacional, en la que ningún muro ha logrado soportar las cargas solicitadas, pensar en cambios de sección no es la opción porque se tendría una estructura con muros muy anchos y económicamente no sería solvente.

El sistema tabimax, en términos generales, no es la opción más viable en este estudio. Ofrece un mejor comportamiento ante cargas horizontales que el tabique rojo recocido (aunque no por ello óptimo), pero ante cargas verticales es el producto menos recomendable, pues en ningún caso (casa habitación y mucho menos conjunto habitacional) los muros lograron resistir las cargas solicitadas. El problema de este producto es su exceso de esbeltez, lo que propicia que en el cálculo su factor de esbeltez se reduzca demasiado para muros de más de  $2.0\text{m}$  de altura, probablemente las piezas de  $12\text{cm}$  de espesor logren hacer de este producto una mejor alternativa o un cambio en el aparejo, pero los costos se elevarían y en el caso de éste estudio las piezas de  $10\text{cm}$  de espesor, no cubren las expectativas esperadas en un aparejo tipo Soga.



El sistema novamuro representa la mejor opción estructural ante cargas verticales y horizontales. Ante cargas verticales los muros resisten, por mucho, las cargas solicitadas en ambos proyectos. Hay que destacar que el peso de la estructura con este sistema es mucho menor, pues los muros no requieren acabados que proporcionen mayor peso a la estructura.

En la casa habitación, el cortante resistente de la mampostería para los tres sistemas constructivos (en la dirección Y) fue menor que el requerido (cortante último), se quedaron a un 10%. Esto suele ser común por la distribución de muros; casi siempre, en un sentido la contribución de éstos es menor. Una solución viable podría ser el incremento de la longitud de los muros, el cambio de sección de alguno de ellos o el cambio del material utilizado.

Para el caso del conjunto habitacional, la resistencia de los muros a cortante fue menor que el cortante último en ambas direcciones; sin embargo, el sistema novamuro se encuentra un 9 y 7% por debajo del  $V_u$  en las direcciones X y Y respectivamente, mientras que el sistema Tabimax a un 29 y 27% y el sistema tradicional a 32 y 28% en las direcciones X y Y.

Hay que considerar que las estructuras se localizan en la zona sísmica III de la Ciudad de México, lo que nos garantiza que para zonas I y II las estructuras, por lo menos en el sistema novamuro, no presentarán problemas debido a que las acciones sísmicas son menores.

En conclusión, para una casa habitación, el sistema novamuro representa la mejor opción estructural, sin embargo, el sistema tradicional de tabique rojo recocado, también representa una buena opción, será cuestión de ver si en el lado económico el sistema novamuro es el más óptimo; o podría ser el sistema tradicional que, aunque no sea la mejor opción estructural, podría ser la mejor opción económica sin descuidar el aspecto estructural.

Para edificios de 4 o más niveles el sistema novamuro representa, por mucho, la mejor opción estructural. Los sistemas confinados estudiados, para empezar, no proporcionan la resistencia adecuada para cargas gravitacionales.

## **ASPECTO ECONÓMICO**

En el aspecto económico, el sistema tradicional resulta menos costoso que el sistema tabimax. A pesar de que el sistema tradicional requiere mayores espesores en los acabados, lo que ocasiona mayor costo, el precio de las piezas de tabimax no permite que su sistema sea más económico.

Al igual que en el aspecto estructural, el sistema novamuro representa la opción más económica para construir. Esto es debido a que este tipo de construcción no requiere de acabados; es decir, es una mampostería aparente, por lo que únicamente requiere de selladores para interiores y repelentes de agua para exteriores, conceptos que no ejercen grandes costos para llevarse a cabo. Este sistema representa un ahorro de 30% aproximadamente respecto al sistema tradicional.



---

---

## ASPECTO ECONÓMICO – ESTRUCTURAL

En definitiva, la mejor opción económica y estructural es el sistema novamuro para cualquier tipo de vivienda (casa habitación o edificios de 4 niveles o más).

Por ello se ve en la actualidad que la mayoría de los edificios a base de mampostería y las casas que hacen para interés social son elaboradas a base de este sistema o alguno semejante, pues estructuralmente son buenos y económicamente son la mejor opción.

Sin embargo, para casa habitación hay que considerar algunos aspectos. Se ha mencionado que el sistema novamuro representa la mejor opción económica, pero hay que tomar en cuenta que los acabados pueden no gustar. Muchas personas prefieren los acabados tradicionales, acabados que el sistema novamuro no proporciona y de hacerlo, indudablemente estaríamos hablando de otros costos.

Se ha mencionado que la mayoría de las casas elaboradas a base de sistemas como el novamuro, han sido desarrolladas por constructoras dedicadas a casas de interés social que, evidentemente, deben de construir casas de calidad, pero a los costos más bajos posibles.

La opción para casas habitación es clara:

- Casas estructuralmente buenas: el sistema novamuro ofrece la mejor aunque el sistema tradicional es aceptable.
- Casas económicas: el sistema novamuro resulta ser el más factible, aunque el sistema tradicional puede garantizar mejores acabados dependiendo el gusto de las personas.

Para edificios de 4, 5 o más niveles, la única opción (al menos de los tres sistemas analizados) es el sistema novamuro, aunque económicamente se puede hablar de la misma situación que en casas habitación, en el aspecto estructural es la única opción garantizable.

## COMENTARIO FINAL

La Ciudad de México, como ya se sabe, es una de las metrópolis más importantes del mundo y sufre las consecuencias de un acelerado crecimiento demográfico desde hace varios años. Una de las consecuencias de vivir en la Ciudad de México es la demanda de vivienda y de las grandes soluciones urbanas para satisfacerla. En la búsqueda de una solución a dicha demanda, se ha optado por aplicar los modelos multifamiliares que representan la mejor alternativa para proporcionar techo a cientos de familias en un espacio relativamente pequeño y con opciones de crédito para su rápida adquisición. De este modo surgieron los conjuntos y unidades habitacionales (los más importantes y de mayor auge en los años 60's del siglo pasado), los cuales, desde entonces, son un nuevo patrón habitacional en la ciudad de México.



Si bien es cierto, en la actualidad existen diversos sistemas de construcción que permiten menores tiempos de ejecución y mayores alturas. Ejemplos claros son las estructuras a base de concreto reforzado e incluso de acero, las cuales llegan a alcanzar alturas importantes que la mampostería por sí sola no es capaz de conseguir. Existen otros materiales que reducen considerablemente los tiempos en la ejecución, como es el caso de sustituir a los muros de mampostería por productos como el Panel-W u otros materiales elaborados con productos sintéticos.

Hay que remarcar que esta investigación se ha limitado únicamente en comparar la factibilidad estructural y económica entre los sistemas mencionados en el trabajo, sin olvidar que el ingenio del hombre y el avance desmedido de la tecnología propician nuevas técnicas y materiales para la construcción que pueden proporcionar sistemas menos propicios, pero de igual manera hay que recordar que siempre habrá mejores.



## BIBLIOGRAFÍA

- Bazán Zurita, Enrique **“Manual de diseño sísmico de edificios”** México, Edit. Limusa, 1992.
- Beall, Christine **“Masonry design and detailing”** Estados Unidos, Mc. Graw Hill, 1997.
- Bueche, Frederick J. **“Física general”** México, Mc. Graw Hill, 1997.
- CENAPRED **“Curso sobre diseño y construcción sismorresistente de estructuras”** México, 1999.
- CENAPRED **“Estudio de la factibilidad técnica del uso de tabique vintex y multex para vivienda económica”** julio 1997.
- De la Garza, Gaspar. **“Materiales y construcción”**, México, edit. Trillas, 1991.
- Departamento del Distrito Federal **“Normas Técnicas Complementarias para diseño y por sismo”** México, Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal, 1993.
- Departamento del Distrito Federal **“Normas Técnicas Complementarias para diseño y construcción de estructuras de mampostería”** México, Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal, agosto 2 de 1993.
- Departamento del Distrito Federal **“Normas Técnicas Complementarias para diseño por sismo”** México, Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal, noviembre 5 de 1987.
- Departamento del Distrito Federal **“Normas Técnicas Complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto”** México, Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal, noviembre 26 de 1987.
- Departamento del Distrito Federal **“Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal”** México, Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal, 1993.
- Dirección General de construcción y operación hidráulica **“Especificaciones generales y técnicas de construcción: mampostería para estructuras”** Vol. 14
- Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal **“Ley Federal de Trabajo”** México, DOF, abril 1 de 1970 (reformas en enero 23 de 1998).
- Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal **“Ley del INFONAVIT”** México, DOF, enero 6 de 1997.
- Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal **“Ley del Seguro Social”** México, DOF, 11 de 1970.
- Gallo Ortiz, Gabriel **“Diseño estructural de casas habitación”** México, Mc. Graw Hill, 1999.
- González Cuevas, Oscar **“Aspectos fundamentales del concreto reforzado”** México, Edit. Limusa, 1997.
- H. Nilson, Arthur **“Diseño de estructuras de concreto”** México, Mc. Graw Hill, 1999.
- Hornbostel, Caleb **“Materiales para construcción: tipos, usos y aplicaciones”** México, Edit. Limusa, 2000.



- ❑ Ibarra Ruiz, Raúl **“Metodología para el análisis de costos en la construcción”** México, UNAM, 1998.
- ❑ IMCyC **“El concreto en la Obra”** Módulos I, II y III México, 1992.
- ❑ Instituto de ingeniería **“Comentarios y ejemplos de las Normas Técnicas Complementarias para diseño y construcción de estructuras de Mampostería”** México, UNAM, 1992.
- ❑ Münch Galindo, Lourdes **“Fundamentos de administración”** México, Edit Trillas, 1997.
- ❑ Osamu A., Watita **“El detalle arquitectónico”** México, Edit. Limusa, 2001.
- ❑ Paulay, T **“Seismic design of reinforced and masonry buildings”** U.S.A, John Wiley & Sons, 1992.
- ❑ Salvat Mexicana Editores, S.A. **“Historia de México”** Tomos 1-4, México, 1974
- ❑ Salvat Mexicana Editores, S.A. **“Historia Universal”** Tomos 2-4 y 6-8, México, 1999.
- ❑ Suárez Salazar, Carlos **“Costo y tiempo en edificación”** México, Edit. Limusa, 2000.
- ❑ Suárez Salazar, Carlos **“La determinación del precio en la obra privada y pública en 1997”** México, Edit. Limusa, 1997.
- ❑ Suárez Salazar, Carlos **“La determinación del precio en la obra pública del gobierno del D.F. y de la federación 2001”** México, Edit. Limusa, 2001.
- ❑ UTEA **“Grandes Civilizaciones”** Tomos 4, 6, 7, 9 y 12; España, Biblioteca UTEA, 1993.
- ❑ Villasante Sánchez, Esteban **“Mampostería y Construcción”** México, Edit. Trillas, 1995.
- ❑ Zúñiga García, Luis Fco. **“Guía práctica y formulario para la realización de contratos”** México, Edit. Atenas del Anahuac, 1998.

#### Fuentes de internet:

- ❑ Guía para el cálculo de rigideces y revisión de muros de mampostería <http://www.um.edu.ar/um/fau/estructura5/GUIA.htm>.
- ❑ Catálogo de Normas Oficiales Mexicanas (NOM) <http://cronos.cta.com.mx/cgi-bin/normas.sh/cgis/busquedaf.p?CLAVE=1 &Fecha=0&tipo=0&Depen=0&Rama=0>
- ❑ Catálogo de Normas Mexicanas (NMX) <http://cronos.cta.com.mx/cgi-bin/normas.sh/normasmx/cgis/index.p>
- ❑ Catálogo de las normas ASTM <http://www.astm.org>
- ❑ Datos técnicos y procesos constructivos con piezas de la planta Novaceramic <http://www.novaceramic.com.mx>
- ❑ Rendimientos de mano de obra <http://www.bideco.com.mx/tecnico/mdeob/albañileria.html>.



# Apéndices

- **APÉNDICE A: Resumen de las NMX para Mampostería**
- **APÉNDICE B: Resumen de las NMX para Acero**
- **APÉNDICE C: Peso volumétrico de materiales utilizados en la construcción**
- **APÉNDICE D: Guía para la revisión de muros ante cargas verticales y horizontales**
- **APÉNDICE E: Salarios, equipos de trabajo y rendimientos en la construcción**



# Apéndice A

## RESUMEN DE NMX PARA PIEZAS DE MAMPOSTERÍA





## NMX-C-006

### Ladrillos, bloques cerámicos de barro, arcilla y/o similares

A.1 Definiciones						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Los ladrillos o bloques cerámicos son elementos de construcción de forma prismática rectangular, obtenidos por moldeo, secado y cocción de pastos cerámicos, barro, arcilla o similares, ya sean extruidos o comprimidos.</li> </ul>						
A.2 USOS.						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Los ladrillos o bloques se usan en la construcción de muros de carga, muros de separación, para revestimiento, interiores y exteriores.</li> </ul>						
A.3 Clasificaciones.						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Los ladrillos y bloques se clasifican por su fabricación en dos tipos: hechos en máquina (Mq) y hechos a mano (Mn). Los hechos en máquina se dividen en cuatro subgrupos (las características de cada subgrupo se especifican en la <i>sección 2.1.2.2-I</i>).</li> </ul>						
TIPO	SUBTIPO	DESIGNACIÓN	GRADOS DE CALIDAD			
Mq	MqM	Ladrillos macizos	A	B	C	D
	MqP	Perforados	B	C	D	
	MqHv	Huecos verticales	C	D		
	MqHh	Huecos horizontales	D	E		
Mn		Ladrillos macizos	E			
NOTA: Los grados de calidad se muestran en la tabla A1						
A.4 Dimensiones.						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las dimensiones de los ladrillos y bloques deben ser las especificadas a continuación:</li> </ul>						
	Medidas nominales (mm)	Medidas de fabricación (mm)				
		Mq	Mn			
Largo	300	290	380			
	200	190	180			
Ancho	100	90	-			
	150	140	135			
	200	190	185			
	300	290	-			
Altura o peralte	50	45	-			
	775	65	60			
	100	90	85			
	150	140	-			
	200	190	-			
	300	290	-			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pueden fabricarse ladrillos y bloques en otras medidas a fin de obtener elementos que permitan componer unidades de albañilería diferentes, dar término a extremos y esquinas de muros, formar banos.</li> </ul>						
A.5 Acabados.						
<input type="checkbox"/> <b>Unidades seccionadas</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Para cualquier volumen, se permite que las piezas partidas en dos o más secciones no sea mayor al 5% para tipo Mq y 10% para el tipo Mn del total. Para los grados A y B del tipo Mq, la cantidad de piezas seccionadas no debe exceder del 3%.</li> </ul>						
<input type="checkbox"/> <b>Defectos superficiales</b>						
<ul style="list-style-type: none"> <li>Para las piezas tipo Mq de grados A, B y C, no se aceptan grietas, despostilladuras, ampollas u otros</li> </ul>						





## NMX-C-010

### Industria de la construcción – concreto - bloques, ladrillos o tabiques y tabicones

#### A.1 Definiciones

- Bloques, ladrillos, tabiques y tabicones de concreto son los materiales para construcción de forma prismática rectangular, pueden ser sólidos o huecos, fabricados con cemento portland y agregados apropiados, tales como arena, grava, piedra pómez, escoria volcánica, tezontle, arcillas, pizarras, etc.
- Celdas son los espacios vacíos que se dejan en el interior de los ladrillos, bloques, tabiques o tabicones, con la finalidad de mejorar las condiciones de aislamiento acústico y térmico, aligerarlos o de alojamiento para elementos de refuerzo o instalaciones.
- Las piezas huecas son aquellas que tienen una o más celdas.
- Las piezas sólidas son aquellas que no tienen celdas.

#### A.2 Clasificación.

- Los ladrillos, bloques, tabiques y tabicones, además de dividirse en sólidos o huecos, se dividen en dos tipos: TIPO I y TIPO II. Las características de cada subtipo se especifican en la *sección 2.3.2*.

TIPO	SUBTIPO	
	HUECOS	SÓLIDOS
I	RBH70, RBH60, RBH40	RBS100, RBS70, RBS40
II	RLH100, RLH70	RLS175, RLS100, RLS50

#### A.3 Especificaciones.

Las especificaciones que deben cumplir los bloques, ladrillos, tabiques o tabicones de concreto al momento de la entrega en la obra son las siguientes:

SUBTIPO	Resistencia mín. de ruptura a la compresión sobre el área total Mpa (kg/cm <sup>2</sup> )		Absorción máx. de agua fría en 24h dm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> (lt/m <sup>3</sup> )	Variación máx. de la masa seca con relación a la masa de catálogo
	PROM. DE 5 PZAS.	PIEZAS INDIVIDUAL	PROM. DE 5 PZAS.	TOLERANCIA
RBH70	6.9 (70)	5.5 (56)	220	+/- 8 %
RBH60	2.9 (60)	4.7 (48)	240	+/- 8 %
RBH40	3.9 (40)	3.1 (32)	290	+/- 8 %
RBS100	9.8 (100)	7.8 (80)	240	+/- 8 %
RBS70	6.9 (70)	5.5 (56)	290	+/- 8 %
RBS40	3.9 (40)	3.1 (32)	-	+/- 12%
RLH100	9.8 (100)	7.9 (80)	240	+/- 8 %
RLH70	6.9 (70)	5.5 (56)	290	+/- 8 %
RLS175	17.2 (175)	13.7 (140)	240	+/- 8 %
RLS100	9.8 (100)	7.8 (80)	290	+/- 8 %
RLS50	4.9 (50)	3.9 (40)	-	+/- 12%

#### A.4 Dimensiones.

- Es recomendable que las dimensiones de las piezas se basen en el módulo de 10cm o en submúltiplos, incluyendo ya la junta de albañilería correspondiente (recomendable de 1.0cm) teniendo una tolerancia de +/-2mm.

TIPO	ANCHO	ALTURA	LARGO
I Bloques de concreto	10 a 30cm	10 a 30cm	> 30cm
II Tabiques, tabicones y ladrillos de concreto	10 a 30cm	≤ 15cm	≤ 30cm

- Las tolerancias en las dimensiones de las piezas no deben ser > +/-3mm en la altura.



- Las tolerancias en las dimensiones de las piezas no deben ser  $> \pm 2\text{mm}$  en el largo y ancho.

**A.5 Acabados**

- Todas las piezas deben estar exentas de cuarteaduras, despostilladuras y defectos que puedan dificultar su manejo y debilitar la resistencia de la construcción.
- Si las piezas van a utilizarse de forma aparente, las caras expuestas deben estar libres de imperfecciones, fisuras u otros defectos.

**NMX-C-038****Determinación de las dimensiones de ladrillos y bloques para la construcción.****A.1 Definiciones**

- La dimensión de un bloque o ladrillo es cada una de las tres direcciones en que se mide la extensión del mismo, denominadas largo, ancho y alto (tizón, testa y grueso).

**A.2 Aparatos y equipo.**

- Para realizar la medición de las dimensiones de los ladrillos y bloques se requiere de una escuadra metálica. Uno de sus brazos debe estar graduado en centímetros y milímetros, y provisto de un cursor con regla de tal modo que ésta sea perfectamente paralela al brazo mayor de la escuadra como se ilustra en la *figura A1*.

**A.3 Preparación del espécimen.**

- Se requieren 5 especímenes para la prueba, los cuales deben ser representativos del lote de entrega y mantenerse a la temperatura ambiente durante las mediciones. Deben estar libres de cualquier material extraño o depositado en sus caras, en caso de tenerlas deben de eliminarse.

**A.4 Procedimiento de prueba.**

- El espécimen debe colocarse en una superficie plana (como una mesa), descansando en la cara conveniente para usar la escuadra en posición horizontal, como se muestra en las *figuras A2, A3 y A4*.
- De cada una de las dimensiones se hacen dos determinaciones, una colocando la escuadra longitudinalmente (*figuras A2a, A3a y A4a*) y otra transversalmente (*figuras A2b, A3b y A4b*).
- Las lecturas se toman hasta una aproximación de 1mm.

**A.5 Cálculos y resultados.**

- Se calculan los promedios aritméticos de los resultados de las mediciones duplicadas de cada una de las dimensiones de ladrillos y bloques para la construcción.

**NMX-C-037****Determinación de la absorción de agua de ladrillos, tabiques y tabicones de concreto.****A.1 Definiciones**

- La absorción volumétrica es la cantidad de agua absorbida en litros por unidad de volumen aparente de la pieza en  $\text{m}^3$ .
- El volumen aparente es aquel que corresponde a la geometría de la pieza y que incluye sus poros interiores, pero excluye el de las celdas.

**A.2 Aparatos y equipo.**

- Se requiere una balanza con capacidad adecuada y sensibilidad no menor de 0.1% de la masa de la pieza que se ensaye, provista de un sistema que permita la determinación de la masa del espécimen sumergido.
- Un horno con control de temperatura capaz de mantenerse entre 100 y 110°C.

**A.3 Materiales y reactivos.**

- Se requieren 5 piezas.



<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Agua limpia.</li> </ul>
<b>A.4 Preparación del espécimen.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Las piezas deben secarse en el horno a una temperatura entre 100 y 110°C.</li> <li>➤ Se sacan periódicamente y se pesan hasta que en dos pesadas sucesivas, la diferencia en masa no sea mayor de 0.2% de la masa de las piezas.</li> </ul>
<b>A.5 Procedimiento de prueba.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Se registran las masas de las 5 piezas secas.</li> <li>➤ Se sumergen en agua a temperatura entre 17 y 23°C por un período de 24 horas.</li> <li>➤ Se sacan y se elimina en agua superficial con un paño o papel absorbente.</li> <li>➤ Se seca, también, el interior de las celdas.</li> <li>➤ Se vuelve a determinar su masa.</li> <li>➤ El espécimen se ata con un alambre o hilo nylon cuya masa no sea mayor a 0.5% de la masa de la pieza. Se registra la masa del espécimen sumergido en agua sin que roce las paredes y el fondo del recipiente.</li> </ul>
<b>A.6 Cálculos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La determinación del agua absorbida por la pieza se obtiene con la siguiente ecuación:</li> </ul> $A = \frac{M_{sss} - M_s}{M_{sss} - P_a}$ <p>En donde:  A = el volumen del agua absorbida en dm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>  M<sub>s</sub> = masa seca del espécimen en kg.  M<sub>sss</sub> = masa saturada y superficialmente seca en kg.  P<sub>a</sub> = peso ahogado en kg.</p>

## NMX-C-036

### Método de prueba de la resistencia a la compresión de ladrillos, bloques y adoquines de concreto.

<b>A.1 Preparación de la probeta.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Las unidades que forman la muestra pueden ser ladrillos, bloques de concreto o adoquines.</li> <li>➤ La superficie de las probetas que van a quedar en contacto con las placas de la máquina de prueba debe cabecearse con mortero de azufre cuya resistencia mínima a la compresión sea de 350kg/cm<sup>2</sup>. Dicho mortero debe dejarse fraguar el tiempo necesario.</li> <li>➤ Cuando se trate de unidades con huecos debe evitarse que el mortero penetre más de 0.5cm dentro de ellos.</li> </ul>
<b>A.2 Métodos de prueba.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La máquina de prueba debe estar equipada con dos bloques de acero, cuya dureza Rockwell C, no sea menor de 60 y de dureza Brinnell N 620.</li> <li>➤ Un bloque de acero debe tener un asiento esférico que transmita la carga a la superficie superior de la probeta.</li> <li>➤ El otro bloque debe ser plano y rígido en el cual descansa la probeta.</li> <li>➤ Cuando el área de aplicación de la carga de los bloques de acero no sea suficiente para cubrir el área que se va a cargar en la probeta, deben colocarse placas adicionales de acero que cumplan con los requisitos que se establecen en el <i>inciso A.3</i>, y se colocan entre los bloques de carga y la probeta cabeceada de manera que el centroide de la superficie a la cual se le va a aplicar la carga se alinee con el centro de los bloques de la máquina.</li> </ul>
<b>A.3 Placas y bloques de acero</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Las superficies de los bloques y placas de carga no deben diferir de un plano en más de 0.025 mm en</li> </ul>



cualquiera de las dimensiones en 152.4 mm.

- El centro de la esfera del bloque superior debe coincidir con el centro de su carga. Si se usa placa de carga el centro de las esferas debe caer en una línea que pasa verticalmente en el centroide de la carga de la probeta.
- El bloque con asiento esférico debe mantenerse fijo en su sitio, pero debe girar libremente en cualquier dirección.
- El diámetro de la cara de la carga de los bloques debe ser cuando menos de 16 cm.
- Cuando se empleen placas de acero entre los bloques de carga y la probeta, estos deben tener un espesor igual, cuando menos a la tercera parte de la distancia de la orilla del bloque de carga a la esquina más distante de la probeta.
- En ningún caso el espesor de la placa debe ser menor de 1.3cm.

#### **A.4 Procedimiento.**

##### **□ Colocación de la probeta.**

- Se debe colocar la probeta con el centroide de sus superficies que va a recibir la carga, alineado verticalmente con el centro del bloque de carga de acero de la máquina de prueba.
- Para materiales homogéneos, el centroide de la superficie de carga puede considerarse la vertical que pase por el centro de gravedad de la probeta.
- Para unidades especiales destinadas a emplearse con sus agujeros en dirección horizontal, se prueban con sus perforaciones en posición vertical; para otras unidades con perforaciones que se van a emplear horizontalmente deben probarse con dichas perforaciones en la posición en que se van a emplear.

##### **□ Velocidad de la prueba.**

- Se aplica la mitad de la carga que se espera como máximo, a una velocidad conveniente.
- Después, se ajustan los controles de la maquina lo necesario para dar una velocidad uniforme de traslado de la cabeza móvil, de tal modo que la carga restante no se aplique en menos de uno ni más de dos minutos.

##### **□ Cálculos y resultados.**

- La resistencia a la compresión de una probeta se toma como la carga máxima (en N o kg) dividida por el área transversal de la probeta; es decir, el área total de una sección perpendicular a la dirección de la carga incluyendo aquellas que estén en los espacios huecos a menos que estos espacios estén ocupados en la probeta por porciones de unidades adyacentes.
- Cuando la resistencia a la compresión mínima al área neta promedio y el área total se especifica, calcular la carga máxima en N ó dividida ésta entre el promedio de áreas netas y este dato debe incluirse en el informe.
- El cálculo del porcentaje promedio del área neta de la probeta se realiza de la siguiente manera:

$$A_n = A_T - A_h$$

En donde:

$A_n$  = Área neta.

$A_T$  = Área total de la superficie de aplicación de la carga.

$A_h$  = Área de los huecos.

- El informe de resultados se debe hacer con una aproximación de 1.0 kPa (10g/cm<sup>2</sup>) por separado para cada probeta y para el promedio de todas las unidades probadas.



## NMX-C-082

### Determinación del esfuerzo de adherencia de los ladrillos cerámicos y el mortero de las juntas.

#### A.1 Definiciones

- Adherencia es la propiedad de algunas sustancias que consiste en que al ponerse en contacto se pegan con cierta fuerza.
- El esfuerzo de adherencia es la fuerza con que se pegan dos superficies en contacto, por unidad de área común.

#### A.2 Aparatos y equipo

- Máquina de prueba para bloques tipos hidráulica, equipada con manómetro de carátula graduada en kgf; provisto de 2 agujas y bomba adecuada por motor.
- Recipiente para hacer morteros, cuchara para la aplicación de la mezcla en las juntas, equipo común de laboratorios de pruebas de materiales para la construcción.

#### A.3 Materiales y reactivos

- Cemento Portland que cumpla con la NMX-C-001.
- Arena graduada y limpia que pase el tamiz No. DGN10M.
- Agua limpia.

#### A.4 Preparación del espécimen

- Se usan tres ladrillos pegados de acuerdo a la *figura A4* con un mortero de 1cm de espesor de proporción 1:3 utilizando las caras destinadas a recibir el mortero de la junta horizontal. Los ladrillos deben saturarse de agua a modo de que éstos no absorban la del mortero.
- Las superficies de los especímenes que quedan en contacto con los platos de la máquina de prueba, se deben enrasar con mortero adecuado hasta obtener el paralelismo entre ellas.
- Se debe dejar fraguar al mortero el tiempo necesario.
- La aplicación de la carga debe ser de forma gradual.

#### A.5 Procedimiento de prueba

- Los tres ladrillos preparados se colocan en la máquina de prueba a modo de que los platos inferior y superior de la máquina hagan contacto perfecto en toda la superficie del espécimen.
- Se aplica la fuerza de manera gradual sobre el espécimen, de manera lenta y sin aumentos bruscos.
- La carga que debe registrarse del manómetro es la que ocurra al momento del desprendimiento de los ladrillos. Deben hacerse 5 mediciones y se toma como resultado de la prueba el promedio de dichas.

#### A.6 Cálculos

- El esfuerzo de adherencia se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$A = \frac{P}{S}$$

En donde:

A = Esfuerzo de adherencia.

P = Carga máxima que logra despegar a los ladrillos.

S = suma de las superficies adheridas al ladrillo central sin tomar en cuenta el área de los huecos o perforaciones.

#### A.6 Precisión

- Las pruebas no deben diferir en más del 5% si se hacen en el mismo laboratorio y por un solo operador. Ni de un 10% si se hacen en laboratorios distintos y/o por distintos operadores.

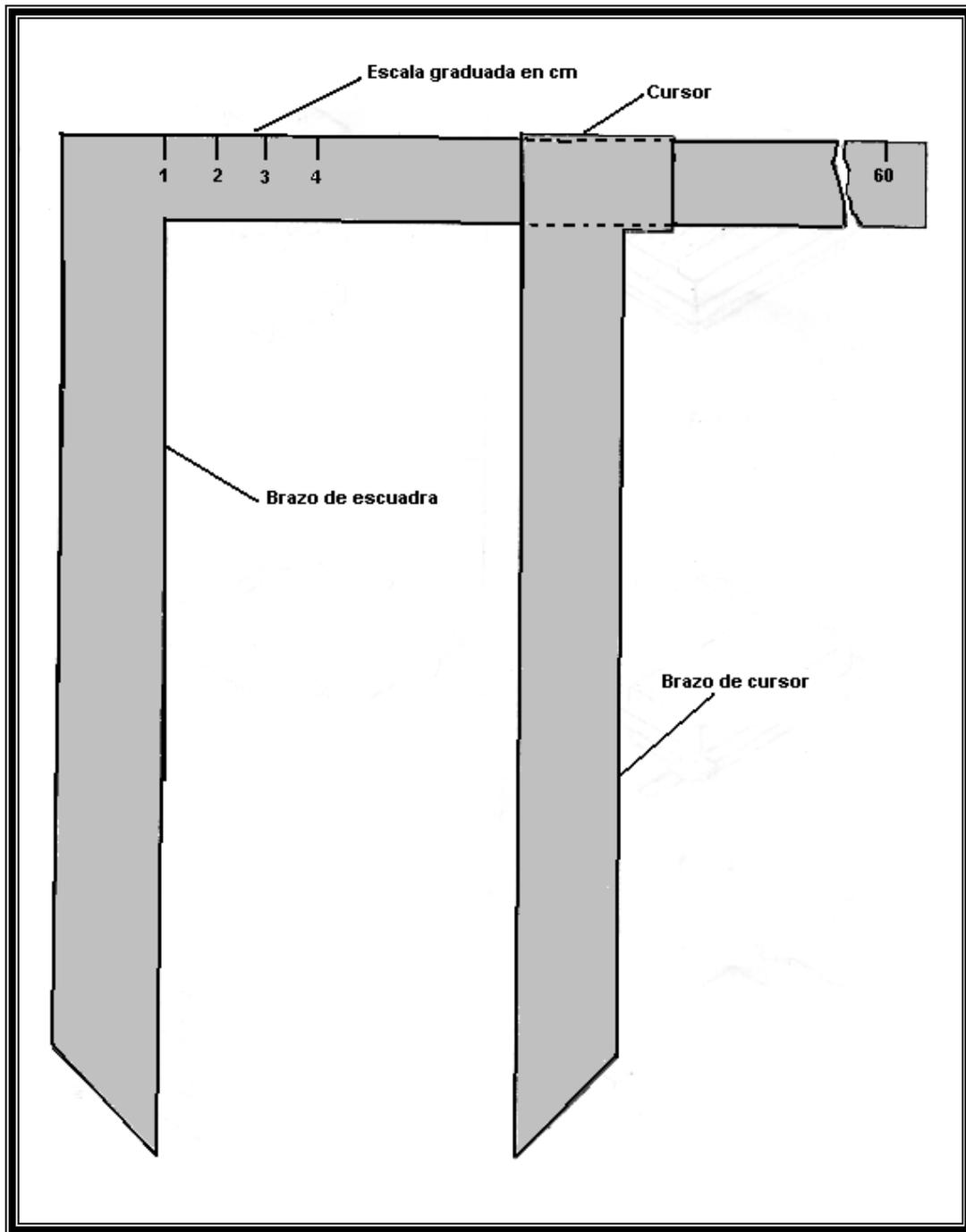


Figura A1 Escuadra graduada para la medición de piezas

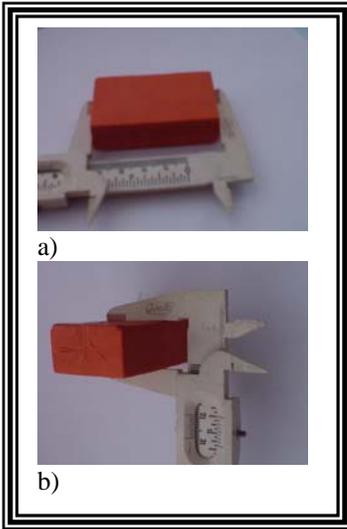


Figura A2

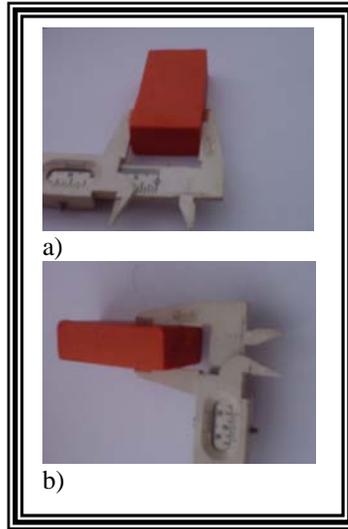


Figura A3

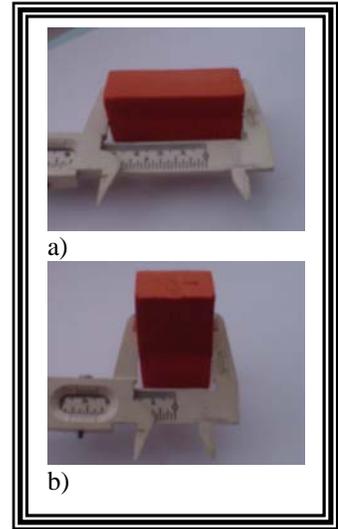


Figura A4

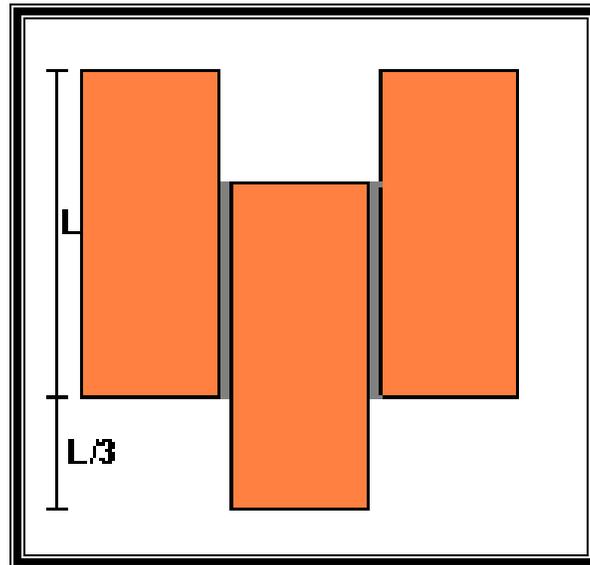
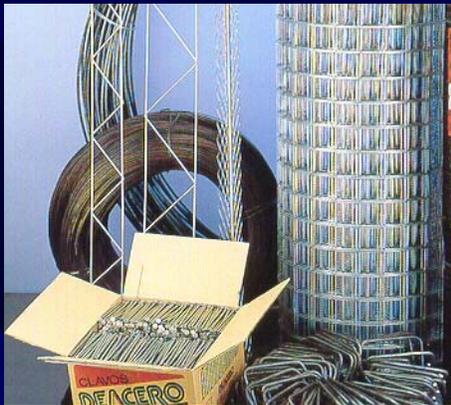


Figura A4 Prueba de adherencia



# Apéndice B

## RESUMEN DE NMX PARA ACERO





## NOM-B-6

### Varillas corrugadas y lisas de acero, procedentes de lingote o palanquilla, para refuerzo de concreto.

#### a.1 Definiciones

- Una varilla corrugada es una barra de acero que ha sido fabricada, en su superficie, con rebordes denominados “corrugaciones” para usarse como refuerzo de concreto. Dichas corrugaciones impiden el movimiento relativo longitudinal entre la varilla y el concreto que la rodea.
- Una varilla lisa es una barra de acero que no cuenta con rebordes (corrugaciones), o bien, que las corrugaciones no cumplen con las especificaciones de corrugación.

#### a.2 Clasificación

- Las varillas se clasifican de acuerdo a su límite de fluencia mínimo en tres grados:

<i>GRADO</i>	<i>Límite de fluencia mínimo en N/mm<sup>2</sup></i>
30	294
42	412
52	510

#### a.3 Designación

- En la designación de las varillas se deben indicar los siguientes datos para describirlos adecuadamente.

<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cantidad (en kg)</li> <li>✓ Número y nombre de esta norma</li> <li>✓ Número de designación</li> <li>✓ Corrugadas o lisas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Grado</li> <li>✓ Rollo, recta o doblada</li> <li>✓ Requisitos opcionales si se requieren</li> </ul>
--	--

#### a.4 Especificaciones

##### ❑ ACERO Y FABRICACIÓN

- La laminación de las varillas debe realizarse a partir de lingotes o palanquillas cuya procedencia sea de coladas identificadas. El acero que se utilice para la fabricación de varillas debe obtenerse por horno de hogar abierto o más procedimientos. Las varillas deben laminarse a partir de lingotes procedentes de coladas identificadas.

##### ❑ REQUISITOS QUÍMICOS

- El contenido máximo de fósforo en el acero debe ser de 0.05%, para el análisis de colada.
- El contenido máximo de fósforo en el acero debe ser de 0.0625% (25% de lo especificado en el inciso anterior) en el análisis de producto.

##### ❑ DIMENSIONALES

- Los números de designación, tamaños y dimensiones nominales de las varillas corrugadas se establecen en la tabla **BI**.

##### ❑ REQUISITOS PARA LAS CORRUGACIONES

- Las corrugaciones deben estar espaciadas a lo largo de la varilla según se indica en la tabla **BI** y cumplir con los requisitos establecidos en la misma.
- La colocación de las corrugaciones a lo largo del eje de la varilla deberá ser de tal manera que el eje de las corrugaciones forme como mínimo un ángulo de 45°.
- Si el ángulo formado entre el eje de las corrugaciones y el eje de la varilla se encuentra entre 45° y 70°, la dirección de dichas corrugaciones debe alternarse (*fig. B1*).
- Si el ángulo formado entre el eje de las corrugaciones y el eje de la varilla es mayor a 70° no será necesario hacer el cambio de dirección antes mencionado (*fig. B1*).





TABLA B1

Número de designación	Masa (c) nominal en (kg)	Dimensiones nominales (a)			Requisitos de corrugación		
		Diámetro (mm)	Área de sección transversal en mm <sup>2</sup>	Perímetro (mm)	Espaciamiento máximo, prom (mm)	Altura mínima prom (mm)	Dist. Máx. Entre extremos de corrugaciones transversales (mm)
2	0.248	6.4	32	20	4.5	0.2	2.5
2.5	0.384	7.9	49	24.8	5.6	0.3	3.1
3	0.56	9.5	71	29.8	6.7	0.4	3.7
4	0.994	12.7	127	39.9	8.9	0.5	5.0
5	1.552	15.2	198	50	11.1	0.7	6.3
6	2.235	19.0	285	60	13.3	1.0	7.5
7	3.042	22.2	388	69.7	15.5	1.1	8.7
8	3.973	25.4	507	79.8	17.8	1.3	10
9	5.033	28.6	642	89.8	20	1.4	11.2
10	6.225	31.8	794	99.9	22.3	1.6	12.5
11	7.503	34.9	957	109.8	24.4	1.7	13.7
12	8.938	38.1	1140	119.7	26.7	1.9	15.0

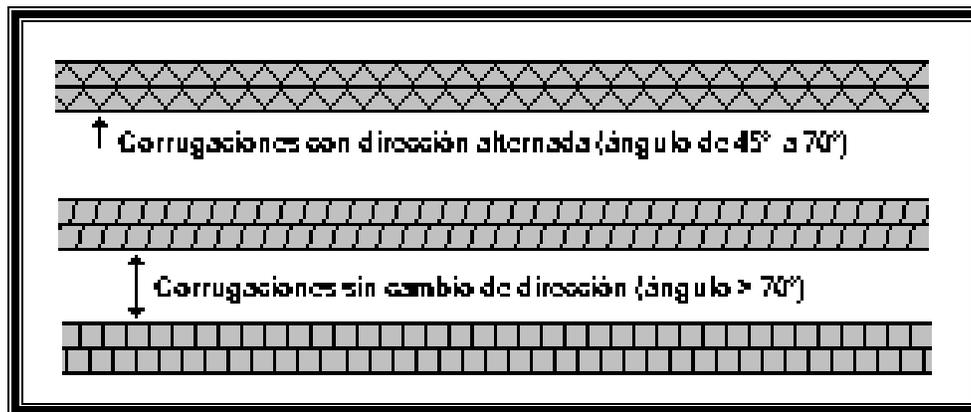


Figura B1 Especificaciones de corrugación.

**NMX-B-294****Varillas corrugadas de acero, torcidas en frío, procedentes de lingote o palanquilla, para refuerzo de concreto.****a.1 Definiciones**

- Una varilla torcida en frío es aquella que proviene de la laminación en caliente de lingotes o palanquillas de coladas controladas, las cuales, por su composición química y un posterior torcido en frío, adquieren el límite de fluencia mínimo que se especifica para cada grado.

**a.2 Clasificación**

- Las varillas se clasifican de acuerdo a su límite de fluencia mínimo en tres grados:

<i>GRADO</i>	<i>Límite de fluencia mínimo en N/mm<sup>2</sup></i>
42	412
50	490
60	588

**a.3 Designación**

- En la designación de las varillas se deben indicar los siguientes datos:

✓ El número de la norma.	✓ Grado y límite de fluencia.
✓ Nombre del material	✓ Tamaño nominal.
✓ Cantidad (kg).	

**a.4 Especificaciones****□ ACERO Y FABRICACIÓN**

- La laminación de las varillas debe ser directa de lingotes o palanquillas.
- El acero debe obtenerse por medio de horno eléctrico.

**□ REQUISITOS QUÍMICOS**

- El contenido máximo de fósforo en el acero debe ser de 0.05%, para el análisis de colada.
- El contenido máximo de fósforo en el acero debe ser de 0.0625% (25% de lo especificado en el inciso anterior) en el análisis de producto.

**□ DIMENSIONALES**

- Los números de designación, tamaños y dimensiones nominales de las varillas corrugadas se establecen en la *tabla B2*.

**□ REQUISITOS PARA LAS CORRUGACIONES Y ESPACIAMIENTO**

- Las corrugaciones deben estar espaciadas a lo largo de la varilla según se indica en la *tabla B2* y cumplir con los requisitos establecidos en la misma.

**a.5 Requisitos mecánicos****□ PROPIEDADES A LA TENSIÓN**

- El acero utilizado debe cumplir con las siguientes características:

	GRADO 42	GRADO 50	GRADO 60
Resistencia a la tensión mínima, en N/mm <sup>2</sup>	510	589	687
Límite de fluencia mínimo en N/mm <sup>2</sup>	412	490	589
Alargamiento en 20 cm mínimo (%)			
Varilla No.			
1, 2.5, 3, 4, 5 y 6		8	8
7, 8 y 9		7	7
10 y 12		6	6



❑ REQUISITOS DE DOBLADO			
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La muestra de varilla (probeta) debe doblarse alrededor de un mandril sin que se agriete la parte exterior de la zona que ha sido doblada.</li> <li>➤ En la siguiente tabla se muestran los requisitos de doblado.</li> </ul>			
Designación	Diámetro del mandril para doblado (mm)		
	Doblez a 180°		
	Grado 42	Grado 50	Grado 60
< No. 6	d=4t	d=6t	d=6t
6, 7 y 8	d=5t	d=7t	d=7t
9, 10, 11 y 12	d=6t	d=8t	d=8t
d = diámetro del mandril (mm)		t = diámetro de la probeta (mm)	
❑ MASA (PESO)			
Las máximas tolerancias en masa son:			
Diámetro de las varillas (mm)	Lote (c) en -%	Varillas individuales en -%	
todos	3.5	6	
<b>NOTA:</b> El uso de esta tabla se complementa con las masas nominales de la <i>tabla B2</i> .			

TABLA B2

Número de designación	Masa (c) nominal en (kg)	Dimensiones nominales (a)			Requisitos de corrugaciones transversales			
		Diámetro (mm)	Área de sección transversal (mm <sup>2</sup> )	Perímetro (mm)	Espaciamiento máximo (mm)	Altura mínima a la mitad de la corrugación (mm)	Altura mínima a los tercios de la corrugación (mm)	Ancho mínimo (mm)
2	0.248	6.4	32	20	4.5	0.5	0.4	0.6
2.5	0.384	7.9	49	24.8	5.6	0.6	0.5	0.8
3	0.560	9.5	71	29.8	6.7	0.7	0.6	1.0
4	0.994	12.7	127	39.9	8.9	0.9	0.8	1.3
5	1.552	15.2	198	50	11.1	1.1	1.0	1.6
6	2.235	19.0	285	60	13.3	1.3	1.1	1.9
7	3.042	22.2	388	69.7	15.5	1.6	1.3	2.2
8	3.973	25.4	507	79.8	17.8	1.8	1.5	2.5
9	5.033	28.6	642	89.8	20	2.0	1.7	2.9
10	6.225	31.8	794	99.9	22.3	2.2	1.9	3.2
11	7.503	34.9	957	109.8	24.4	2.4	2.1	3.5
12	8.938	38.1	1140	119.7	26.7	2.7	2.2	3.8



## NMX-B-290

### Malla soldada de alambre liso de acero, para refuerzo de concreto.

#### a.1 Definiciones

- Una malla soldada de alambres es el material compuesto por una serie de alambres estirados en frío que son colocados vertical y transversalmente soldados en las intersecciones por resistencia eléctrica, formando ángulos de 90° entre sí.

#### a.2 Designación

- En la designación de las mallas se deben indicar los siguientes datos:

✓ Cantidad (masa o m <sup>2</sup> ).	✓ Espaciamiento entre alambres longitudinales y transversales.
✓ Número y nombre de esta norma.	✓ Ancho de la malla.
✓ Nombre del material.	✓ Tipo de embalaje.
✓ Calibre del alambre longitudinal y transversal.	

#### a.3 Especificaciones

##### ACERO Y FABRICACIÓN

- El alambre usado en la fabricación de la malla debe cumplir con la NMX-B-253.
- El ensamblaje de los alambres para la fabricación de la malla debe realizarse por algún medio mecánico adecuado o automatizado que garantice un alineamiento y espaciamiento adecuado de todos sus elementos.
- Las intersecciones de los alambres transversales y longitudinales deben estar unidos de una manera firme por medio de un proceso de soldadura por resistencia eléctrica.

##### DIMENSIONALES

- El arreglo de los alambres, los calibres, espaciamientos y dimensiones de las mallas deben ser especificados por comprador.
- El ancho de la malla se considera como la distancia punta a punta de cualquier alambre transversal, con una tolerancia de +/-13mm de lo especificado.
- El largo de la malla tendrá una tolerancia de +/-25mm o 1% (lo que sea mayor) medido sobre cualquier alambre longitudinal.
- En caso de requerirse puntas que sobresalgan de la malla, la longitud de estas tendrán una tolerancia de +/-13mm de la especificada.
- La tolerancia en el diámetro de los alambres será la indicada en la NMX-B-253.
- La distancia de centro a centro de los alambres de cada retícula no debe sobrepasar 6.5mm de lo especificado por el comprador.

#### a.4 Requisitos mecánicos

- El alambre utilizado debe cumplir con las especificaciones de la NMX-B253 en sus propiedades de doblado y tensión.

##### RESISTENCIA AL CORTE DE SOLDADURA

- El valor mínimo de la fuerza cortante (kg) es el que resulte de multiplicar 25kg/mm<sup>2</sup> por el área del alambre longitudinal (mm<sup>2</sup>), esto sólo cuando el alambre transversal tenga un diámetro >3.15mm y alambre de menor diámetro no tenga un área menor al 40% del más grueso.



## NMX-B-072

### Alambre corrugado de acero, laminado en frío para refuerzo de concreto.

#### a.1 Definiciones

- Un alambre corrugado es aquel que en su superficie cuenta con rebordes (corrugaciones), los cuales impiden el desplazamiento relativo longitudinal entre el alambre y el concreto que lo rodea.

#### a.2 Clasificación

- El alambre corrugado de esta norma es de grado 60, por lo que su límite de fluencia mínimo es de 60kg/mm<sup>2</sup> (588N/mm<sup>2</sup>).

#### a.3 Designación

- En la designación del alambre corrugado se deben indicar los siguientes datos:

✓ El número de la norma y nombre del productor.	✓ Requerimiento: en tramos rectos o en rollo
✓ Número de designación.	✓ Requisitos especiales.
✓ Cantidad (kg).	

#### a.4 Especificaciones

##### ☐ ACERO Y FABRICACIÓN

- El acero debe obtenerse por medio de horno eléctrico, de hogar abierto o básico al oxígeno.

##### ☐ REQUISITOS QUÍMICOS

- El alambón utilizado debe tener un contenido de fósforo máximo de 0.05%.

##### ☐ DIMENSIONALES

- Los números de designación, tamaños y dimensiones nominales del alambre corrugado se establecen en la *tabla B3*.

##### ☐ REQUISITOS PARA LAS CORRUGACIONES Y ESPACIAMIENTO

- Las corrugaciones deben cumplir con los requisitos establecidos en la *tabla B3*.
- Dichas corrugaciones deben estar colocadas en tres filas a lo largo de la superficie del alambre.

#### a.5 Masa

- Las tolerancias de masa no deben exceder los siguientes límites:

Diámetro del alambre corrugado (mm)	Lote (%)	Piezas individuales (%)
todos	3.5	6

#### a.6 Requisitos mecánicos

##### ☐ PROPIEDADES A LA TENSIÓN

- El acero utilizado debe cumplir con las siguientes características:

	GRADO 60
Resistencia a la tensión mínima, en N/mm <sup>2</sup>	687
Límite de fluencia mínimo en N/mm <sup>2</sup>	589
Alargamiento mínimo en 20 cm (%) para diámetros de 6.35 y 7.94mm	3.85
Alargamiento mínimo en 10 cm (%) para diámetros de 6.35 y 7.94mm	8.00

##### ☐ REQUISITOS DE DOBLADO

- Las probetas ensayadas deben ser sometidas a un calentamiento en agua en ebullición durante 1h.
- Al ser enderezadas, a su forma original, no deben presentar fisuras o grietas transversales en la zona en que ha sido sometida.
- Enseguida se muestran los requisitos de doblado.



Designación	Diámetro del mandril para doblado (mm)	
	Doblado de 180°	Doblado de 90°
1.25, 1.5, 2.0, 2.5	D = 3d	D = 3d
D = diámetro del mandril (mm)		d = diámetro de la probeta (mm)

TABLA 3B

Número de designación	Masa (kg/m)	Dimensiones nominales			Requisitos para las corrugaciones					Coeficiente de corrugado mínimo ( <i>fr</i> )
		Diámetro nominal (mm)	Área de la sección transversal (mm <sup>2</sup> )	Perímetro (mm)	Altura al centro ( <i>A<sub>c</sub></i> ) mínima (mm)	Altura a los cuartos ( <i>A<sub>m</sub></i> ) mínima (mm)	Ancho del centro mínimo (mm)	Espaciamiento prom. entre corrugaciones ( <i>S</i> ) (mm)	Dist. máx. entre extremos de corrugaciones (mm)	
2.5	0.384	7.93	49	24.9	0.52	0.44	1.10	6.2	1.66	0.045
2.	0.248	6.35	32	19.9	0.38	0.33	0.95	4.5	1.32	0.045
1.5	0.140	4.76	18	15.0	0.28	0.23	0.85	3.7	1.00	0.040
1.25	0.097	3.97	12	12.5	0.26	0.22	0.75	3.5	0.83	0.040
$fr = 0.2 \frac{(A_c + 2A_m)}{S}$										



## NMX-B-253

### Alambre liso de acero estirado en frío para refuerzo de concreto.

#### a.1 Clasificación

- El alambre liso se clasifica conforme a su número de calibre.

Calibre número	Diámetro nominal	Área nominal
0	7.79	47.60
1	7.19	40.60
2	6.67	35.00
3	6.19	30.07
4	5.72	25.70
5	5.26	21.72
6	4.88	18.70
7	4.50	15.90
8	4.11	13.27
9	3.77	11.16
10	3.43	9.23

#### a.2 Designación

- En la designación del alambre liso se deben indicar los siguientes datos:

- ✓ El número de la norma.
- ✓ Nombre del material.
- ✓ Cantidad (kg).

- ✓ Diámetro nominal (mm).
- ✓ Tipo de empaque.

#### a.3 Especificaciones

##### ACERO Y FABRICACIÓN

- El acero debe obtenerse por medio de horno eléctrico, de hogar abierto o básico al oxígeno.
- El alambre debe ser estirado en frío a partir de alambrones laminados en caliente.
- El alambre se suministra sin galvanizar (a menos que se indique otra cosa).

#### a.4 Requisitos mecánicos

##### PROPIEDADES A LA TENSIÓN

- El acero utilizado debe cumplir con las siguientes características basadas en el área nominal del alambre:

Resistencia a la tensión mínima, en N/mm <sup>2</sup>	549
Límite de fluencia mínimo en N/mm <sup>2</sup>	481

##### REQUISITOS DE DOBLADO

- La probeta de doblado debe soportar un doblado en frío de 180° sobre un mandril, sin que se presenten grietas a simple vista en la parte exterior de la porción doblada.
- La temperatura de prueba no debe ser menor a 15°C.

##### TOLERANCIAS EN LAS DIMENSIONES

- La tolerancia en el diámetro es de +/- 3% del diámetro nominal especificado.
- La diferencia entre el diámetro máximo y el mínimo, medidos en cualquier sección transversal, debe ser menor al 5%.

**NMX-B-456****Armaduras soldadas de alambre de acero para castillos y dalas.****a.1 Definiciones**

- Castillos y dalas son elementos de concreto reforzado que se utilizan para confinar y ligar muros de mampostería.

**a.2 Designación**

- En la designación de armaduras soldadas se deben indicar los siguientes datos:

- ✓ El número de la norma y nombre del producto.
  - ✓ Cantidad (m).
- ✓ Dimensión de la sección transversal (mm)

- ✓ Longitud de los tramos (mm).
- ✓ Diámetro de los alambres corrugados o lisos y espaciamiento de los alambres transversales o estribos (mm).

**a.3 Especificaciones****❑ MATERIALES**

- Los alambres usados para la fabricación de armaduras deben cumplir con las normas NMX-B-072 y NMX-B-253.

**❑ FABRICACIÓN**

- Las armaduras deben hacerse mediante máquinas que aseguren el alineamiento adecuado de todos los alambres, así como los ángulos de doblado en los estribos.

**❑ RESISTENCIA AL CORTE DE LA SOLDADURA**

- El valor de la fuerza cortante resistente en las intersecciones de los alambres, debe ser mayor al que resulte de multiplicar el valor del esfuerzo resistente al corte de la soldadura (indicado a continuación), por el área del alambre longitudinal en mm<sup>2</sup> en una armadura terminada.

Resistencia al corte de la soldadura, esfuerzo mínimo N/mm<sup>2</sup>

**Diámetro del refuerzo transversal empleado**

≤4mm

&gt;4mm

98

156

**❑ DIMENSIONALES**

- Tanto el diámetro, geometría, arreglo de los alambres y dimensiones de las armaduras soldadas, deben cumplir con los requisitos establecidos por el cliente.
- Los ángulos de doblado que se aplican al refuerzo transversal, tienen una tolerancia de +/- 10°.
- El refuerzo transversal de las armaduras debe rematar en unas esquinas de la sección transversal con dobleces que formen un ángulo mínimo 120°, seguidos de tramos con longitud sea mayor a 10 veces el diámetro del alambre.

**❑ DIMENSIONES DE LAS ARMADURAS**

- La sección transversal se mide a paños exteriores de los alambres que forman los estribos.
- La longitud total se mide en uno de los alambres longitudinales.
- La tolerancia en la dimensión de cualquier lado de la sección transversal es de cero a menos 1 cm, pero el perímetro exterior de una armadura medido en el estribo no debe ser menor a 2.5cm del especificado.
- La tolerancia de la longitud total, medida en cualquier alambre longitudinal, es de +/- 1cm de la longitud total especificada.

**❑ TOLERANCIA EN MASA**

- La tolerancia en masa de las armaduras no debe ser mayor a -6% de la masa especificada.

**❑ ESPACIAMIENTO DEL REFUERZO TRANSVERSAL (ESTRIBOS)**

- El espaciamiento no debe variar en más de 6.5% del especificado, la medida se hace de centro a centro de los estribos.



# Apéndice C

## PESO VOLUMÉTRICO DE LOS PRINCIPALES MATERIALES UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN





### C.1 PIEDRAS NATURALES

MATERIALES		PESO VOLUMÉTRICO (t/m <sup>3</sup> )	
		MÁXIMO	MÍNIMO
Areniscas		2.5	1.8
Basaltos		2.6	2.4
Chiluca		2.3	
Granito		2.6	2.4
Mármol		2.8	2.5
Piedra braza		1.8	
Pizarras		2.8	2.3
Recinto		1.9	
Tepetates	Secos	1.6	0.75
	Saturados	1.9	1.3
Tezontles	Secos	1.2	0.7
	Saturados	1.6	1.1

### C.2 PIEDRAS ARTIFICIALES

MATERIALES		PESO VOLUMÉTRICO (t/m <sup>3</sup> )	
		MÁXIMO	MÍNIMO
Mortero de cal y arena		1.8	1.5
Mortero de cemento y arena		2.1	1.9
Mortero de yeso		1.5	
Mortero de pómez		1.6	
Tabique de barro hecho a mano		1.5	1.3
Tabique prensado o extruido		2.1	1.6
Piezas de mampostería Tabimax		0.910	
Piezas de mampostería VínTEX		0.910	
Piezas de mampostería MúltEX		0.910	
Bloque de concreto tipo pesado		2.1	1.9
Bloque de concreto tipo intermedio		1.7	1.3
Bloque de concreto tipo ligero		1.3	0.9
Mampostería de piedras naturales		2.5	2.1
Concreto simple	Clase I	2.3	2.1
	Clase II	2.1	1.9
Concreto reforzado	Clase I	2.4	2.2
	Clase II	2.2	2.0



### C.3 MADERAS

MATERIALES		PESO VOLUMÉTRICO (t/m <sup>3</sup> )	
		MÁXIMO	MÍNIMO
<b>A) PESADAS</b>			
Tropicales (Ramón, chicozapote, pucté)	Seca	1.30	0.85
	Saturada	1.50	1.00
Encino blanco	Seca	1.10	0.65
	Saturada	1.30	0.85
<b>B) MEDIANAS</b>			
Tropicales (chacouanate, aguacatillo, tzalam, pelmax)	Seca	0.95	0.70
	Saturada	1.10	0.80
Encino rojo	Seca	1.00	0.75
	Saturada	0.95	0.65
<b>C) LIVIANAS</b>			
Tropicales (maculis, bari, amapola, haya, alie, primavera, pas'k)	Seca	0.75	0.45
	Saturada	0.85	0.50
Pino	Seca	0.65	0.50
	Saturada	0.90	0.60
Oyamel, ciprés, sabino, enebro, pinabete	Seca	0.65	0.40
	Saturada	0.75	0.50

### C.4 SUELOS

MATERIALES		PESO VOLUMÉTRICO (t/m <sup>3</sup> )	
		MÁXIMO	MÍNIMO
Arena o grava	Seca, suelta	1.70	1.40
	Seca, compacta	1.90	1.60
	Saturada	2.00	1.80
Arcilla del Valle de México	Estado natural	1.40	1.20
Arcilla seca		1.20	0.90
Limo suelto húmedo		1.30	1.00
Limo compacto húmedo		1.60	1.30
Arcilla con grava	compactada	1.70	1.40
Relleno compacto	Seco	2.20	1.60
	Saturado	2.30	2.00
Cascajo		1.60	1.20



### C.5 RECUBRIMIENTOS

MATERIALES		PESO VOLUMÉTRICO (kg/m <sup>2</sup> )	
		MÁXIMO	MÍNIMO
Granito o terrazo	20 x 20 cm	45	35
	30 x 30 cm	55	45
	40 x 40 cm	65	55
Loseta asfáltica o vinílica		10	5
Azulejos		15	10
Mosaico de pasta		35	25
Lámina de asbesto	5 mm	15	10
Madera contrachapeada	6 mm	4	2.5
Tablero de yeso	12 mm	14	11
Tablero de viruta cementada	38 mm	40	30
Cielo raso con malla y yeso	25 mm	60	40
Plafón acústico	25 mm	7	4
Aplanado de cemento	25 mm	85	50
Aplanado de yeso	25 mm	50	30
Enladrillado	20 mm	40	30

### C.6 HIERRO Y ACERO

MATERIAL	PESO VOLUMÉTRICO (t/m <sup>3</sup> )
Hierro laminado y acero	7.6
Hierro fundido	7.2
Aluminio	2.8
Bronce	8.5
Latón	8.5
Plomo	11.4
Cobre	8.9
Zinc	7.0
Estaño	7.4

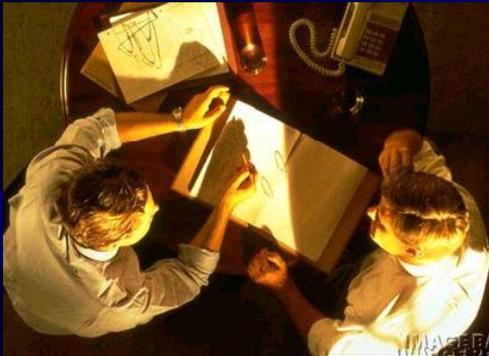
### C.7 VIDRIO

MATERIAL	PESO (kg/m <sup>2</sup> )
Vidrio sencillo	6
Vidrio semidoble o medio doble	9
Vidrio grueso (4mm)	12
Vidrio triple (5mm)	15
Vidrio triple (6mm)	17
Vidrio triple vítreo	17
Vidrio traslúcido (3.5mm)	13
Vidrio traslúcido (5mm)	14
Vidrio rayado (5mm)	15
<b>Vidrio estructural:</b>	
Tabiques de vidrio para muros	1,800 kg/m <sup>3</sup>
Tabiques prismáticos para tragaluz	2,000 kg/m <sup>3</sup>



# Apéndice D

## GUÍA PARA REVISIÓN DE MUROS ANTE CARGAS VERTICALES Y HORIZONTALES



## D.1 GUÍA PARA LA REVISIÓN DE MUROS ANTE CARGAS VERTICALES

ACCIÓN				COMENTARIO				SECCIÓN
Llenar la siguiente tabla:								
MURO	W	FC	P <sub>U</sub>	F <sub>R</sub>	F <sub>E</sub>	f* <sub>m</sub>	A <sub>T</sub>	P <sub>Rm</sub>
1								
2								
N								
Σ								
Determinar la carga que recibe el muro.				<i>W</i>				
Determinar el factor de carga.				<i>FC</i>				<b>3.1.2</b>
Calcular la carga última del muro.				<i>P<sub>u</sub> = W·FC</i>				<b>3.3.2</b>
Determinar el factor de reducción de resistencia.				<i>F<sub>R</sub></i>				<b>3.2.4</b>
Determinar el factor de excentricidad.				<i>F<sub>E</sub></i>				<b>3.3.2.2</b>
Determinar la resistencia de diseño a la compresión de la mampostería.				<i>F*<sub>m</sub></i>				<b>2.1.4</b>
Calcular el área transversal del muro.				<i>A<sub>T</sub> = t·L</i> ( <i>t=espesor del muro y L=longitud del muro</i> ).				
Calcular la carga vertical resistente del muro.				$P_R = F_R \cdot F_E \cdot f_m^* \cdot A_T$ para mampostería sin reforzar $P_R = F_R \cdot F_E \cdot (f_m^* + 4) \cdot A_T$ para mampostería confinada. $P_R = F_R \cdot F_E \cdot (f_m^* + 7) \cdot A_T \leq 1.25 F_R \cdot F_E \cdot f_m^* \cdot A_T$ para mampostería reforzada interiormente.				<b>3.3.2.2, 4.3.3.1, 4.4.3.1 y 4.5.3.1</b>
<b>NOTA: debe verificarse que las unidades a utilizar sean las adecuadas y congruentes, cualquier error puede llevar a un mal cálculo.</b>								

## D.2 GUÍA PARA LA REVISIÓN DE MUROS ANTE CARGAS HORIZONTALES (SISMO) EMPLEANDO EL MÉTODO SIMPLIFICADO DE ANÁLISIS

ACCIÓN	COMENTARIO	SECCIÓN			
Verificar si la estructura cumple con los requisitos para la aplicación de éste método.		3.3.3.2			
Determinar el grupo al que pertenece la construcción.	Grupo A o B	3.2.7.2			
Determinar la Zona sísmica en dónde se encuentra la construcción.	I, II ó III	3.2.7.2			
Determinar el coeficiente sísmico.	c	3.3.3.2			
Determinar el factor de carga.	FC	3.1.2			
Determinar la fuerza cortante en la base de la estructura.	$V_o = \sum (W_i) \cdot c$	3.3.3.1-I			
Determinar el cortante último.	$V_u = FC \cdot V_o$				
Llenar la siguiente tabla:					
ENTREPISO	$W_i$	$H_i$	$W_i H_i$	$F_i$	$V_i$
N					
2					
1					
$\Sigma$					
$W_i$ = peso del entrepiso.					
$H_i$ = Altura del entrepiso tomada desde la base de la estructura.					
$F_i$ = Fuerza lateral que actúa en el entrepiso.	$F_i = \frac{W_i H_i}{\sum (W_i H_i)} \cdot c \cdot \sum W_i$				3.3.3.1-I
$V_i$ = fuerza cortante que actúa en el entrepiso.	$V_i = F_i + V_{i+1}$				
Determinar la resistencia de diseño a la compresión diagonal de la mampostería.	$V_m^*$				2.1.4.2

Llenar las siguientes tablas (una para cada dirección):

Dirección X

MURO	$L_x$	$H/L_x$	P	$F_{AE}$	$V^*$	$A_T$	$F_R$	$V_{Rm}$
1								
2								
N								
$\Sigma$								

Dirección Y

MURO	$L_y$	$H/L_y$	P	$F_{AE}$	$V^*$	$A_T$	$F_R$	$V_{Rm}$
1								
2								
N								
$\Sigma$								

**DIRECCIÓN X**

**DIRECCIÓN Y**

$L_x$  = longitud del muro de la dirección X.

$L_y$  = longitud del muro de la dirección Y.

$H/L_x$  = relación altura / Longitud del muro en X.

$H/L_y$  = relación altura / Longitud del muro en Y.

$$P = \frac{\sum W_i}{t \cdot \sum L_x + \sum L_y}$$

$$P = \frac{\sum W_i}{t \cdot \sum L_x + \sum L_y}$$

En donde  $t$  es el espesor del muro.

En donde  $t$  es el espesor del muro.

Determinar el valor del factor por excentricidad:

Si  $\frac{H}{L_x} \leq 1.33 \Rightarrow F_{AE} = 1$  *secc. 3.3.3.2*

Determinar el valor del factor por excentricidad:

Si  $\frac{H}{L_y} \leq 1.33 \Rightarrow F_{AE} = 1$  *secc. 3.3.3.2*

Si  $\frac{H}{L_x} > 1.33 \Rightarrow F_{AE} = \left(1.33 \frac{L_x}{H}\right)^2$

Si  $\frac{H}{L_y} > 1.33 \Rightarrow F_{AE} = \left(1.33 \frac{L_y}{H}\right)^2$

Determinar el valor del cortante corregido  $V^* = F_{AE} \cdot V_m^*$

Determinar el valor del cortante corregido  $V^* = F_{AE} \cdot V_m^*$

Determinar el área transversal del muro  $A_T = t \cdot L_x$

Determinar el área transversal del muro  $A_T = t \cdot L_y$

Determinar el factor de resistencia ( $F_R$ ) *secc. 3.2.4*

Determinar el factor de resistencia ( $F_R$ ) *secc. 3.2.4*

Determinar el cortante resistente de diseño del muro de mampostería.  
 $V_{mRX} = F_R (0.5V_m^* + 0.3P)A_T \leq 1.5F_R V_m^* A_T$  *secc. 4.3.4.1, 4.4.4.1 y 4.5.4*

Determinar el cortante resistente de diseño del muro de mampostería.  
 $V_{mRY} = F_R (0.5V_m^* + 0.3P)A_T \leq 1.5F_R V_m^* A_T$  *secc. 4.3.4.1, 4.4.4.1 y 4.5.4*

Verificar que el cortante resistente sea mayor al cortante último.  
 $\Sigma V_{mRX} \geq V_u$

Verificar que el cortante resistente sea mayor al cortante último.  
 $\Sigma V_{mRY} \geq V_u$

**NOTA: debe verificarse que las unidades a utilizar sean las adecuadas y congruentes, cualquier error puede llevar a un mal cálculo.**

### D.3 GUÍA PARA LA REVISIÓN DE MUROS ANTE CARGAS HORIZONTALES (SISMO) EMPLEANDO EL MÉTODO ESTÁTICO.

ACCIÓN	COMENTARIO	SECCIÓN			
Verificar si la estructura cumple con los requisitos para la aplicación de éste método.		<b>3.3.3.1-I</b>			
Determinar el grupo al que pertenece la construcción.	Grupo A o B	<b>3.2.7.2</b>			
Determinar la Zona sísmica en dónde se encuentra la construcción.	I, II ó III	<b>3.2.7.2</b>			
Determinar el coeficiente sísmico.	c	<b>3.2.7.3</b>			
Determinar el factor de comportamiento sísmico.	Q	<b>3.2.7.5</b>			
Determinar el valor de los parámetros para calcular los espectros de las aceleraciones.	$a_o, T_a, T_b$ y r	<b>3.2.7.4</b>			
Revisar si la estructura cumple con las condiciones de regularidad.	$Q' = Q$ si cumple con todas las condiciones de regularidad. $Q' = 0.9Q$ si no cumple con una de las condiciones de regularidad. $Q' = 0.8Q$ si no cumple con dos de las condiciones de regularidad. $Q' = 0.7Q$ si no cumple con tres o más condiciones de regularidad.	<b>3.2.7.7</b>			
Determinar la fuerza cortante en la base de la estructura.	$V_o = \sum (W_i) \cdot \frac{c}{Q'}$	<b>3.3.3.1-I</b>			
Llenar la siguiente tabla:					
ENTREPISO	$W_i$	$H_i$	$W_i H_i$	$F_i$	$V_i$
N					
2					
1					
$\Sigma$					
$W_i$ = peso del entrepiso.					
$H_i$ = Altura del entrepiso tomada desde la base de la estructura.					
$F_i$ = Fuerza lateral que actúa en el entrepiso.	$F_i = \frac{W_i H_i}{\sum (W_i H_i)} \cdot \frac{c}{Q'} \cdot \sum W_i$				<b>3.3.3.1-I</b>
$V_i$ = fuerza cortante que actúa en el entrepiso.	$V_i = F_i + V_{i+1}$				

Llenar las siguientes tablas (una para cada dirección):

Dirección X

ENTREPISO	$R_{ix}$	$\Delta X_i$	$X_i$	$W_i X_i^2$	$F_i X_i$	$\Delta_{permX}$	$\Delta_{calcX}$	T	$T_a$	$T_b$	a	Q'	$V_o$
N													
2													
1													
$\Sigma$													

Dirección Y

ENTREPISO	$R_{iY}$	$\Delta Y_i$	$Y_i$	$W_i Y_i^2$	$F_i Y_i$	$\Delta_{permY}$	$\Delta_{calcY}$	T	$T_a$	$T_b$	a	Q'	$V_o$
N													
2													
1													
$\Sigma$													

**DIRECCIÓN X**

**DIRECCIÓN Y**

$R_{iX}$  = rigidez del entrepiso en la dirección X

$R_{iY}$  = rigidez del entrepiso en la dirección Y

$$\Delta X_i = \frac{V_i}{R_{iX}}$$

$$\Delta Y_i = \frac{V_i}{R_{iY}}$$

$$X_i = \Delta X_i + X_{i-1}$$

$$Y_i = \Delta Y_i + Y_{i-1}$$

$\Delta_{permX}$  = Desplazamiento permisible de la estructura en la dirección X.

$$\Delta_{permX} = 0.007H \quad \text{para zona I.}$$

$$\Delta_{permX} = 0.009H \quad \text{para zona II}$$

$$\Delta_{permX} = 0.012H \quad \text{para zona III}$$

$\Delta_{permY}$  = Desplazamiento permisible de la estructura en la dirección Y.

$$\Delta_{permY} = 0.007H \quad \text{para zona I}$$

$$\Delta_{permY} = 0.009H \quad \text{para zona II}$$

$$\Delta_{permY} = 0.012H \quad \text{para zona III}$$

$\Delta_{calcX}$  = Desplazamiento calculado para la estructura en la dirección X.

$$\Delta_{calcX} = \sum (\Delta X_i) \cdot Q'$$

$\Delta_{calcY}$  = Desplazamiento calculado para la estructura en la dirección Y.

$$\Delta_{calcY} = \sum (\Delta Y_i) \cdot Q'$$

<p>T = periodo fundamental de vibración de la estructura en la dirección X.</p> $T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum (W_i X_i^2)}{g \cdot \sum (F_i X_i)}} \quad \text{secc. 3.3.3.1-I}$ <p>Sí <math>T \leq T_b</math> No hay reducción Si <math>T &gt; T_b</math></p> $F_i = W_i (K_1 H_i + k_2 H_i^2) \cdot \frac{a}{Q'}$ $k_1 = [1 - 0.5r(1 - q)] \cdot \frac{\sum (W_i)}{\sum (W_i H_i)}$ $k_2 = 0.75r(1 - q) \cdot \frac{\sum W_i}{\sum (W_i H_i^2)}$ $q = \left(\frac{T_b}{T}\right)^r$	<p>T = periodo fundamental de vibración de la estructura en la dirección Y.</p> $T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum (W_i Y_i^2)}{g \cdot \sum (F_i Y_i)}} \quad \text{secc. 3.3.3.1-I}$ <p>Sí <math>T \leq T_b</math> No hay reducción Si <math>T &gt; T_b</math></p> $F_i = W_i (K_1 H_i + k_2 H_i^2) \cdot \frac{a}{Q'}$ $k_1 = [1 - 0.5r(1 - q)] \cdot \frac{\sum (W_i)}{\sum (W_i H_i)}$ $k_2 = 0.75r(1 - q) \cdot \frac{\sum W_i}{\sum (W_i H_i^2)}$ $q = \left(\frac{T_b}{T}\right)^r$
<p>Si <math>T &lt; T_a</math>      <math>a = a_o + (c - a_o) \frac{T}{T_a}</math></p> <p>Si <math>T_a \leq T \leq T_b</math>      <math>a = c</math></p> <p>Si <math>T &gt; T_b</math>      <math>a = qc</math></p> <p style="text-align: right;">Secc. 3.2.7.4</p>	<p>Si <math>T &lt; T_a</math>      <math>a = a_o + (c - a_o) \frac{T}{T_a}</math></p> <p>Si <math>T_a \leq T \leq T_b</math>      <math>a = c</math></p> <p>Si <math>T &gt; T_b</math>      <math>a = qc</math></p> <p style="text-align: right;">Secc. 3.2.7.4</p>
<p>Si <math>T \geq T_a</math> o se desconoce T      <math>Q' = Q</math></p> <p>Si <math>T &lt; T_a</math>      <math>Q' = 1 + \frac{T}{T_a} (Q - 1)</math></p> <p style="text-align: right;">Secc. 3.2.7.6</p>	<p>Si <math>T \geq T_a</math> o se desconoce T      <math>Q' = Q</math></p> <p>Si <math>T &lt; T_a</math>      <math>Q' = 1 + \frac{T}{T_a} (Q - 1)</math></p> <p style="text-align: right;">Secc. 3.2.7.6</p>
$V_o = \frac{a}{Q'} \sum (W_i)$	$V_o = \frac{a}{Q'} \sum (W_i)$

Se llenan las siguientes tablas para encontrar el centro de cortantes por entrepiso (una para cada dirección):

Dirección X

ENTREPISO	$F_{iX}$	$V_{iX}$	$Y_i$	$F_{iX}Y_i$	$\bar{Y}_i$
N					
2					
1					
$\Sigma$					

Dirección Y

ENTREPISO	$F_{iY}$	$V_{iY}$	$X_i$	$F_{iY}X_i$	$\bar{X}_i$
N					
2					
1					
$\Sigma$					

DIRECCIÓN X		DIRECCIÓN Y	
$F_{iX} = \frac{W_i H_i}{\sum (W_i H_i)} \cdot V_o$		$F_{iY} = \frac{W_i H_i}{\sum (W_i H_i)} \cdot V_o$	
$V_{iX} = F_{iX} + V_{iX+1}$		$V_{iY} = F_{iY} + V_{iY+1}$	
$\bar{Y}_i = \frac{F_i Y_i + F_i Y_{i+1} + \dots + F_i Y_{i+n}}{V_{iX}}$		$\bar{X}_i = \frac{F_i X_i + F_i X_{i+1} + \dots + F_i X_{i+n}}{V_{iY}}$	

Llenar la siguiente tabla por entrepiso:

DIRECCIÓN	$V_{iX, iY}$	$e_s$	b	$e_{d1}$	$e_{d2}$	$M_{T1}$	$M_{T2}$
X							
Y							

DIRECCIÓN X		DIRECCIÓN Y	
$V_{iX}$ = fuerza cortante del entrepiso en cuestión en la dirección X.		$V_{iY}$ = fuerza cortante del entrepiso en cuestión en la dirección Y.	
$e_s =  \bar{X}_i - X_T $		$e_s =  \bar{Y}_i - Y_T $	
$X_T = \frac{\sum (R_{iY} X_i)}{\sum (R_{iY})}$ Ver siguiente tabla.		$Y_T = \frac{\sum (R_{iX} Y_i)}{\sum (R_{iX})}$ Ver siguiente tabla.	
$e_{d1} = 1.5e_s + 0.1b$ secc. 3.3.3.1-I		$e_{d1} = 1.5e_s + 0.1b$ secc. 3.3.3.1-I	

$$e_{d2} = es - 0.1b \quad \text{secc. 3.3.3.1-I}$$

$$e_{d2} = es - 0.1b \quad \text{secc. 3.3.3.1-I}$$

$$M_{T1} = V \cdot e_{d1}$$

$$M_{T1} = V \cdot e_{d1}$$

$$M_{T2} = V \cdot e_{d2}$$

$$M_{T2} = V \cdot e_{d2}$$

Llenar las siguientes tablas (una para cada dirección):

DIRECCIÓN X							EFECTO DE $V_x$				
MURO o MARCO	$R_{jx}$ (ton/m)	$Y_i$ (m)	$R_{jx}Y_i$ (ton)	$Y_{iT}$ (m)	$R_{jx}Y_{iT}$ (ton)	$R_{jx}Y_{iT}^2$ (ton-m)	DIRECTO (ton)	TORSIÓN (ton)	TOTAL (ton)	$V_{YTORS}$ (ton)	100% $V_x$ +30% $V_y$ (ton)
1											
2											
N											
$\Sigma$											

DIRECCIÓN Y							EFECTO DE $V_y$				
MURO o MARCO	$R_{jy}$ (ton/m)	$X_i$ (m)	$R_{jy}X_i$ (ton)	$X_{iT}$ (m)	$R_{jy}X_{iT}$ (ton)	$R_{jy}X_{iT}^2$ (ton-m)	DIRECTO (ton)	TORSIÓN (ton)	TOTAL (ton)	$V_{XTORS}$ (ton)	100% $V_y$ +30% $V_x$ (ton)
1											
2											
N											
$\Sigma$											

DIRECCIÓN X	DIRECCIÓN Y
$R_{ix}$ = Rigidez del muro o marco de la dirección X.	$R_{iy}$ = Rigidez del muro o marco de la dirección Y.
$Y_i$ = Longitud del lado de la planta perpendicular a la dirección X.	$X_i$ = Longitud del lado de la planta perpendicular a la dirección Y.
$X_{iT}$ = Distancia del muro o marco al centro de torsiones en la dirección X.	$Y_{iT}$ = Distancia del muro o marco al centro de torsiones en la dirección Y.
$V_{XDIRECTO} = \frac{R_{ix} \cdot V_x}{\sum (R_{ix})}$	$V_{YDIRECTO} = \frac{R_{iy} \cdot V_y}{\sum (R_{iy})}$
$V_{XT} = \frac{M_{TX} \cdot R_{ix} \cdot Y_{iT}}{\sum (R_{ix} Y_{iT}^2) + \sum (R_{iy} X_{iT}^2)}$	$V_{YT} = \frac{M_{TY} \cdot R_{iy} \cdot X_{iT}}{\sum (R_{iy} X_{iT}^2) + \sum (R_{ix} Y_{iT}^2)}$
Se tomará el valor de $M_T$ ( $M_{T1}$ ó $M_{T2}$ ) a manera que $V_{XT}$ sea lo mayor posible.	Se tomará el valor de $M_T$ ( $M_{T1}$ ó $M_{T2}$ ) a manera que $V_{YT}$ sea lo mayor posible.

$$V_{YT} = \frac{M_{TY} \cdot R_{iX} Y_{iT}}{\sum (R_{iX} Y_{iT}^2) + \sum (R_{iY} X_{iT}^2)}$$

$$V_{XT} = \frac{M_{TX} \cdot R_{iY} Y_{iT}}{\sum (R_{iX} Y_{iT}^2) + \sum (R_{iY} X_{iT}^2)}$$

Determinar el factor de carga

FC

3.1.2

Determinar el cortante último para la dirección X:

$$V_{uX} = \sum (100\% V_X + 30\% V_Y) * FC$$

Determinar el cortante último para la dirección Y:

$$V_{uY} = \sum (100\% V_Y + 30\% V_X) * FC$$

Determinar la resistencia de diseño a la compresión diagonal de la mampostería.

$V_m^*$

2.1.4.2

Llenar las siguientes tablas (una para cada dirección):

Dirección X

MURO	$L_x$	P	$V_m^*$	$A_T$	$F_R$	$V_{Rm}$
1						
2						
N						
$\Sigma$						

Dirección Y

MURO	$L_Y$	P	$V_m^*$	$A_T$	$F_R$	$V_{Rm}$
1						
2						
N						
$\Sigma$						

#### DIRECCIÓN X

#### DIRECCIÓN Y

$L_X$  = longitud del muro de la dirección X.

$L_Y$  = longitud del muro de la dirección Y.

$$P = \frac{\sum W_i}{t \cdot \sum L_X + \sum L_Y}$$

$$P = \frac{\sum W_i}{t \cdot \sum L_X + \sum L_Y}$$

En donde  $t$  es el espesor del muro.

En donde  $t$  es el espesor del muro.

Determinar el área transversal del muro

$$A_T = t \cdot L_X$$

Determinar el área transversal del muro

$$A_T = t \cdot L_Y$$

Determinar el factor de resistencia ( $F_R$ )

**secc. 3.2.4**

Determinar el factor de resistencia ( $F_R$ )

**secc. 3.2.4**

Determinar el cortante resistente de diseño del muro de mampostería.

$$V_{mRX} = F_R (0.5V_m^* + 0.3P) A_T \leq 1.5F_R V_m^* A_T \quad \text{secc. 4.3.4.1, 4.4.4.1 y 4.5.4}$$

Determinar el cortante resistente de diseño del muro de mampostería.

$$V_{mRY} = F_R (0.5V_m^* + 0.3P) A_T \leq 1.5F_R V_m^* A_T \quad \text{secc. 4.3.4.1, 4.4.4.1 y 4.5.4}$$

Verificar que el cortante resistente sea mayor al cortante último.

$$\sum V_{mRX} \geq V_{uX}$$

Verificar que el cortante resistente sea mayor al cortante último.

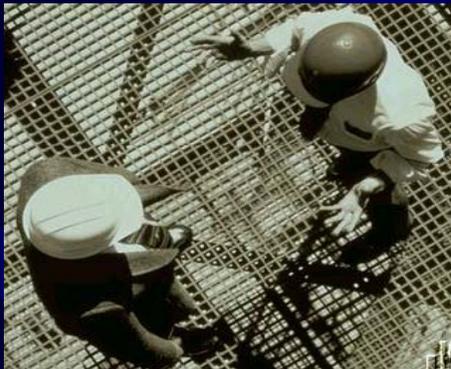
$$\sum V_{mRY} \geq V_{uY}$$

**NOTA: debe verificarse que las unidades a utilizar sean las adecuadas y congruentes, cualquier error puede llevar a un mal cálculo.**



# Apéndice E

## SALARIOS, EQUIPOS DE TRABAJO Y RENDIMIENTOS EN LA CONSTRUCCIÓN



Cuadro E.1 Salarios mínimos de las principales profesiones de la industria de la construcción

<b>PRINCIPALES SALARIOS MÍNIMOS DE OFICIOS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN VIGENTES A PARTIR DEL 1 DE ENERO DE 2002</b>				
<b>OFC. #</b>	<b>PROFESIÓN</b>	<b>\$/día</b>		
		<b>ZONA</b>		
		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
	Generales	45.15	40.10	38.30
	<b>PROFESIONALES</b>			
<b>1</b>	Albañilería, oficial de	61.40	58.60	55.85
<b>2</b>	Archivista clasificador en oficinas	58.70	55.90	53.25
<b>4</b>	Buldozer, operador de	64.70	61.50	58.70
<b>5</b>	Cajero(a) de máquina registradora	54.50	52.05	49.65
<b>8</b>	Carpintero de obra negra	57.25	54.55	51.95
<b>13</b>	Colocador de mosaicos y azulejos, oficial	60.00	57.30	54.55
<b>14</b>	Contador, ayudante de	59.20	56.40	53.70
<b>15</b>	Construcción de edificios y casas habitación, yesero en	56.85	54.30	51.65
<b>16</b>	Construcción, herrero en	59.20	56.40	53.70
<b>21</b>	Chofer de camión de carga en general	62.85	59.95	57.15
<b>22</b>	Chofer de camioneta de carga en general	60.90	58.00	55.20
<b>23</b>	Chofer operador de vehículos con grúa	58.30	55.65	53.00
<b>24</b>	Draga, operador de	65.35	62.40	59.35
<b>25</b>	Ebanista en fabricación y reparación de muebles, oficial	61.25	58.40	55.60
<b>26</b>	Electricista instalador y reparador de instalaciones eléctricas, oficial	60.00	57.30	54.55
<b>27</b>	Electricista en la reparación de automóviles y camiones, oficial	60.70	57.85	55.05
<b>30</b>	Encargado de bodega y/o almacén	55.45	52.85	50.35
<b>53</b>	Mecánico en reparación de automóviles y camiones, oficial	63.70	60.85	57.95
<b>55</b>	Mecanógrafo(a)	54.50	52.05	49.65
<b>61</b>	Perforista con pistola de aire	60.70	57.85	55.05
<b>63</b>	Pintor de casas, edificios y construcciones en general, oficial	58.70	55.90	53.25
<b>65</b>	Plomero en instalaciones sanitarias, oficial	58.85	56.20	53.45
<b>70</b>	Recepcionista en general	54.90	52.30	49.75
<b>77</b>	Soldador con soplete o con arco eléctrico	60.70	57.85	55.05
<b>82</b>	Taquimecanógrafo(a) en español	57.50	54.80	52.25
<b>84</b>	Traxcavo neumático y/o oruga, operador de	62.60	59.70	56.80
<b>86</b>	Velador	54.40	51.75	49.50

Cuadro E.2 Área Geográfica A.

ÁREA GEOGRÁFICA A	
ESTADO	MUNICIPIO
<b>BAJA CALIFORNIA:</b>	Todos los municipios del Estado.
<b>BAJA CALIFORNIA SUR:</b>	Todos los municipios del Estado.
<b>CHIHUAHUA:</b>	Guadalupe, Praxedis G., Juárez y Guerrero.
<b>DISTRITO FEDERAL</b>	Todas las delegaciones.
<b>GUERRERO:</b>	Acapulco de Juárez.
<b>ESTADO DE MEXICO:</b>	Atizapán de Zaragoza, Ecatepec, Cuautitlán Izcalli, Naucalan de Juárez, Coacalco de Berriozabal, Tultitlán, Tlalnepantla de Baz y Cuautitlán.
<b>ESTADO DE SONORA:</b>	Agua Prieta, Cananea, Naco, Nogales, General Plutarco Elías Calles, Santa Cruz, Puerto Peñasco y San Luis Río Colorado.
<b>TAMAULIPAS:</b>	Camargo, Guerrero, Gustavo Díaz Ordáz, Miguel Alemán, Matamoros, Mier, Río Bravo, Nuevo Laredo, Reynosa, San Fernando y Valle Hermoso.
<b>VERACRUZ:</b>	Agua Dulce, Coatzacoalcos, Minatitlán, Cosoleacaque, Las Choapas, Moloacán, Ixhuatlán del Sureste y Nanchital de Lázaro Cárdenas del Río.

Cuadro E.3 Área Geográfica B.

ÁREA GEOGRÁFICA B	
ESTADO	MUNICIPIO
<b>JALISCO</b>	Guadalajara, El Salto, Tonalá, Tlaquepaque, Zapopan, Tajomulco de Zúñiga.
<b>NUEVO LEON:</b>	Apodaca, San Pedro Garza García, Guadalupe, Monterrey, San Nicolás de los Garza, Santa Catarina y General Escobedo.
<b>SONORA:</b>	Altar, Atil, Bácum, Benito Juárez, Benjamín Hill, Carboca, Cajeme, Carbó, La Colorda, Cucurpe, Empalme, Etchojoa, Guaymas, Hermosillo, Huatabampo, Imuris, Magdalena, Navojoa, Opodepe, Oquitoa, Pitiquito, San Ignacio Río Muerto, San Miguel de Horcasitas, Sanata Ana, Sáric, Suaqui Grande, Trincheras y Tubutama.
<b>TAMAULIPAS:</b>	Aldama, Altamira, Antiguo Morelos, Ciudad Madero, Gómez Farias, González, El Mante, Nuevo Morelos, Ocampo, Tampico y Xicotécatl.
<b>VERACRUZ:</b>	Coatzintla, Poza Rica de Hidalgo y Tuxpam

Cuadro E.4 Área Geográfica C.

ÁREA GEOGRÁFICA C	
Todos los municipios de los Estados de :	
AGUASCALIENTES	OAXACA
CAMPECHE	PUEBLA
COAHUILA	QUERETARO
COLIMA	QUINTANA ROO
CHIAPAS	SAN LUIS POTOSI
DURANGO	SINALOA
GUANAJUATO	TABASCO
HIDALGO	TLAXCALA
MICHOACAN	YUCATAN
MORELOS	ZACATECAS
NAYARIT	
Más todos los municipios de los Estados de:	
CHIHUAHUA, GUERRERO, JALISCO, MEXICO, NUEVO LEON, SONORA,	
TAMAULIPAS y VERACRUZ no comprendidos en las áreas A y B	

**Cuadro E.5a Determinación del salario individual real.**

OFICIO #	PROFESIÓN	SBM	salario oficial semanal	Sal. Mercado Semanal Neto	Factor de Demanda	Salario Diario Base	Aguinaldo	Prima Vacacional	Salario Diario Total	Factor Días Inhábiles	Salario Diario Base de Cotización
							4.11%	0.41%			
S/N	Salario Mínimo General	42.2	295.05	463.67	1.572	66.24	2.72	0.27	69.23	1.258	87.10
1	Albañilería, oficial de	61.40	429.80	876.71	2.040	125.24	5.15	0.51	130.91	1.258	164.68
2	Archivista clasificador en oficinas	58.70	410.90	629.75	1.533	89.96	3.70	0.37	94.03	1.258	118.29
4	Buldozer, operador de	64.70	452.90	1876.73	4.144	268.10	11.02	1.10	280.22	1.258	352.52
5	Cajero(a) de máquina registradora	54.50	381.50	590.14	1.547	84.31	3.46	0.35	88.12	1.258	110.85
8	Carpintero de obra negra	57.25	400.75	982.08	2.451	140.30	5.77	0.58	146.64	1.258	184.47
13	Colocador de mosaicos y azulejos, oficial	60.00	420.00	1086.79	2.588	155.26	6.38	0.64	162.28	1.258	204.14
14	Contador, ayudante de	59.20	414.40	590.11	1.424	84.30	3.46	0.35	88.11	1.258	110.84
15	Construcción de edificios y casas habitación, yesero en	56.85	397.95	876.52	2.203	125.22	5.15	0.51	130.88	1.258	164.65
16	Construcción, fierro en	59.20	414.40	877.16	2.117	125.31	5.15	0.52	130.97	1.258	164.77
21	Chofer de camión de carga en general	62.85	439.95	779.90	1.773	111.41	4.58	0.46	116.45	1.258	146.50
22	Chofer de camioneta de carga en general	60.90	426.30	779.40	1.828	111.34	4.58	0.46	116.38	1.258	146.40
23	Chofer operador de vehículos con grúa	58.30	408.10	980.95	2.404	140.14	5.76	0.58	146.47	1.258	184.26
24	Draga, operador de	65.35	457.45	1988.49	4.347	284.07	11.68	1.17	296.91	1.258	373.52
25	Ebanista en fabricación y reparación de muebles, oficial	61.25	428.75	982.31	2.291	140.33	5.77	0.58	146.67	1.258	184.52
26	Electricista instalador y reparador de instalaciones eléctricas, oficial	60.00	420.00	877.21	2.089	125.32	5.15	0.52	130.98	1.258	164.77
27	Electricista en la reparación de automóviles y camiones, oficial	60.70	424.90	779.90	1.836	111.41	4.58	0.46	116.45	1.258	146.50
30	Encargado de bodega y/o almacén	55.45	388.15	590.92	1.522	84.42	3.47	0.35	88.23	1.258	111.00
53	Mecánico en reparación de automóviles y camiones, oficial	63.70	445.90	779.57	1.748	111.37	4.58	0.46	116.40	1.258	146.43
55	Mecanógrafo(a)	54.50	381.50	590.14	1.547	84.31	3.46	0.35	88.12	1.258	110.85
61	Perforista con pistola de aire	60.70	424.90	779.90	1.836	111.41	4.58	0.46	116.45	1.258	146.50
63	Pintor de casas, edificios y construcciones en general, oficial	58.70	410.90	780.83	1.9	111.55	4.58	0.46	116.59	1.258	146.67
65	Plomero en instalaciones sanitarias, oficial	58.85	411.95	877.87	2.131	125.41	5.15	0.52	131.08	1.258	164.90
70	Recepcionista en general	54.90	384.30	590.13	1.536	84.30	3.46	0.35	88.12	1.258	110.85
77	Soldador con soplete o con arco eléctrico	60.70	424.90	981.14	2.309	140.16	5.76	0.58	146.50	1.258	184.30
82	Taquimecanógrafo(a) en español	57.50	402.50	779.72	1.937	111.39	4.58	0.46	116.42	1.258	146.46
84	Traxcavo neumático y/o oruga, operador de	62.60	438.20	1989.60	4.54	284.23	11.68	1.17	297.08	1.258	373.73
86	Velador	54.40	380.80	675.16	1.773	96.45	3.96	0.40	100.81	1.258	126.82

Cuadro E.5b Continuación de determinación del salario individual real (TABLA DE APORTACIONES AL IMSS).

IMSS																							
Riesgos de Trabajo			Enfermedad y Maternidad									Invalidez y Vida			Retiro			Cesantía y Vejez			Guardería		
Patrón	Obrero	Gob.	Patrón	Obrero	Gob.	Patrón	Obrero	Gob.	Patrón	Obrero	Gob.	Patrón	Obrero	Gob.	Patrón	Obrero	Gob.	Patrón	Obrero	Gob.	Patrón	Obrero	Gob.
7.59%	0%	0%	13.90%	0.00%	13.90%	6%	2%	0%	70%	25%	5%	1.75%	0.63%	7.14%	2%	0.00%	0.00%	3.15%	1.13%	7.14%	1.00%	0.00%	0.00%
						SI SBC > 3SMGDF			Prestaciones en dinero														
6.61	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	0.00	0.00	0.00	0.61	0.22	0.04	1.52	0.54	0.11	1.74	0.00	0.00	2.74	0.98	0.20	0.87	0.00	0.00
12.50	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	2.29	0.76	0.00	1.15	0.41	0.08	2.88	1.03	0.21	3.29	0.00	0.00	5.19	1.85	0.37	1.65	0.00	0.00
8.98	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	0.00	0.00	0.00	0.83	0.30	0.06	2.07	0.74	0.15	2.37	0.00	0.00	3.73	1.33	0.27	1.18	0.00	0.00
26.75	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	13.56	4.52	0.00	2.47	0.88	0.18	6.17	2.20	0.44	7.05	0.00	0.00	11.10	3.97	0.79	3.53	0.00	0.00
8.41	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	0.00	0.00	0.00	0.78	0.28	0.06	1.94	0.69	0.14	2.22	0.00	0.00	3.49	1.25	0.25	1.11	0.00	0.00
14.00	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	3.48	1.16	0.00	1.29	0.46	0.09	3.23	1.15	0.23	3.69	0.00	0.00	5.81	2.08	0.42	1.84	0.00	0.00
15.49	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	4.66	1.55	0.00	1.43	0.51	0.10	3.57	1.28	0.26	4.08	0.00	0.00	6.43	2.30	0.46	2.04	0.00	0.00
8.41	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	0.00	0.00	0.00	0.78	0.28	0.06	1.94	0.69	0.14	2.22	0.00	0.00	3.49	1.25	0.25	1.11	0.00	0.00
12.49	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	2.29	0.76	0.00	1.15	0.41	0.08	2.88	1.03	0.21	3.29	0.00	0.00	5.19	1.85	0.37	1.65	0.00	0.00
12.50	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	2.30	0.77	0.00	1.15	0.41	0.08	2.88	1.03	0.21	3.30	0.00	0.00	5.19	1.85	0.37	1.65	0.00	0.00
11.12	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	1.20	0.40	0.00	1.03	0.37	0.07	2.56	0.92	0.18	2.93	0.00	0.00	4.61	1.65	0.33	1.46	0.00	0.00
11.11	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	1.20	0.40	0.00	1.02	0.37	0.07	2.56	0.92	0.18	2.93	0.00	0.00	4.61	1.65	0.33	1.46	0.00	0.00
13.98	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	3.47	1.16	0.00	1.29	0.46	0.09	3.22	1.15	0.23	3.69	0.00	0.00	5.80	2.07	0.41	1.84	0.00	0.00
28.35	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	14.82	4.94	0.00	2.61	0.93	0.19	6.54	2.33	0.47	7.47	0.00	0.00	11.77	4.20	0.84	3.74	0.00	0.00
14.00	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	3.48	1.16	0.00	1.29	0.46	0.09	3.23	1.15	0.23	3.69	0.00	0.00	5.81	2.08	0.42	1.85	0.00	0.00
12.50	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	2.30	0.77	0.00	1.15	0.41	0.08	2.88	1.03	0.21	3.30	0.00	0.00	5.19	1.85	0.37	1.65	0.00	0.00
11.12	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	1.20	0.40	0.00	1.03	0.37	0.07	2.56	0.92	0.18	2.93	0.00	0.00	4.61	1.65	0.33	1.46	0.00	0.00
8.42	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	0.00	0.00	0.00	0.78	0.28	0.06	1.94	0.69	0.14	2.22	0.00	0.00	3.50	1.25	0.25	1.11	0.00	0.00
11.11	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	1.20	0.40	0.00	1.03	0.37	0.07	2.56	0.92	0.18	2.93	0.00	0.00	4.61	1.65	0.33	1.46	0.00	0.00
8.41	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	0.00	0.00	0.00	0.78	0.28	0.06	1.94	0.69	0.14	2.22	0.00	0.00	3.49	1.25	0.25	1.11	0.00	0.00
11.12	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	1.20	0.40	0.00	1.03	0.37	0.07	2.56	0.92	0.18	2.93	0.00	0.00	4.61	1.65	0.33	1.46	0.00	0.00
11.13	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	1.21	0.40	0.00	1.03	0.37	0.07	2.57	0.92	0.18	2.93	0.00	0.00	4.62	1.65	0.33	1.47	0.00	0.00
12.51	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	2.31	0.77	0.00	1.15	0.41	0.08	2.89	1.03	0.21	3.30	0.00	0.00	5.19	1.86	0.37	1.65	0.00	0.00
8.41	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	0.00	0.00	0.00	0.78	0.28	0.06	1.94	0.69	0.14	2.22	0.00	0.00	3.49	1.25	0.25	1.11	0.00	0.00
13.99	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	3.47	1.16	0.00	1.29	0.46	0.09	3.23	1.15	0.23	3.69	0.00	0.00	5.81	2.07	0.41	1.84	0.00	0.00
11.11	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	1.20	0.40	0.00	1.03	0.37	0.07	2.56	0.92	0.18	2.93	0.00	0.00	4.61	1.65	0.33	1.46	0.00	0.00
28.36	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	14.84	4.95	0.00	2.62	0.93	0.19	6.54	2.34	0.47	7.47	0.00	0.00	11.77	4.20	0.84	3.74	0.00	0.00
9.62	0.00	0.00	5.86	0.00	5.86	0.02	0.01	0.00	0.89	0.32	0.06	2.22	0.79	0.16	2.54	0.00	0.00	3.99	1.43	0.29	1.27	0.00	0.00

**Cuadro E.5c Continuación de determinación del salario individual real.**

INFONAVIT	ISN	SAR	Salario Individual Real	OFICIO #
5.00%	2.00%	2.00%		
4.35	1.74	1.74	122.84	S/N
8.23	3.29	3.29	224.89	1
5.91	2.37	2.37	162.64	2
17.63	7.05	7.05	479.58	4
5.54	2.22	2.22	153.15	5
9.22	3.69	3.69	251.73	8
10.21	4.08	4.08	278.40	13
5.54	2.22	2.22	153.14	14
8.23	3.29	3.29	224.84	15
8.24	3.30	3.30	225.00	16
7.32	2.93	2.93	200.23	21
7.32	2.93	2.93	200.11	22
9.21	3.69	3.69	251.44	23
18.68	7.47	7.47	508.05	24
9.23	3.69	3.69	251.78	25
8.24	3.30	3.30	225.02	26
7.32	2.93	2.93	200.23	27
5.55	2.22	2.22	153.34	30
7.32	2.93	2.93	200.15	53
5.54	2.22	2.22	153.15	55
7.32	2.93	2.93	200.23	61
7.33	2.93	2.93	200.47	63
8.24	3.30	3.30	225.18	65
5.54	2.22	2.22	153.15	70
9.21	3.69	3.69	251.49	77
7.32	2.93	2.93	200.19	82
18.69	7.47	7.47	508.33	84
6.34	2.54	2.54	173.56	86

**Cuadro E.6 Principales equipos de trabajo en la construcción.**

GRUPO	FORMACIÓN DE CUADRILLAS				OPERACIÓN				Σ	FACTOR DE ZONA	FACTOR DE EQ. SEGURIDAD	FACTOR DE HTA. DE MANO	FACTOR DE PRIMER MANDO	SALARIO REAL FINAL DE GPO.		
										0.80%	1%	3%	8%			
G-01	0.1	CABO	+	1	PEÓN	0.1	224.89	+	1	122.84	145.33	1.16	1.45	4.36	11.63	163.93
G-02	0.25	ALBAÑIL	+	1	PEÓN	0.25	224.89	+	1	122.84	179.06	1.43	1.79	5.37	14.33	201.98
G-03	1	CARPINTERO DE OBRA NEGRA	+	1	AYUDANTE	1	251.73	+	1	122.84	374.57	3.00	3.75	11.24	29.97	422.51
G-04	0.5	FIERRERO	+	1	AYUDANTE	0.5	225.00	+	1	122.84	235.34	1.88	2.35	7.06	18.83	265.47
G-05	1	ALBAÑIL	+	1	PEÓN	1	224.89	+	1	122.84	347.73	2.78	3.48	10.43	27.82	392.24
G-06	1	COLOCADOR ESPECIALISTA	+	1	PEÓN	1	278.40	+	1	122.84	401.24	3.21	4.01	12.04	32.10	452.60
G-07	1	SOLDADOR	+	1	AYUDANTE	1	251.49	+	1	122.84	374.33	2.99	3.74	11.23	29.95	422.24
G-08	1	OFICIAL ELECTRICISTA	+	1	AYUDANTE	1	225.02	+	1	122.84	347.86	2.78	3.48	10.44	27.83	392.39
G-09	1	CARPINTERO EBANISTA	+	1	AYUDANTE	1	251.78	+	1	122.84	374.63	3.00	3.75	11.24	29.97	422.58
G-10	1	YESERO	+	1	AYUDANTE	1	224.84	+	1	122.84	347.68	2.78	3.48	10.43	27.81	392.19
G-11	1	PINTOR	+	1	AYUDANTE	1	200.47	+	1	122.84	323.31	2.59	3.23	9.70	25.87	364.70
G-12	1	OFICIAL PLOMERO	+	1	AYUDANTE	1	225.18	+	1	122.84	348.03	2.78	3.48	10.44	27.84	392.57
G-13	1	VIDRIERO ALUMINIERO	+	1	AYUDANTE	1	225.00	+	1	122.84	347.85	2.78	3.48	10.44	27.83	392.37
G-14	1	OP. EQUIPO MENOR	+	7	PEÓN	1	224.89	+	7	122.84	1084.78	8.68	10.85	32.54	86.78	1223.63
G-15	1	OP. EQUIPO MAYOR	+	1	AYUDANTE	1	479.58	+	1	122.84	602.42	4.82	6.02	18.07	48.19	679.54

Cuadro E.7 Rendimientos teóricos de algunos equipos de trabajo.

CONCEPTO	UNIDAD	GRUPO	REND. APROX. (UNIDAD/JOR)
<b>Preliminares y cimentación.</b>			
• Limpieza y trazo.	m <sup>2</sup>	G-02	50
• Excavación en tierra hasta 2.0m de prof.	m <sup>3</sup>	G-01	4
• Excavación en tepetate hasta 2.0m de prof.	m <sup>3</sup>	G-01	2
• Traspaleo hasta 2.0m	m <sup>3</sup>	G-01	18
• Acarreo con carretillas hasta 20.0m.	m <sup>3</sup>	G-01	5
• Relleno y compactación con pisón de mano.	m <sup>3</sup>	G-01	7
• Compactación de cepas con pisón de mano.	m <sup>2</sup>	G-01	35
• Plantillas entre 0.07 y 0.10m.	m <sup>2</sup>	G-02	14
• Cimientos de piedra braza.	m <sup>3</sup>	G-05	3
<b>Habilitado y armado de acero de refuerzo.</b>			
• En cimentación	ton	G-04	0.17
• En estructura	ton	G-04	0.16
• Habilitado y armado de alambón de ¼ y 5/16"	ton	G-04	0.16
<b>Cimbrar y descimbrar (acabado no aparente).</b>			
• En cimientos.	m <sup>2</sup>	G-03	9.5
• En columnas rectangulares.	m <sup>2</sup>	G-03	7.5
• En columnas circulares.	m <sup>2</sup>	G-03	6
• En trabes.	m <sup>2</sup>	G-03	8.5
• En losas.	m <sup>2</sup>	G-03	9
<b>Hechura de cimbra.</b>			
• En cimientos.	m <sup>2</sup>	G-03	17
• En columnas rectangulares.	m <sup>2</sup>	G-03	8.5
• En columnas circulares.	m <sup>2</sup>	G-03	4
• En trabes.	m <sup>2</sup>	G-03	10
• En losas.	m <sup>2</sup>	G-03	10
<b>Losas reticuladas.</b>			
• Colocación de block hasta 20x40x40cm.	caja	G-02	100
• Colocación de block hasta 35x60x60cm.	caja	G-02	40
• Entrepiso reticular celulado línea menor.	caja	G-02	40
• Entrepiso reticular celulado línea mayor.	caja	G-02	30
<b>Colados (sin incluir la fabricación del concreto).</b>			
• En cimientos.	m <sup>3</sup>	G-02	1.5
• En columnas y muros.	m <sup>3</sup>	G-02	0.85
• En trabes y losas.	m <sup>3</sup>	G-02	0.95
• En losas reticulares.	m <sup>3</sup>	G-02	0.80
• Curado de concreto con agua en superficies horizontales.	m <sup>2</sup>	G-01	300
• Curado de concreto con agua en superficies verticales.	m <sup>2</sup>	G-01	100
<b>Muros de tabique común o ligero no aparente.</b>			
• De 10cm de espesor.	m <sup>2</sup>	G-05	11
• De 12cm de espesor.	m <sup>2</sup>	G-05	10
• De 20 cm de espesor.	m <sup>2</sup>	G-05	8

• De 24 cm de espesor.	m <sup>2</sup>	G-05	6
<b>Castillos y cadenas.</b>			
• Castillo centro de block 1Ø (3/8").	m	G-05	30
• Castillos y cadenas de 15x15cm con 4Ø (3/8").	m	G-05	5
• Castillos y cadenas de 15x20cm con 4Ø (3/8").	m	G-05	5
• Castillos y cadenas de 15x30cm con 4Ø (3/8").	m	G-05	5
<b>Recubrimientos.</b>			
• Aplanado de yeso en muros a plomo y regla (1.5cm de esp.).	m <sup>2</sup>	G-10	12.5
• Aplanado de yeso en muros a plomo y nivel (1.5cm de esp.).	m <sup>2</sup>	G-10	14.28
• Aplanado de yeso en muros a reventón (2cm de esp.).	m <sup>2</sup>	G-10	14.28
• Aplanado de yeso en muros a talocha (1.5cm de esp.).	m <sup>2</sup>	G-10	16.6
• Aplanados de yeso en plafones a nivel y rela (1cm de esp.) para tirolelear.	m <sup>2</sup>	G-10	15
• Aplanado de yeso en plafones a nivel y regla (1.5cm de esp.).	m <sup>2</sup>	G-10	14.28
• Aplanado de yeso en plafones a talocha (1.5cm de esp.).	m <sup>2</sup>		16.6
• Repellados de mezcla.	m <sup>2</sup>	G-05	19
• Aplanados de mezcla.	m <sup>2</sup>	G-05	14
• Aplanados finos de mezcla.	m <sup>2</sup>	G-05	11
• Aplanados pulidos de cemento a llana.	m <sup>2</sup>	G-05	10
• Confitillo sobre aplanados.	m <sup>2</sup>	G-05	23
• Recubrimiento de cerámica o mosaico (incluye repellado).	m <sup>2</sup>	G-06	4
• Recubrimiento cintilla de 5.5x22x1 a 6x24x1cm.	m <sup>2</sup>	G-06	4.5
• Recubrimiento fachaleta 10x20x1 a 11x22x1cm.	m <sup>2</sup>	G-06	5
• Recubrimiento azulejo.	m <sup>2</sup>	G-06	5.5
• Recubrimiento mosaico.	m <sup>2</sup>	G-06	9
• Boquillas incluyendo cortes a 45° de materiales vitrificados.	m	G-06	16
<b>Pisos.</b>			
• Firmes de concretos para pisos (de 8 a 10cm de esp.)	m <sup>2</sup>	G-02	10
• Acabado escobillado integral sobre firmes.	m <sup>2</sup>	G-05	35
• Fino no integral acabado pulido.	m <sup>2</sup>	G-05	18
• Armado con malla en pisos.	m <sup>2</sup>	G-04	50
• Pisos cerámica sin firme.	m <sup>2</sup>	G-06	5
• Pisos loseta de 15x15x1 a 2cm.	m <sup>2</sup>	G-06	7
• Pisos loseta de 10x20x1 a 2cm.	m <sup>2</sup>	G-06	7
• Pisos loseta de 30x30x2.5cm.	m <sup>2</sup>	G-06	13
• Pisos mosaico de 20x20x2cm.	m <sup>2</sup>	G-06	11
• Pisos mosaico terrazo sin junta metálica de 50x50x2.5cm.	m <sup>2</sup>	G-06	9.5
• Zoclo mosaico de 10x20x2cm.	m	G-06	18
• Zoclo loseta de 10x15x30 a 40cm.	m	G-06	18
<b>Martelinados.</b>			
• Martelinado fino sobre pisos.	m <sup>2</sup>	G-01	4
• Martelinado fino sobre columnas.	m <sup>2</sup>	G-01	2
• Martelinado fino sobre muros.	m <sup>2</sup>	G-01	3
• Martelinado fino sobre traveses y losas.	m <sup>2</sup>	G-01	2
<b>Azoteas.</b>			

• Rellenos de tezontle en azoteas.	m <sup>3</sup>	G-01	2
• Entortado sobre casco.	m <sup>2</sup>	G-05	20
• Enladrillado y escobillado.	m <sup>2</sup>	G-05	11
• Enladrillado aparente.	m <sup>2</sup>	G-05	7
• Chaflanes de pedacería.	m <sup>2</sup>	G-05	24
<b>Varios.</b>			
Fabricación de tarimas de 50x100cm.	pza.	G-03	19
Muro de block vidrio de 10x20x20cm (inc. Ref. en juntas).	m <sup>2</sup>	G-06	3.5
Registros de 40x60cm. (prof. de 1.25m prom.).	pza.	G-05	2
Tapa de registro de 40x60cm.	pza.	G-05	6
Impermeabilización de cimientos.	m	G-02	35
Albañales de Ø15cm (tendido y junteo).	m	G-05	26
Colocación de herrería.	m <sup>2</sup>	G-13	7.5
Impermeabilización de azotea por capa.	m <sup>2</sup>	G-05	30

NOTA: Esta tabla está basada en los rendimientos establecidos en el libro “Costo y tiempo en edificación” de Carlos Suárez Salazar.

**Cuadro E-8 Proporcionamientos de algunos materiales comúnmente utilizados en la construcción**

<b>LECHADAS Y PASTAS</b>		
	<b>MATERIAL</b>	<b>DESPERDICIO</b>
<b>LECHADA DE CEMENTO BLANCO</b>	1.3 ton. de cemento blanco	3%
	0.9 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>LECHADA DE CEMENTO GRIS</b>	1.3 ton. de cemento gris	3%
	0.9 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>PASTA DE CEMENTO BLANCO</b>	1.5 ton de cemento blanco	3%
	0.7 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>PASTA DE CEMENTO GRIS</b>	1.5 ton de cemento gris	3%
	0.7 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>PASTA DE YESO</b>	.810 ton de yeso	3%
	0.900 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>PASTA DE CEMENTO BLANCO:POLVO DE MÁRMOL (1:3)</b>	0.540 ton. de cemento blanco	3%
	2.10 ton de polvo de mármol	5%
	0.280 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>PASTA DE CEMENTO BLANCO:POLVO DE MÁRMOL (1:4)</b>	0.440 ton. de cemento blanco	3%
	2.200 ton de polvo de mármol	5%
	0.275 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>PASTA DE CEMENTO BLANCO:POLVO DE MÁRMOL (1:5)</b>	0.380 ton. de cemento blanco	3%
	2.300 ton de polvo de mármol	5%
	0.2272 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>PASTA CEMENTO BLANCO:CAL:POLVO DE MÁRMOL (1:1:6)</b>	0.270 ton de cemento blanco	3%
	0.125 ton de cal	3%
	2.100 ton de polvo de mármol	5%
	0.280 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>PASTA CEMENTO BLANCO:CAL:POLVO DE MÁRMOL (1:1:8)</b>	0.220 ton de cemento blanco	3%
	0.100 ton de cal	3%
	2.200 ton de polvo de mármol	5%
	0.278 m <sup>3</sup> de agua	30%

<b>PASTA CEMENTO BLANCO:CAL:POLVO DE MÁRMOL (1:1:10)</b>	0.190 ton de cemento blanco	3%
	0.085 ton de cal	3%
	2.300 ton de polvo de mármol	5%
	0.276 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>PASTA CEMENTO BLANCO:CAL:POLVO DE MÁRMOL (1:1:12)</b>	0.135 ton de cemento blanco	3%
	0.075 ton de cal	3%
	2.400 ton de polvo de mármol	5%
	0.274 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>MORTEROS</b>		
	<b>MATERIAL</b>	<b>DESPERDICIO</b>
<b>CAL:ARENA (1:3)</b>	0.250 ton de cal	3%
	1 m <sup>3</sup> de arena	8%
	0.270 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>CAL:ARENA (1:4)</b>	0.200 ton de cal	3%
	1.070 m <sup>3</sup> de arena	8%
	0.260 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>CAL:ARENA (1:5)</b>	0.170 ton de cal	3%
	1.130 m <sup>3</sup> de arena	8%
	0.255 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>CAL:ARENA (1:6)</b>	0.145 ton de cal	3%
	1.180 m <sup>3</sup> de arena	8%
	0.250 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>CAL:ARENA (1:7)</b>	0.125 ton de cal	3%
	1.220 m <sup>3</sup> de arena	8%
	0.245 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>CAL:ARENA (1:8)</b>	0.110 ton de cal	3%
	1.250 m <sup>3</sup> de arena	8%
	0.240 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>CAL:ARENA (1:9)</b>	0.100 ton de cal	3%
	1.270 m <sup>3</sup> de arena	8%
	0.235 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>CAL:ARENA (1:10)</b>	0.090 ton de cal	3%
	1.285 m <sup>3</sup> de arena	8%
	0.230 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>MORTERO:ARENA (1:4)</b>	0.300 ton de mortero	3%
	1.150 m <sup>3</sup> de arena	8%
	0.290 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>MORTERO:ARENA (1:5)</b>	0.260 ton de mortero	3%
	1.200 m <sup>3</sup> de arena	8%
	0.285 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>MORTERO:ARENA (1:6)</b>	0.225 ton de mortero	3%
	1.240 de arena	8%
	0.280 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>MORTERO:ARENA (1:7)</b>	0.195 ton de mortero	3%
	1.270 m <sup>3</sup> de arena	8%
	0.275 m <sup>3</sup> de agua	30%

<b>MORTERO:ARENA (1:8)</b>	0.170 ton de mortero	3%
	1.290 m <sup>3</sup> de arena	8%
	0.270 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>CEMENTO:ARENA (1:2)</b>	0.600 ton de cemento	3%
	1.000 m <sup>3</sup> de arena	8%
	0.275 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>CEMENTO:ARENA (1:3)</b>	0.510 ton de cemento	3%
	1.100 m <sup>3</sup> de arena	8%
	0.272 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>CEMENTO:ARENA (1:4)</b>	0.430 ton de cemento	3%
	1.120 m <sup>3</sup> de arena	8%
	0.266 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>CEMENTO:ARENA (1:5)</b>	0.360 ton de cemento	3%
	1.150 m <sup>3</sup> de arena	8%
	0.261 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>CEMENTO:ARENA (1:6)</b>	0.300 ton de cemento	3%
	1.190 m <sup>3</sup> de arena	8%
	0.257 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>CEMENTO:ARENA (1:7)</b>	0.250 ton de cemento	3%
	1.240 m <sup>3</sup> de arena	8%
	0.252 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>CEMENTO:ARENA (1:8)</b>	0.210 ton de cemento	3%
	1.300 m <sup>3</sup> de arena	8%
	0.246 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>CEMENTO:ARENA CERNIDA (1:2)</b>	0.630 ton de cemento	3%
	1.000 m <sup>3</sup> de arena	35%
	0.285 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>CEMENTO:ARENA CERNIDA (1:3)</b>	0.540 ton de cemento	3%
	1.050 m <sup>3</sup> de arena	35%
	0.280 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>CEMENTO:ARENA CERNIDA (1:4)</b>	0.440 ton de cemento	3%
	1.100 m <sup>3</sup> de arena	35%
	0.278 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>CEMENTO:ARENA CERNIDA (1:5)</b>	0.380 ton de cemento	3%
	1.150 m <sup>3</sup> de arena	35%
	0.275 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>CEMENTO:ARENA CERNIDA (1:6)</b>	0.310 ton de cemento	3%
	1.170 m <sup>3</sup> de arena	35%
	0.273 m <sup>3</sup> de agua	30%
<b>CEMENTO CAL ARENA (1:1:4)</b>	0.300 ton de cemento	3%
	0.150 ton de cal	3%
	1.000 m <sup>3</sup> de arena	8%
<b>CEMENTO CAL ARENA (1:1:6)</b>	0.280 m <sup>3</sup> de agua	30%
	0.255 ton de cemento	3%
	0.125 ton de cal	3%
	1.050 m <sup>3</sup> de arena	8%

		0.279 m <sup>3</sup> de agua	30%			
<b>CEMENTO CAL ARENA (1:1:8)</b>		0.215 ton de cemento	3%			
		0.100 ton de cal	3%			
		1.095 m <sup>3</sup> de arena	8%			
		0.278 m <sup>3</sup> de agua	30%			
<b>CEMENTO CAL ARENA (1:1:10)</b>		0.180 ton de cemento	3%			
		0.085 ton de cal	3%			
		1.065 m <sup>3</sup> de arena	8%			
		0.275 m <sup>3</sup> de agua	30%			
<b>CEMENTO CAL ARENA (1:1:12)</b>		0.150 ton de cemento	3%			
		0.075 ton de cal	3%			
		1.185 m <sup>3</sup> de arena	8%			
		0.273 m <sup>3</sup> de agua	30%			
<b>CONCRETO HECHO EN OBRA</b>						
<b>CLASIFICACIÓN</b>		<b>MATERIALES</b>				
<b>f'c</b>	<b>Revenimiento</b>	<b>TMA</b>	<b>Cemento</b>	<b>Arena</b>	<b>Grava.</b>	<b>Agua</b>
<b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(pul)</b>	<b>(ton)</b>	<b>(m<sup>3</sup>)</b>	<b>(m<sup>3</sup>)</b>	<b>(m<sup>3</sup>)</b>
100	8 a 10	¾	0.260	0.500	0.680	0.195
		1 ½	0.254	0.470	0.700	0.190
	12 a 15	¾	0.286	0.500	0.680	0.215
		1 ½	0.280	0.470	0.700	0.210
150	8 a 10	¾	0.323	0.480	0.670	0.210
		1 ½	0.308	0.450	0.700	0.200
	12 a 15	¾	0.354	0.480	0.670	0.230
		1 ½	0.338	0.450	0.700	0.220
200	8 a 10	¾	0.355	0.470	0.650	0.195
		1 ½	0.337	0.440	0.680	0.185
	12 a 15	¾	0.391	0.470	0.650	0.215
		1 ½	0.373	0.440	0.680	0.205
250	8 a 10	¾	0.423	0.465	0.640	0.190
		1 ½	0.400	0.435	0.670	0.180
	12 a 15	¾	0.467	0.465	0.640	0.210
		1 ½	0.445	0.435	0.670	0.200
<b>ACERO</b>						
<b>Diámetro</b>	<b>Varilla</b>	<b>Traslape</b>	<b>Ganchos</b>	<b>Alambre</b>		
<b>(pul)</b>	<b>(ton)</b>	<b>(ton)</b>	<b>(ton)</b>	<b>(kg)</b>		
<b>5/16</b>	1.000	0.0125	0.0366	38.682		
<b>3/8</b>	1.000	0.0126	0.0433	26.82		
<b>½</b>	1.000	0.0170	0.0507	15.10		
<b>5/8</b>	1.000	0.0213	0.0633	10.25		
<b>¾</b>	1.000	0.0257	0.0866	6.711		
<b>7/8</b>	1.000	0.0305	0.0994	4.933		
<b>1</b>	1.000	0.0345	0.1255	3.715		
<b>1 ¼</b>	1.000	0.0435	0.1413	2.415		
<b>1 1/2</b>	1.000	0.0504	0.1742	1.677		

NOTA: Esta tabla está basada en los rendimientos establecidos en el libro "Costo y tiempo en edificación" de Carlos Suárez Salazar.



# Artículos

 **Terremotos y maremotos**

 **Relación entre diferentes parámetros sísmicos**

 **Guía para diseño sísmico**

 **Centro de masa y rigidez**

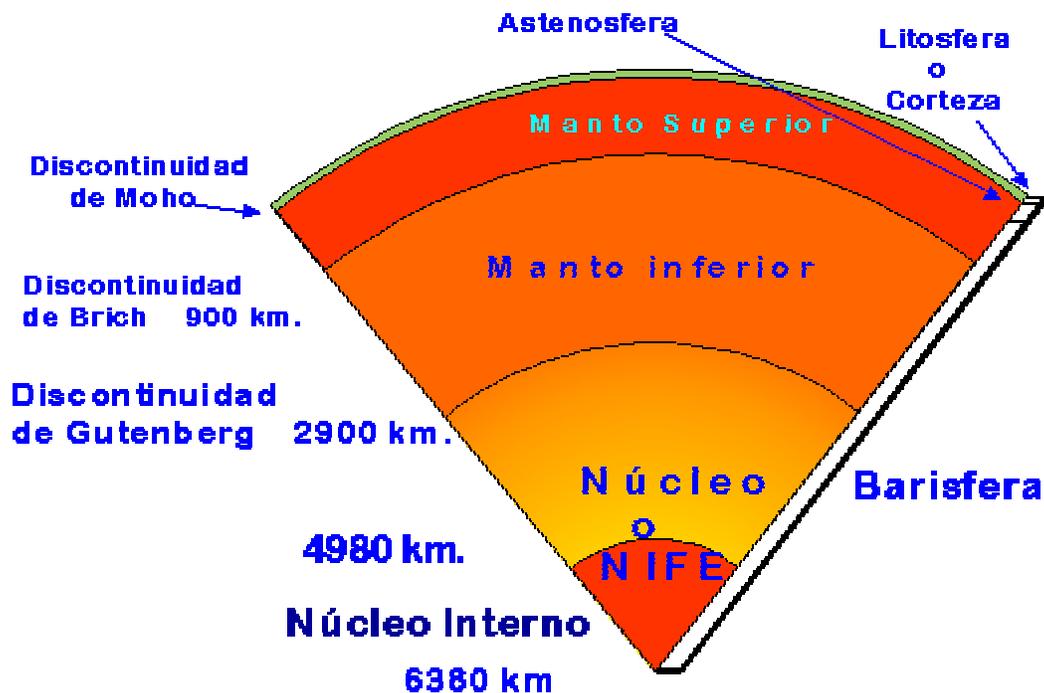
 **Rigideces: Análisis no lineal de muros de mampostería**

## Terremotos y Maremotos

- Los terremotos o movimientos Telúricos
- Como se produce un terremoto
- La magnitud
- La intensidad
- Escala de intensidad de terremotos M.S.K.
  
- Clasificación de la Escala
- Escala de intensidades M.S.K.
  
- Escala de intensidad macrosísmica EMS-98
- Escala Mercalli modificada
- Escala Rossi-Forel 1883
- Maremotos o tsunamis
- Escala de intensidad de maremotos o tsunamis
- Efectos sobre la vida y los bienes
- Direcciones de interés en Internet

### Los terremotos o movimientos telúricos

Los terremotos son simplemente temblores de la corteza terrestre, producidos por una brusca liberación de energía mecánica en la zona superficial del interior de la Tierra y se deben a una acumulación previa de energía en el medio, generalmente por deformación elástica.



Esta súbita liberación de energía se propaga en forma de ondas sísmicas, provocando una serie de movimientos vibratorios en el terreno.

El volumen de roca que se fractura se denomina fuente sísmica. Por simplificación de la fuente se asimila a un punto denominado hipocentro o foco, y al punto de la superficie situado justamente encima del foco se denomina epicentro.

Se ha podido comprobar que el interior del globo terráqueo está formado por distintas capas de materiales, cuya densidad se incrementa a medida que se avanza hacia el núcleo central.

La capa más exterior, denominada también corteza terrestre, tiene un grosor de tan solo 40 km, que se reducen a 10 km en el fondo de los océanos.

Bajo esta capa se encuentran una decena de capas de corteza semi-rígidas y muy inestables, que alcanzan una profundidad aproximada de 1.200 km. Esta capa inestable recibe el nombre de Litosfera, que significa esfera de piedra.

Por debajo de la litosfera hay otra capa, de unos 700 km llamada Astenosfera - que significa esfera débil - formada por material parcialmente fundido.

Se puede afirmar que la litosfera flota sobre la astenosfera, como una barca sobre la superficie de un lago y, como ésta, se desplaza, sube o baja, en función de su peso.

Después de esta capa, se encuentra el manto inferior, formado por material rocoso, que llega a una profundidad aproximada de 2.900 km.

Hay luego un núcleo externo, líquido, de un grosor aproximado de 1.700 km y, por último, un núcleo sólido, de hierro y níquel, que constituye el centro de la tierra.

Este núcleo tiene un diámetro aproximado de 2.400 km, es decir algo inferior a la Luna, cuyo diámetro es de 3.400 km.

La corteza terrestre al enfriarse, se ha arrugado y, de esta forma, se originaron grandes montañas y depresiones, que luego se convirtieron en mares y océanos.

Como la litosfera flota sobre la astenosfera, no ha de resultar extraño que se hable de la deriva de los continentes; tampoco debe sorprender la teoría que afirma que todos los continentes proceden de una única masa originaria de tierras emergidas, denominada Pangea y que existió aproximadamente hace unos 200 millones de años.

Con el tiempo, en dicha Pangea se produjeron fracturas, causadas por grandes terremotos y, en consecuencia, se fueron separando de ella unos bloques enormes que dieron origen a los continentes.

Todavía ahora estos enormes bloques se desplazan como si fueran barcos a la deriva. Por ejemplo, Arabia se va alejando lentamente de África y, dentro de algunos millones de años, el Mar Rojo será más grande que el Océano Índico; Italia, empujada por África, se desplaza hacia Yugoslavia y los Alpes y los Apeninos son cadenas montañosas que, en el pasado, se formaron debido a esta misma presión.

Sea como fuere, estos movimientos son muy lentos e imperceptibles, pero lo que sí es seguro es que, dentro de millones de años, la fisonomía de la Tierra será muy distinta a la actual.



## Como se produce un terremoto

Nuestro planeta esta en constante movimiento, en una dinámica interna que deja sentir sus efectos en la corteza terrestre. En el mismo centro, la presión acumulada es de unos 3.500.000 kg/cm<sup>2</sup> y la temperatura alcanza los 4.000°C.

Casi todos los terremotos se originan en fracturas de la roca sólida de la corteza terrestre en las zonas sísmicas. Tales fracturas, llamadas fallas, ocurren al aumentar las tensiones del interior de la tierra hasta el punto de que la corteza no las puede soportar. Las causas de un terremoto son, pues tectónicas por el desplazamiento de una superficie rocosa sobre otra. Estas plataformas o placas, de unos 100 km de grosor, se mueven de 2 a 20 cm por año. Se pueden producir dos fenómenos distintos: la clásica "arruga", como sucede en Los Andes con la superposición de la corteza oceánica sobre la continental, o la colisión entre dos grandes bloques móviles.

Una parte muy pequeña de los seismos se debe al desplome de espacios subterráneos huecos bajo la presión de capas superiores; el 7% son de origen volcánico, y el 90% restante de origen tectónico, es decir disequilibrios de tensiones internas que producen dislocaciones del subsuelo. Estos disequilibrios pueden mantenerse incluso durante milenios. Pero llega un momento en que determinada zona no puede "aguantar más", y entonces trata súbitamente de buscar una nueva posición de equilibrio: es el terremoto, como se observa en la falla de la parte derecha del dibujo.



## La Magnitud

Es un parámetro que mide la cantidad de energía liberada por el terremoto en forma de ondas sísmicas.

El japonés Wadati, en el año 1931, ideó una escala de magnitudes, pero en el año 1.935, Richter desarrolla una escala para medir el tamaño relativo de los sismos. La escala de magnitud no tiene límites ni inferior ni superior, aunque no se han observado nunca terremotos de magnitud superior a 9.



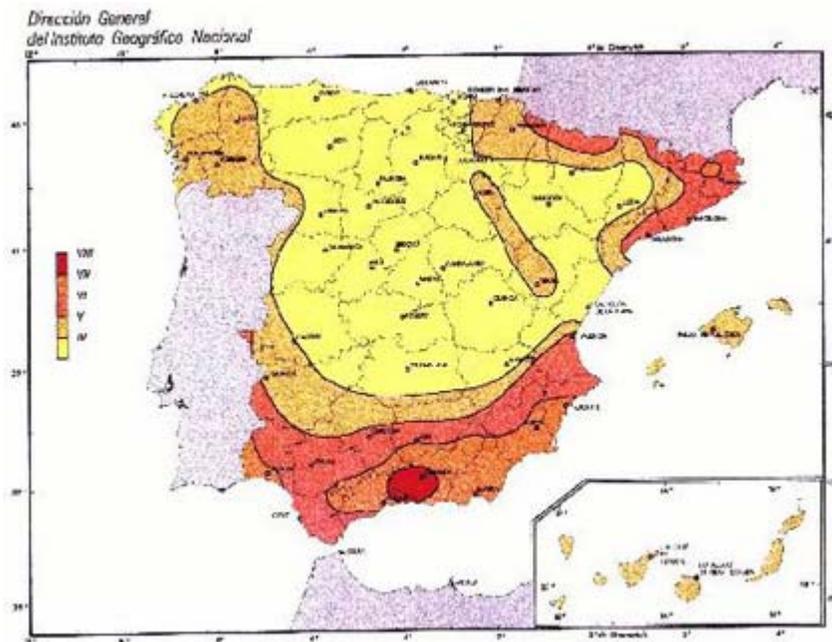
## La Intensidad

Nos indica el efecto de las sacudidas en cada uno de los lugares afectados por el terremoto.

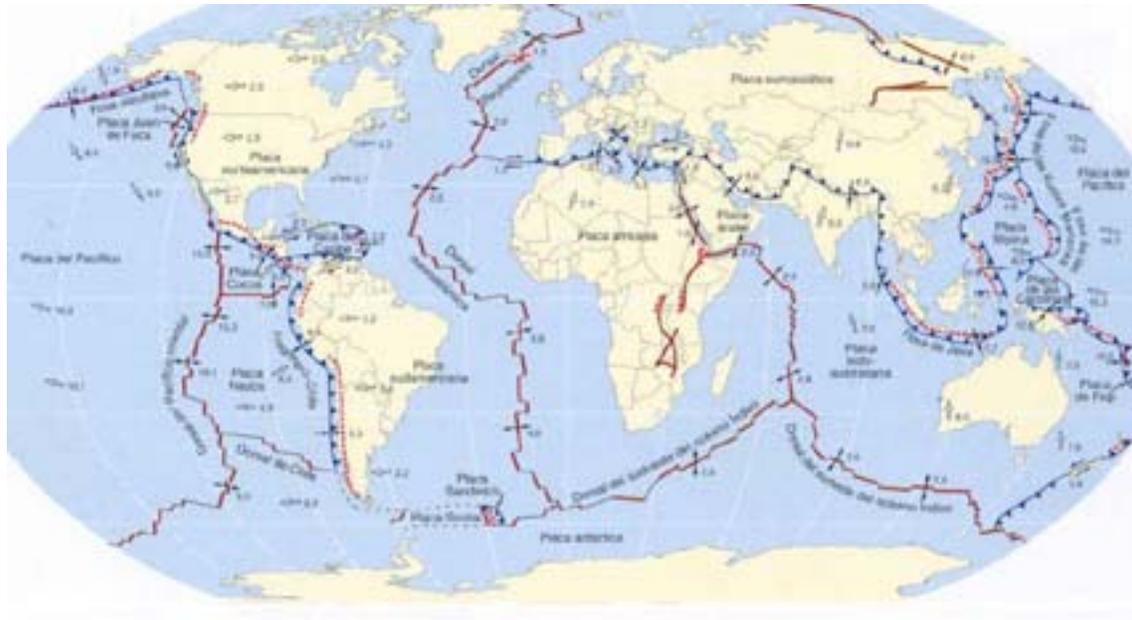
La intensidad es un parámetro que se mide de forma cualitativa a través de la reacción de las personas, el grado de destrozos en las construcciones y las perturbaciones provocadas en el terreno (grietas, deslizamientos, etc.)

La escala de intensidades utilizada en Europa es la E.M.S.. Está dividida en doce grados. Los destrozos empiezan a ser importantes a partir del grado VII.

A continuación, presentamos un plano de zonas sísmicas de España, donde se advierten, claramente, tres zonas. La primera hasta grado VII es de sismicidad ligera; la zona siguiente es de sismicidad apreciable o moderada y exige la aplicación de las prescripciones sismoresistentes de acuerdo con el grado de intensidad probable. La zona, cuyo límite inferior es el grado de intensidad IX, es de sismicidad acusada o peligrosa, y se requieren datos sísmicos detallados para las obras de alguna importancia.



Μαπα δε πελιγορσιδαδ σίσιμα εν Εσπα)α  
Περιοδο δε ρετορνο 100 α)οσ



Μαπα δε λας ζονας σίσμιχας δελ μνδο



## Escala de intensidad de terremotos M.S.K.

### Clasificación de la escala

En la mayoría de los países de Europa, la escala sísmica utilizada es la M.S.K propuesta en 1964 por S. V. Medvedev, W. Sponheuer y V. Karnik en colaboración con un grupo de trabajo constituido por la XIII Asamblea General de la U.G.G.I (Berkeley, 1963). En España se utiliza como escala oficial y está publicada en la Norma Sismorresistente de 1974, (B.O.E 21-9-1974, decreto 3209/1974), hoy en día derogada por la actual Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-94 ; B.O.E 8-2-1995)

Efectos que definen los grados de intensidad MSK

- a) Los fenómenos sentidos por las personas y percibidos en su medio ambiente.
- b) Los daños producidos en las construcciones segun sus diversos tipos.
- c) Los cambios advertidos en la naturaleza.

Tipos de construcción

- Tipo A:** Con muros de mampostería en seco o con barro, de adobes, de tapial.
- Tipo B:** Con muros de fabrica de labrillo, de bloques de mortero, de mampostería con mortero, de sillarejo, de sillería, entramados de madera.
- Tipo C:** Con estructura metálica o de hormigón armado.

Términos de cantidad

Los términos de cantidad de la escala de intensidad MSK se definen en la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-94 ; B.O.E 8-2-1995)

aproximadamente a los siguientes porcentajes:

Algunos..... 5%  
Muchos..... 50%  
La mayoría.....75%

#### Clasificación de los daños en las construcciones

**Clase 1** - Daños ligeros: Fisuras en los revestimientos, caída de pequeños trozos de revestimiento.  
**Clase 2** - Daños moderados: Fisuras en los muros, caída de grandes trozos de revestimiento, caída de tejas, caída de pretilas, grietas en las chimeneas e incluso derrumbamientos parciales en las mismas.  
**Clase 3** - Daños graves: Grietas en los muros, caída de chimeneas de fábrica o de otros elementos exteriores.  
**Clase 4** - Destrucción: Brechas en los muros resistentes, derrumbamiento parcial, pérdida del enlace entre distintas partes de la construcción, destrucción de tabiques y muros de cerramiento.  
**Clase 5** - Colapso: Ruina completa de la construcción.

#### Escala de intensidades M.S.K.

Grado		Descripción del daño
I.	<b>No advertido</b>	La sacudida no es percibida por los sentidos humanos, siendo detectada y registrada solamente por los sismógrafos.
II.	<b>Escasamente advertido</b> (muy ligero)	La sacudida es perceptible solamente por algunas personas en reposo, en particular en los pisos superiores de los edificios.
III.	<b>Advertido parcial o inseguramente</b>	La sacudida es percibida por algunas personas en el interior de los edificios y sólo en circunstancias muy favorables en el exterior de los mismos. La vibración percibida es semejante a la causada por el paso de un camión ligero. Observadores muy atentos pueden notar ligeros balanceos de objetos colgados, más acentuados en los pisos altos de los edificios.
IV.	<b>Observado claramente</b>	El sismo es percibido por muchas personas en el interior de los edificios y por algunas en el exterior. Algunas personas que duermen se despiertan, pero nadie se atemoriza. La vibración es comparable a la producida por el paso de un camión pesado con carga. Las ventanas, puertas y vajillas vibran. Los pisos y muros producen chasquidos. El mobiliario comienza a moverse. Los líquidos contenidos en recipientes abiertos se agitan ligeramente. Los objetos colgados se balancean ligeramente.
V.	<b>Despertar</b>	<b>a)</b> El sismo es percibido en el interior de los edificios por la mayoría de las personas y por muchas en el exterior. Muchas personas que duermen se despiertan y algunas huyen. Los animales se ponen nerviosos. Las construcciones se agitan con una vibración general. Los objetos colgados se balancean ampliamente. Los cuadros golpean sobre los muros o son lanzados fuera de su emplazamiento. En algunos casos los relojes de péndulo se paran.

		<p>abiertas baten con violencia. Se vierten en pequeña cantidad los líquidos contenidos en recipientes abiertos y llenos. La vibración se siente en la construcción como la producida por un objeto pesado arrastrándose.</p> <p><b>b)</b> En las construcciones de <b>tipo A</b> son posibles ligeros daños (<b>clase 1</b>)</p> <p><b>c)</b> En ciertos casos se modifica el caudal de los manantiales.</p>
<b>VI.</b>	<b>Sustos</b>	<p><b>a)</b> Lo siente la mayoría de las personas, tanto dentro como fuera de los edificios. Muchas personas salen a la calle atemorizadas. Algunas personas llegan a perder el equilibrio. Los animales domésticos huyen de los establos. En algunas ocasiones, la vajilla y la cristalería se rompen, los libros caen de sus estantes, los cuadros se mueven y los objetos inestables vuelcan. Los muebles pesados pueden llegar a moverse. Las campanas pequeñas de torres y campanarios pueden sonar.</p> <p><b>b)</b> Se producen daños moderados (<b>clase 2</b>) en algunas construcciones del <b>tipo A</b>. Se producen daños ligeros (<b>clase 1</b>) en algunas construcciones del <b>tipo B</b> y en muchas del <b>tipo A</b>.</p> <p><b>c)</b> En ciertos casos pueden abrirse grietas de hasta un centímetro de ancho en suelos húmedos. Pueden producirse deslizamientos en las montañas. Se observan cambios en el caudal de los manantiales y en el nivel de agua de los pozos.</p>
<b>VII.</b>	<b>Daños en edificios</b>	<p><b>a)</b> La mayoría de las personas se aterroriza y corre a la calle. Muchas tienen dificultad para mantenerse en pie. Las vibraciones son sentidas por personas que conducen automóviles. Suenan las campanas grandes.</p> <p><b>b)</b> Muchas construcciones del <b>tipo A</b> sufren daños graves (<b>clase 3</b>) y algunas incluso destrucción (<b>clase 4</b>). Muchas construcciones del <b>tipo B</b> sufren daños moderados (<b>clase 2</b>)</p> <p>Algunas construcciones del <b>tipo C</b> experimentan daños ligeros (<b>clase 1</b>)</p> <p><b>c)</b> En algunos casos, se producen deslizamientos en las carreteras que transcurren sobre laderas con pendientes acusadas, se producen daños en las juntas de las canalizaciones y aparecen fisuras en muros de piedra.</p> <p>Se aprecia oleaje en las lagunas y el agua se enturbia por remoción del fango. Cambia el nivel del agua de los pozos y el caudal de los manantiales. En algunos casos, vuelven a manar manantiales que estaban secos y se secan otros que manaban. En ciertos casos se producen derrames en taludes de arena o de grava.</p>
<b>VIII.</b>	<b>Destrucción de edificios</b>	<p><b>a)</b> Miedo y pánico general, incluso en las personas que conducen automóviles. En algunos casos se desgajan las ramas de los árboles. Los muebles, incluso los pesados, se desplazan o vuelcan. Las lámparas colgadas sufren daños parciales.</p> <p><b>b)</b> Muchas construcciones de <b>tipo A</b> sufren destrucción (<b>clase 4</b>) y algunas colapso (<b>clase 5</b>)</p> <p>Muchas construcciones de <b>tipo B</b> sufren daños graves (<b>clase 3</b>) y algunas destrucción (<b>clase 4</b>).</p> <p>Muchas construcciones de <b>tipo C</b> sufren daños moderados (<b>clase 2</b>) y algunas ligeros (<b>clase 1</b>).</p>

		<p>(<b>clase 2</b>) y algunas graves (<b>clase 3</b>).</p> <p>En ocasiones se produce la rotura de algunas juntas de canalizaciones. Las estatuas y monumentos se mueven y giran. Se derrumban muros de piedra.</p> <p><b>c)</b> Pequeños deslizamientos en las laderas de los barrancos y en las trincheras y terraplenes con pendientes pronunciadas. Grietas en el suelo de varios centímetros de ancho. Se enturbia el agua de los lagos. Aparecen nuevos manantiales. Vuelven a tener agua pozos secos y se secan pozos existentes. En muchos casos cambia el caudal y el nivel de agua de los manantiales y pozos.</p>
<b>IX.</b>	<b>Daño generalizado en los edificios</b>	<p><b>a)</b> Pánico general. Daños considerables en el mobiliario. Los animales corren confusamente y emiten sus sonidos peculiares.</p> <p><b>b)</b> Muchas construcciones de <b>tipo A</b> sufren colapso (<b>clase 5</b>).  Muchas construcciones de <b>tipo B</b> sufren destrucción (<b>clase 4</b>) y algunas colapso (<b>clase 5</b>).  Muchas construcciones del <b>tipo C</b> sufren daños graves (<b>clase 3</b>), y algunas destrucción (<b>clase 4</b>).  Caen monumentos y columnas. Daños considerables en depósitos de líquidos. Se rompen parcialmente las canalizaciones subterráneas. En algunos casos, los carriles del ferrocarril se curvan y las carreteras quedan fuera de servicio.</p> <p><b>c)</b> Se observa con frecuencia que se producen extrusiones de agua, arena y fango en los terrenos saturados. Se abren grietas en el terreno de hasta 10 centímetros de ancho y de más de 10 centímetros en las laderas y en las márgenes de los ríos. Aparecen además, numerosas grietas pequeñas en el suelo.  Desprendimientos de rocas y aludes. Muchos deslizamientos de tierras. Grandes olas en lagos y embalses. Se renuevan pozos secos y se secan otros existentes.</p>
<b>X.</b>	<b>Destrucción generalizada de los edificios</b>	<p><b>b)</b> La mayoría de las construcciones del <b>tipo A</b> sufren colapso (<b>clase 5</b>).  Muchas construcciones del <b>tipo B</b> sufren colapso (<b>clase 5</b>).  Muchas construcciones de <b>tipo C</b> sufren destrucción (<b>clase 4</b>) y algunas colapso (<b>clase 5</b>).  Daños peligrosos en presas; daños serios en puentes. Los carriles de las vías ferreas se desvían y a veces se ondulan. Las canalizaciones subterráneas son retorcidas o rotas. El pavimento de las calles y el asfalto forman grandes ondulaciones.</p> <p><b>c)</b> Grietas en el suelo de algunos decímetros de ancho que pueden llegar a un metro. Se producen anchas grietas paralelamente a los cursos de agua. Deslizamientos de tierras sueltas en las laderas con fuertes pendientes. En los ribazos de los ríos y en laderas escarpadas se producen considerables deslizamientos.  Desplazamientos de arenas y fangos en las zonas litorales. Cambio de nivel de agua en los pozos. El agua de canales y ríos es lanzada fuera de su cauce normal. Se forman nuevos lagos.</p>
<b>XI.</b>	<b>Destrucción</b>	<p><b>b)</b> Daños importantes en construcciones, incluso en las bien realizadas, en puentes, presas y líneas de ferrocarril. Las carreteras importantes quedan fuera de servicio. Las canalizaciones subterráneas quedan destruidas.</p>

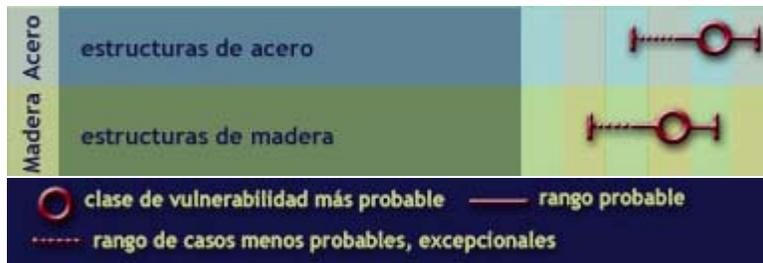
		desplazamientos horizontales como verticales y con anchas grietas. Muchos deslizamientos de terrenos y caídas de rocas. Para determinar la intensidad de las sacudidas sísmicas se precisan investigaciones especiales.
<b>XII.</b>	<b>Cambios en el perfil del terreno</b>	<p>b) Prácticamente se destruyen o quedan gravemente dañadas todas las estructuras, incluso las subterráneas.</p> <p>c) La topografía cambia. Grandes grietas en el terreno con importantes desplazamientos horizontales y verticales. Caída de rocas y hundimientos en los escarpes de los valles, producidas en vastas extensiones. Se cierran valles y se transforman en lagos. Aparecen cascadas y se desvían los ríos.</p>



**Escala de intensidad macrosísmica EMS-98**

**Clasificaciones utilizadas en la ESCALA EUROPEA MACROSÍSMICA**

<b>Tabla de vulnerabilidad</b>						
Diferenciación de estructuras (edificios) en clases de vulnerabilidad						
Tipo de estructura	Clase de vulnerabilidad					
	A	B	C	D	E	F
<b>Fábrica</b>	piedra suelta o canto rodado		○			
	adobe (ladrillos de tierra)		○—			
	mampostería		○—			
	sillería		○— —			
	sin armar, de ladrillos o bloques		○— — —			
	sin armar, con forjados de HA		○— — — —			
	armada o confinada		○— — — — —			
<b>Hormigón Armado (HA)</b>	estructura sin diseño sismorresistente (DSR)		○— — — — — —			
	estructura con nivel medio de DSR		○— — — — — — —			
	estructura con nivel alto de DSR		○— — — — — — — —			
	muros sin DSR		○— — — — —			
	muros con nivel medio de DSR		○— — — — — —			
	muros con nivel alto de DSR		○— — — — — — — —			



Los tipos de estructuras de fábrica han de leerse, por ejemplo, fábrica de mampostería, mientras que los tipos de estructuras de hormigón armado (HA) han de leerse, por ejemplo, pórticos de HA o muros de HA.

<b>Clasificación de daños</b>	
<b>Clasificación de daños en edificios de fábrica</b>	
<p><b>Grado 1: Daños de despreciables a ligeros</b>            (ningún daño estructural, daños no-estructurales ligeros)</p> <p>Fisuras en muy pocos muros.            Caída sólo de pequeños trozos de revestimiento.            Caída de piedras sueltas de las partes altas de los edificios en muy pocos casos.</p>	
<p><b>Grado 2: Daños moderados</b>  <i>(daños estructurales ligeros, daños no-estructurales moderados)</i></p> <p>Grietas en muchos muros.            Caída de trozos bastante grandes de revestimiento.            Colapso parcial de chimeneas.</p>	
<p><b>Grado 3: Daños de importantes a graves</b>  <i>(daños estructurales moderados, daños no-estructurales graves)</i></p> <p>Grietas grandes y generalizadas en la mayoría de los muros.            Se sueltan tejas del tejado.            Rotura de chimeneas por la línea del tejado.            Se dañan elementos individuales no-estructurales (tabiques, hastiales y tejados).</p>	

**Grado 4: Daños muy graves**  
*(daños estructurales graves, daños no-estructurales muy graves)*

Se dañan seriamente los muros.  
Se dañan parcialmente los tejados y forjados.



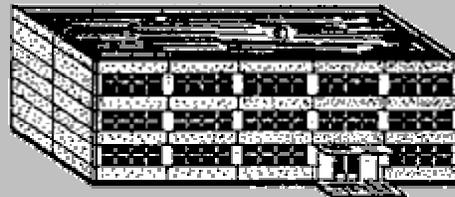
**Grado 5: Destrucción**  
*(daños estructurales muy graves)*  
Colapso total o casi total.



### Clasificación de daños en edificios de hormigón armado

**Grado 1: Daños de despreciables a ligeros**  
*(ningún daño estructural, daños no-estructurales ligeros)*

Fisuras en el revestimiento de pórticos o en la base de los muros.  
Fisuras en tabiques y particiones.



**Grado 2: Daños moderados**  
*(daños estructurales ligeros, daños no-estructurales moderados)*

Grietas en vigas y pilares de pórticos y en muros estructurales.  
Grietas en tabiques y particiones; caída de enlucidos y revestimientos frágiles. Caída de mortero de las juntas de paneles prefabricados.



**Grado 3: Daños de importantes a graves**  
*(daños estructurales moderados, daños no-estructurales graves)*

Grietas en pilares y en juntas viga/pilar en la base de los pórticos y en las juntas de los muros acoplados. Desprendimiento de revocos de hormigón, pandeo de la armadura de refuerzo.

Grandes grietas en tabiques y particiones; se dañan paneles de



particiones aislados.	
<p><b>Grado 4: Daños muy graves</b>  <i>(daños estructurales graves, daños no-estructurales muy graves)</i></p> <p>Grandes grietas en elementos estructurales con daños en el hormigón por compresión y rotura de armaduras; fallos en la trabazón de la armadura de las vigas; ladeo de pilares.          Colapso de algunos pilares o de una planta alta.</p>	
<p><b>Grado 5: Destrucción</b>  <i>(daños estructurales muy graves)</i></p> <p>Colapso de la planta baja o de partes (por ejemplo alas) del edificio.</p>	
<p><i>Nota: el modo en que un edificio se deforma bajo la carga de un terremoto depende del tipo de edificio. En una clasificación genérica se pueden distinguir los tipos de edificios de fábrica y los de hormigón armado.</i></p>	

### Definiciones de cantidad



### Definiciones de los grados de intensidad

**Organización de la escala:**

- a) Efectos en las personas
- b) Efectos en los objetos y en la naturaleza (los efectos y fallos en el terreno se tratan especialmente en otra sección)
- c) Daños en edificios

## Observación preliminar:

Cada grado de intensidad puede incluir también los efectos de la sacudida de los grados de intensidad menores, aunque dichos efectos no se mencionen explícitamente.

I	No sentido	<p><b>a)</b> No sentido, ni en las condiciones más favorables.</p> <p><b>b)</b> Ningún efecto.</p> <p><b>c)</b> Ningún daño.</p>
II	Apenas sentido	<p><b>a)</b> El temblor es sentido sólo en casos aislados (&lt;1%) de individuos en reposo y en posiciones especialmente receptivas dentro de edificios.</p> <p><b>b)</b> Ningún efecto.</p> <p><b>c)</b> Ningún daño.</p>
III	Débil	<p><b>a)</b> El terremoto es sentido por algunos dentro de edificios. Las personas en reposo sienten un balanceo o ligero temblor.</p> <p><b>b)</b> Los objetos colgados oscilan levemente.</p> <p><b>c)</b> Ningún daño.</p>
IV	Ampliamente observado	<p><b>a)</b> El terremoto es sentido dentro de los edificios por muchos y sólo por muy pocos en el exterior. Se despiertan algunas personas. El nivel de vibración no asusta. La vibración es moderada. Los observadores sienten un leve temblor o cimbreo del edificio, la habitación o de la cama, la silla, etc.</p> <p><b>b)</b> Golpeteo de vajillas, cristalerías, ventanas y puertas. Los objetos colgados oscilan. En algunos casos los muebles ligeros tiemblan visiblemente. En algunos casos chasquidos de la carpintería.</p> <p><b>c)</b> Ningún daño.</p>
V	Fuerte	<p><b>a)</b> El terremoto es sentido dentro de los edificios por la mayoría y por algunos en el exterior. Algunas personas se asustan y corren al exterior. Se despiertan muchas de las personas que duermen. Los observadores sienten una fuerte sacudida o bamboleo de todo el edificio, la habitación o el mobiliario.</p> <p><b>b)</b> Los objetos colgados oscilan considerablemente. Las vajillas y cristalerías chocan entre sí. Los objetos pequeños, inestables y/o mal apoyados pueden desplazarse o caer. Las puertas y ventanas se abren o cierran de pronto. En algunos casos se rompen los cristales de las ventanas. Los líquidos oscilan y pueden derramarse de recipientes totalmente llenos. Los animales dentro de edificios se pueden inquietar.</p> <p><b>c)</b> Daños de grado 1 en algunos edificios de clases de vulnerabilidad A y B.</p>

VI	Levemente dañino	<p><b>a)</b> Sentido por la mayoría dentro de los edificios y por muchos en el exterior. Algunas personas pierden el equilibrio. Muchos se asustan y corren al exterior.</p> <p><b>b)</b> Pueden caerse pequeños objetos de estabilidad ordinaria y los muebles se pueden desplazar. En algunos casos se pueden romper platos y vasos. Se pueden asustar los animales domésticos (incluso en el exterior).</p> <p><b>c)</b> Se presentan daños de grado 1 en muchos edificios de clases de vulnerabilidad A y B; algunos de clases A y B sufren daños de grado 2; algunos de clase C sufren daños de grado 1.</p>
VII	Dañino	<p><b>a)</b> La mayoría de las personas se asusta e intenta correr fuera de los edificios. Para muchos es difícil mantenerse de pie, especialmente en plantas superiores.</p> <p><b>b)</b> Se desplazan los muebles y pueden volcarse los que sean inestables. Caída de gran número de objetos de las estanterías. Salpica el agua de los recipientes, depósitos y estanques.</p> <p><b>c)</b> Muchos edificios de clase de vulnerabilidad A sufren daños de grado 3; algunos de grado 4. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad B sufren daños de grado 2 ; algunos de grado 3. Algunos edificios de clase de vulnerabilidad C presentan daños de grado 2. Algunos edificios de clase de vulnerabilidad D presentan daños de grado 1.</p>
VIII	Gravemente dañino	<p><b>a)</b> Para muchas personas es difícil mantenerse de pie, incluso fuera de los edificios.</p> <p><b>b)</b> Se pueden volcar los muebles. Caen al suelo objetos como televisiones, máquinas de escribir, etc. Ocasionalmente las lápidas se pueden desplazar, girar o volcar. En suelo muy blando se pueden ver ondulaciones.</p> <p><b>c)</b> Muchos edificios de clase de vulnerabilidad A sufren daños de grado 4; algunos de grado 5. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad B sufren daños de grado 3; algunos de grado 4. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad C sufren daños de grado 2; algunos de grado 3. Algunos edificios de clase de vulnerabilidad D presentan daños de grado 2.</p>
IX	Destructor	<p><b>a)</b> Pánico general. Las personas pueden ser lanzadas bruscamente al suelo.</p> <p><b>b)</b> Muchos monumentos y columnas se caen o giran. En suelo blando se ven ondulaciones.</p> <p><b>c)</b> Muchos edificios de clase de vulnerabilidad A presentan daños de grado 5. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad B sufren daños de grado 4; algunos de grado 5. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad C sufren daños de grado 3; algunos de grado 4.</p>

		daños de grado 2; algunos de grado 3. Algunos edificios de clase de vulnerabilidad E presentan daños de grado 2.
X	<b>Muy destructor</b>	<b>c)</b> La mayoría de los edificios de clase de vulnerabilidad A presentan daños de grado 5. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad B sufren daños de grado 5. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad C sufren daños de grado 4; algunos de grado 5. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad D sufren daños de grado 3; algunos de grado 4. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad E sufren daños de grado 2; algunos de grado 3. Algunos edificios de clase de vulnerabilidad F presentan daños de grado 2.
XI	<b>Devastador</b>	<b>c)</b> La mayoría de los edificios de clase B de vulnerabilidad presentan daños de grado 5. La mayoría de los edificios de clase de vulnerabilidad C sufren daños de grado 4; muchos de grado 5. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad D sufren daños de grado 4; algunos de grado 5. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad E sufren daños de grado 3; algunos de grado 4. Muchos edificios de clase de vulnerabilidad F sufren daños de grado 2; algunos de grado 3.
XII	<b>Completamente devastador</b>	<b>c)</b> Se destruyen todos los edificios de clases de vulnerabilidad A, B y prácticamente todos los de clase C. Se destruyen la mayoría de los edificios de clase de vulnerabilidad D, E y F. Los efectos del terremoto alcanzan los efectos máximos concebibles



### Escala Mercalli modificada

Grado del sismo	Descripción del daño causado
I.	<b>IMPERCEPTIBLE.</b> Esta sacudida llamada también microseísmo, únicamente se puede detectar y registrar con instrumentos en la zona en que se produce.
II.	<b>MUY LEVE.</b> Notado por personas en absoluto estado de reposo estando en alerta. Pequeñas oscilaciones de lámparas colgantes y candelabros.
III.	<b>LEVE.</b> Notado por personas en estado de alerta. Pequeñas oscilaciones de lámparas colgantes y candelabros.

	nerviosismo, ya que las vibraciones producidas son equivalentes a las producidas por un motocarro al circular por la calle. Oscilación moderada de lámparas y candelabros.
<b>IV.</b>	<b>MODERADO.</b> Movimiento notado por gran parte de la población produciendo alarma entre algunas personas, ya que las vibraciones son equiparables a las producidas por un camión de gran tonelaje al transitar por una calle. Trepidación en vajillas, crujido de vigas de madera, crujido de puertas. Oscilación fuerte de objetos colgantes.
<b>V.</b>	<b>ALGO FUERTE.</b> Movimiento fuerte que despierta a las personas dormidas. Algunas personas se asustan y salen a la calle. Crujidos fuertes en puertas y vigas de estructura de madera. Los cuadros colgados de la pared se mueven o se caen. Algunas campanas llegan a repicar. Caen al suelo objetos mal colocados sobre muebles o estantes.
<b>VI.</b>	<b>FUERTE.</b> Movimiento muy fuerte que provoca el susto en la mayoría de la población, provocando la salida a la calle. Desplazamiento de sillas y mesas, crujidos muy fuertes en puertas y construcciones de madera con caída de tejas y cornisas de los tejados y fachadas, y daños en construcciones de madera; incluyendo ruptura de cristales grandes. Repicar de la mayoría de las campanas.
<b>VII.</b>	<b>MUY FUERTE.</b> Movimiento extremadamente fuerte capaz de hacer oscilar camas y muebles, caída de cuadros y objetos colgados, llegando a provocar el derrumbe de construcciones de madera o mal cimentadas; daños en construcciones de ladrillo o cemento. Caída de tejas de techados, caída de algunas campanas. Ruptura de cristales de edificios y ventanas. Susto generalizado entre los habitantes y pánico en algunas personas. Dificultad para conducir un vehículo en movimiento.
<b>VIII.</b>	<b>DESTRUCTIVO.</b> Sacudidas ruinosas. Destrucción total de construcciones mal cimentadas. Caída de postes de tendidos eléctricos y ruptura de líneas telefónicas. Desprendimiento de marquesinas y anuncios sobre fachadas de edificios. Pánico general entre la población. Se producen víctimas debido a derrumbes o caídas de objetos y cristales de los edificios.
<b>IX.</b>	<b>FUERTEMENTE DESTRUCTIVO.</b> Sacudidas desastrosas. Derrumbe de algunos edificios mal contruidos, y daños generalizados en todas las construcciones quedando gran parte inutilizable (50% de los edificios). Caída de postes de tendidos eléctricos y de teléfonos, caída de farolas de alumbrado, vallas y árboles. Pánico general y terror entre bastantes habitantes. Gran número de víctimas debido a derrumbes y caídas de objetos y desprendimientos en edificios y construcciones. Los vehículos estacionados se mueven solos y es imposible conducir un vehículo en movimiento. Fracturas en el pavimento de calles y carreteras, caída de algunos puentes.
<b>X.</b>	<b>RUINOSO.</b> Sacudidas muy desastrosas. Destrucción general con derrumbes de edificios bien contruidos (75% de los edificios). Grietas en la tierra. Destrucción de pavimentos con aparición de ondulaciones y grietas, desmoronamientos y derrumbes en las laderas de cerros o montañas, caída de puentes sobre ríos. Fracturas de muros de contención de presas. Las vías de ferrocarril se pueden salir de sus alojamientos. Se pueden romper conducciones de gas y de agua. Terror generalizado entre la población, prácticamente toda la población es víctima de heridas y gran parte pierde la vida.
<b>XI.</b>	<b>CATASTROFICO.</b> Destrucción total de construcciones, modificación de lechos de niveles del terreno, grandes desprendimientos en laderas de montañas o cerros y

	los coches y los camiones son lanzados de la carretera y los trenes descarrilan. Quedan pocos sobrevivientes.
<b>XII.</b>	<b>TOTALMENTE CATASTROFICO.</b> Es una sacudida que destruye todo cuanto existe en la superficie. Con esta intensidad, se producen tremendas transformaciones topográficas, ya que se desplazan capas enteras de terreno, provocando grietas enormes que se pueden volver a cerrar de inmediato. Los ríos pueden salirse de sus cauces y desaparecer incluso los lagos pequeños. Las montañas pueden derrumbarse parcialmente y modificar su fisonomía.

## Escala Rossi-Forel 1883

La escala de Rossi-Forel es una de las primeras escalas de intensidad diseñadas para describir los efectos de un terremoto, en un lugar dado, sobre características naturales, sobre instalaciones industriales y sobre seres humanos. Hoy esta escala de intensidad está en desuso y ha sido substituida por otras.

<b>I</b>	Micro-sismo	Registrado por un sismógrafo o sismógrafos del mismo tipo, pero no por varios sismógrafos de diferentes tipos. El sismo es sentido por un observador experimentado
<b>II</b>	Sismo extremadamente débil	Registrado por sismógrafos de diferentes tipos. Sentido por un grupo pequeño de personas en reposo
<b>III</b>	Muy débil	Sentido por varias personas en reposo. Suficientemente fuerte para apreciar su duración y dirección
<b>IV</b>	Débil	Sentido por varias personas en movimiento. Perturbación de objetos que pueden moverse, como puertas, ventanas, grietas en plafones. Ruidos en los pisos, muros y losa.
<b>V</b>	Intensidad moderada	Sentido generalmente por todos. Perturbación de muebles, camas. Sonar de campanas y objetos sueltos
<b>VI</b>	Medio fuerte	Despertar general de los que duermen. Sonar de campanas de las iglesias. Oscilación de candelabros. Se paran los relojes de péndulo. Perturbación visible de arboles y arbustos. Algunas personas asustadas dejan sus moradas
<b>VII</b>	Fuerte	Desplazamiento de objetos movibles. Caída de recubrimientos. Sonar de las campanas de las iglesias. Pánico general sin daños serios a los edificios
<b>VIII</b>	Muy Fuerte	Caída de chimeneas. Grietas en los muros de los edificios
<b>IX</b>	Extremadamente fuerte	Destrucción parcial o total de algunos edificios

<b>X</b>	Intensidad extrema	Gran desastre. Ruinas. Perturbación de los estratos del subsuelo. Grietas en la corteza terrestre. Deslizamiento de rocas de las montañas. Deslizamiento de puentes
----------	--------------------	---

A continuación se presenta una tabla de comparación entre las distintas escalas sísmicas, utilizadas por los diferentes países, para valorar las intensidades de los terremotos.

<b>Escala sísmica EMS-98</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Escala sísmica MSK 1964</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Escala del Instituto de geofísica de la Academia de Ciencias de la URSS 1952</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Escala de Mercalli modificada (MM) 193</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Escala Japonesa 1950</b>	0	1	2	2-3	3	4	4-5	5	5-6	6	7	7
<b>Escala Rossi-Forel 1873</b>	1	2	3	4	5-6	7	8	9	10	10	10	10
<b>Escala Rossi-Forel 1873</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Aunque las escalas de magnitud e intensidad evalúan aspectos diferentes de un terremoto y son escalas independientes, para terremotos superficiales (aquellos que se producen hasta una profundidad de unos 50 a 60 km) existe una relación empírica entre magnitud e intensidad.

<b>Magnitud Esc. Richter</b>	<b>Intensidad Esc. Mercalli M.</b>	<b>Equivalencia en cantidad de trilita</b>
2	I - II	625 Kilogramos
3	III - IV	20 Toneladas
4	V	625 Toneladas
5	VI - VII	20.000 Toneladas
6	VII - VIII	625.000 Toneladas
7	IX - X	20.000.000 Toneladas
8	XI - XII	625 Megatoneladas



Magnitud	Intensidad	Energía (TNT)	Efectos
<= 3	I-II	Menos de 181 Kg.	Apenas perceptible
> 3 - 4	II - III	Hasta 6 Tm.	Se siente una vibración como la del paso de un camión cercano
> 4 - 5	IV - V	Hasta 200 Tm.	Pequeños objetos se vuelcan. Gente durmiendo se despierta.
> 5 - 6	VI - VII	Hasta 6.270 Tm.	Dificultad para mantenerse en pie. Daños en construcciones.
> 6 - 7	VII - VIII	Hasta 100.000 Tm.	Pánico general. Destrucción de algunos edificios.
> 7 - 8	IX - XI	Hasta 6.270.000 Tm.	Destrucción masiva. Grandes deslizamientos.
> 8 - 9	XI - XII	Hasta 200.000.000 Tm.	Destrucción total. Cambios en el perfil del terreno

Escalas de clasificación de terremotos comparadas en función de la energía liberada y los daños observados (modificado de Petak y Atkinson, 1982)



## Maremotos o tsunamis

Un maremoto o tsunamis es una ola o una serie de olas gigantes producidas por una gran perturbación en el fondo del océano. (El término japonés "tsunami" también se usa para designar este fenómeno, aunque su traducción literal significa "grandes olas en los puertos").

Los maremotos se producen cuando un movimiento brusco en el fondo del océano o el lecho del mar desplaza una gran masa de agua, generalmente como resultado de un terremoto submarino, pero, ocasionalmente, como resultado del colapso de un cráter de un volcán cerca o bajo el nivel del mar, o un deslizamiento de las laderas de un volcán. El movimiento del agua se propaga en

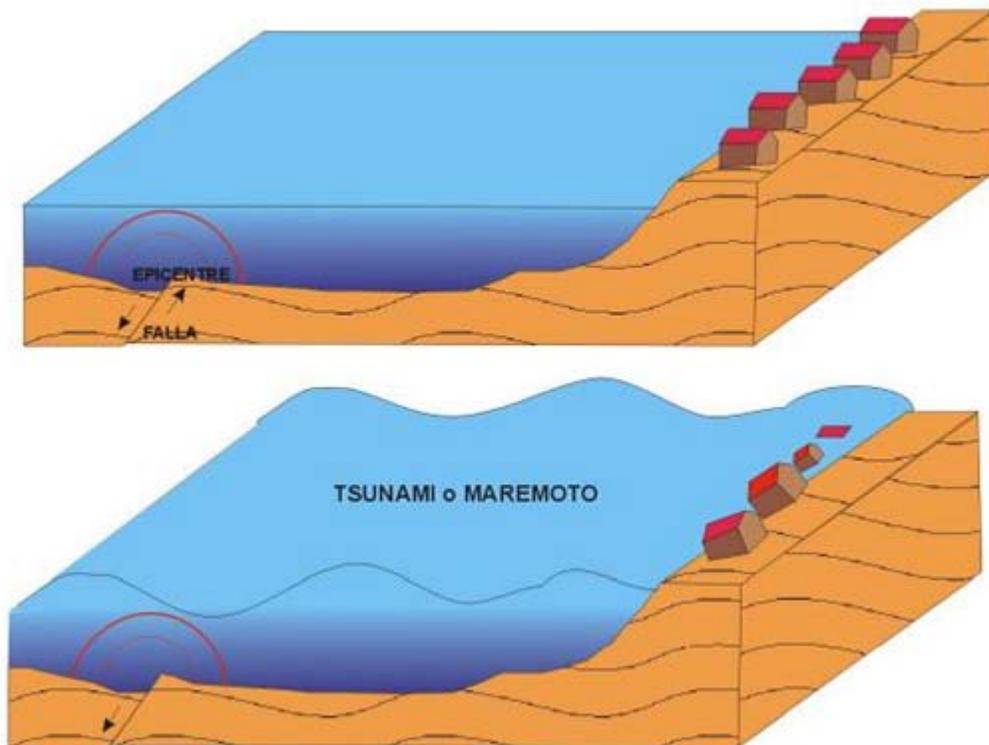
todas direcciones en forma de una onda que se desplaza con una velocidad proporcional a la raíz cuadrada de la profundidad del agua; en mar profundo puede alcanzar centenares km/hora. En mar abierto el movimiento es imperceptible, la altura de la ola raramente supera 1 m., pero una vez que la onda alcanza aguas poco profundas cercanas a la costa su velocidad disminuye y forma un frente que puede tener hasta 30 m. de altura. Los maremotos consisten, algunas veces, en solo una ola, pero, más a menudo, en varias olas (hasta 10) que llegan a intervalos de 20 a 30 minutos.

Para que se produzca un tsunami deben cumplirse tres condiciones básicas:

Que el sismo sea de grado 7 o superior en la escala de Richter
Que la distancia entre el foco del sismo (hipocentro) y su proyección en la superficie terrestre (epicentro) sea inferior a 60 km
Que el epicentro esté situado en el mar.

Naturalmente existen otros mecanismos generadores de tsunamis, entre los que cabría mencionar las erupciones volcánicas submarinas, los grandes deslizamientos de tierra en el lecho del océano y otros fenómenos de esta naturaleza.

Como el Tsunami se genera en el área donde se ha producido el levantamiento o hundimiento, sector que generalmente tiene una forma alargada, las primeras ondas del Tsunami tienen la forma de elipse, cuyo tamaño está estrechamente relacionado con la magnitud del sismo, así por ejemplo el tamaño de la elipse será del orden de 295 km en la parte más larga y 50 km en el sector más ancho para un sismo de grado 8, en tanto que para un grado 7 estos valores serían de solo 50 y 13 km respectivamente.

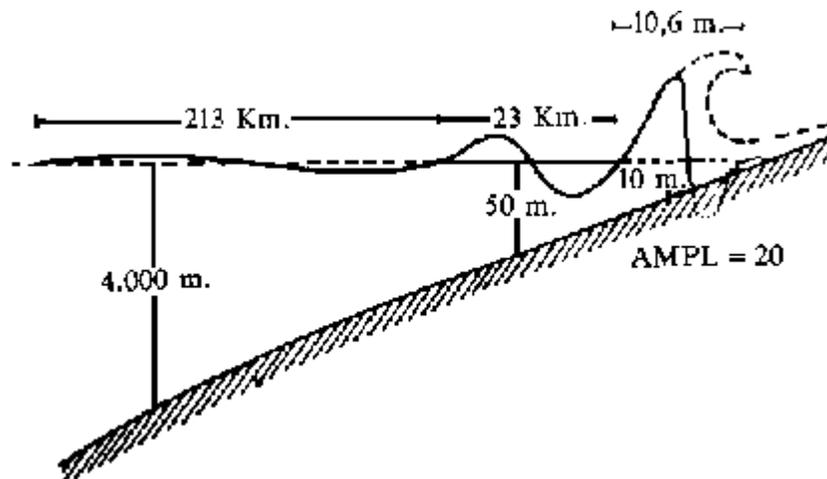


La altura inicial de una onda de Tsunami es muy pequeña y en alta mar en grandes profundidades pasa absolutamente desapercibida, de hecho, para un sismo de grado 8 podemos asociar una altura inicial de unos 80 cm., sin embargo la longitud de onda, es decir el espacio entre cada cresta de ola es del orden de cientos de kilómetros. Asumiendo un período o intervalo de tiempo entre cresta y cresta de 20 minutos, lo que es un valor bastante característico para un Tsunami, y de acuerdo a la ecuación de velocidad de estas ondas que es igual a la raíz cuadrada de "gd", siendo "g" la aceleración de gravedad y "d" la profundidad en la cual se mueve el Tsunami, se tiene una longitud de onda de 213 km para un Tsunami que se mueva en un océano de una profundidad de 4.000 m.

Consecuentemente con lo anterior, aún para una altura de Tsunami en alta mar de sólo 80 cm, debido a la gran longitud de onda, la cantidad de agua que es desplazada verticalmente al paso de la onda es enorme; de hecho, asumiendo que la onda del Tsunami tiene la forma de una curva completamente sinusoidal, por cada longitud de onda se desplaza verticalmente de su posición de equilibrio una cantidad de agua de 120.000.000 m<sup>3</sup> por cada kilómetro de frente del Tsunami (esta cantidad de agua equivale a cubo de 500 m de arista), lo que significa que cada onda de Tsunami de 80 cm de altura en alta mar posee una energía potencial de 480.000.000.000 joules por cada kilómetro de cresta; sin contar con la cantidad similar de energía cinética propia de la alta velocidad.

Cuando el Tsunami llega a la costa, de acuerdo a la estrecha dependencia entre la profundidad y la velocidad, esta disminuye; de hecho, como puede observarse en el cuadro, la velocidad en 10 m. de profundidad es casi 20 veces menor que en 4.000 m., y como la energía es la misma, esta se encuentra concentrada en una distancia menor produciendo un aumento proporcional de la amplitud.

De esta forma, una ola de solo 50 cm. en el océano abierto puede llegar a 20 o más metros de altura en la costa.



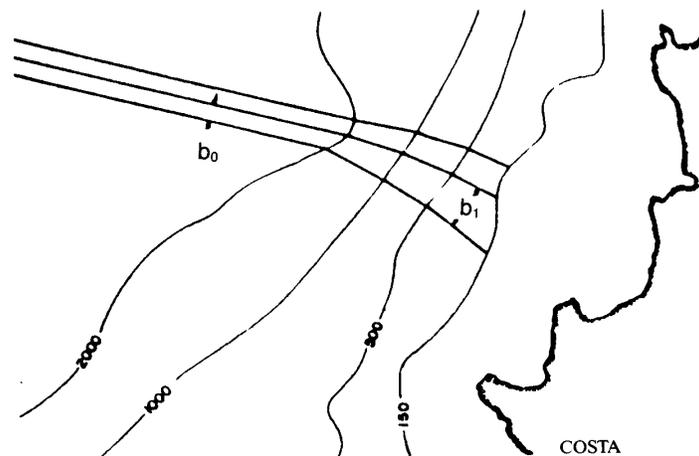
Profundidad en metros	C km/h	Amplitud (km)
7.000	942.9	282
4.000	712.7	213
2.000	504.2	151
200	159.0	47.7

50	79.0	23.0
10	35.6	10.6

Históricamente, el mayor Tsunami del que se tiene noticia cierta, es el provocado por la erupción del volcán Krakatoa. En este caso la altura informada fue de 42 m. (En comparación, una ola de 42 m. tiene la altura aproximada de un edificio de 14 plantas).

Aun cuando lo anterior se cumple en una costa recta, de isobaras o líneas de igual profundidad perfectamente paralelas a la costa, a la cual el Tsunami llega en forma perpendicular, en la práctica no sucede exactamente así. En la realidad la altura de Tsunami se ve magnificada o disminuida por un fenómeno conocido como refracción.

Como se ha visto, la velocidad de fase o de propagación de un Tsunami es una función directa de la profundidad, es decir, depende estrechamente de la profundidad en la cual se está propagando. Si consideramos esto, y nos imaginamos un Tsunami en fondo real, como se muestra en la figura, por ejemplo, podremos darnos cuenta que una parte del Tsunami se mueve con mayor velocidad que el sector contiguo. Lo que dará origen a un cambio de dirección. En dicha figura se presentan dos rayos o rutas que siguen dos puntos arbitrarios del Tsunami en su propagación. De acuerdo a la Ley de refracción también conocida como Ley de Snell, es posible predecir la trayectoria de cada uno de los rayos del Tsunami.



En el caso presentado vemos que inicialmente los rayos estaban separados por una distancia que se ha denominado "b0". Y al término de la propagación la distancia entre ambos rayos "b1", siendo mayor que "b0".

Si consideramos que la energía total no fluye a través de los rayos sino que lo hace a lo largo de estos, podemos considerar los rayos como los bordes de un canal ficticio donde se propaga el Tsunami, y naturalmente un estrechamiento de este canal producirá un incremento en la densidad de energía y consecuentemente un incremento en la altura del Tsunami. De la misma forma "b1" es mayor que "b0" el fenómeno será el inverso y existirá una disminución en la amplitud del Tsunami, ya que la energía tenderá a dispersarse en un área más grande.

En términos generales, en las bahías se tiende a producir una disminución de la altura, en tanto que en las penínsulas tiende a producirse una marcada amplificación.



## Escalas de intensidad de maremotos o tsunamis

Para expresar la magnitud de un maremoto o tsunami diversos autores han creado escalas de grados de intensidad. Inamura en el año 1949 propone una escala en función de la altura de la ola y los daños que estas producen en las áreas costeras. De este modo, el grado de un maremoto **m** o magnitud es clasificado de acuerdo a lo estipulado en el siguiente cuadro.

Escala de Grados de Tsunamis según Inamura		
Grado de tsunami m	Altura de ola H (metros)	Descripción de los daños
0	1 - 2	No produce daños.
1	2 - 5	Casas inundadas y botes destruidos son arrastrados.
2	5 - 10	Personas, barcos y casas son barridos.
3	10 - 20	Daños extendidos a lo largo de 400 km de la costa
4	> 30	Daños extendidos sobre más de 500 km a lo largo de la línea costera

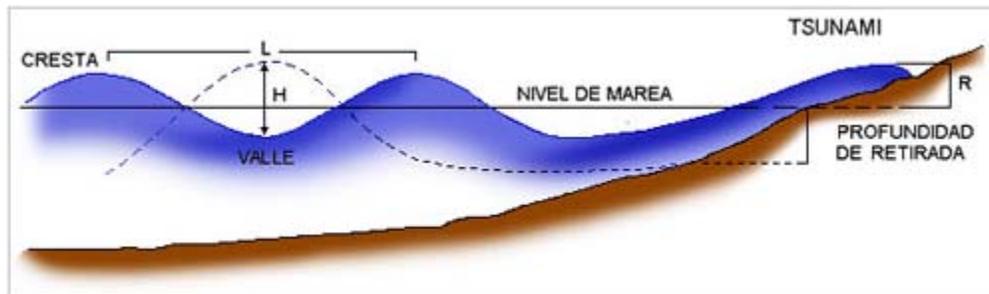
Por su parte, Iida en el año 1963, propone una escala de grados de maremotos o tsunami, relacionando la máxima altura de subida que alcanza en tierra la ola (runup = R), medida sobre el nivel medio del mar; y la energía de los maremotos correspondiente a diferentes grados de intensidad.

Escala de grados de tsunami según Iida		
Grado de tsunami m	Energía (Erg.)	Máxima altura de inundación R (metros)
5.0	$25.6 \times 10^{23}$	> 32
4.5	$12.8 \times 10^{23}$	24 - 32
4.0	$6.4 \times 10^{23}$	16 - 24
3.5	$3.2 \times 10^{23}$	12 - 16
3.0	$1.6 \times 10^{23}$	8 - 12
2.5	$0.8 \times 10^{23}$	6 - 8
2.0	$0.4 \times 10^{23}$	4 - 6
1.5	$0.2 \times 10^{23}$	3 - 4
1.0	$0.1 \times 10^{23}$	2 - 3
0.5	$0.05 \times 10^{23}$	1.5 - 2
0.0	$0.025 \times 10^{23}$	1 - 1.5
-0.5	$0.0125 \times 10^{23}$	0.75 - 1
-1.0	$0.006 \times 10^{23}$	0.50 - 0.75
-1.5	$0.003 \times 10^{23}$	0.30 - 0.50
-2.0	$0.0015 \times 10^{23}$	< 0.30

Con posterioridad, Wiegel en el año 1970, combina las escalas propuestas por Inamura y Iida. Como se observa en el siguiente cuadro, adiciona a la escala de Inamura la cota máxima de inundación R, definida por Iida. Como la escala de Iida se extiende desde  $m = -2$  hasta  $m = 5$  y además contiene medios grados, la adaptación de la variable R a la escala de Inamura se presenta con intervalos discontinuos.

Escala de grados de tsunami según Inamura y Iida, transcrita por Wiegel			
Grado tsunami m	Altura de la ola H (metros)	Cota máxima de inundación R (metros)	Descripción de los daños
0	1 - 2	1 - 1.5	No produce daños.
1	2 - 5	2 - 3	Casas inundadas y botes destruidos son arrastrados.
2	5 - 10	4 - 6	Personas, barcos y casas son barridos.
3	10 - 20	8 - 12	Daños extendidos a lo largo de 400 km de la costa.
4	> 30	16 - 24	Daños extendidos sobre más de 500 km a lo largo de la línea costera.

La altura de la ola H corresponde a la diferencia de nivel entre cresta y valle. Por otra parte, la cota máxima de inundación R, corresponde al lugar de la costa donde los efectos del tsunami son máximos.



Con la escala de grados de tsunami descrita, se puede identificar y diferenciar la magnitud de un evento. De este modo, al señalar que la costa de una determinada región ha sido afectada por 10 tsunamis en 400 años, se puede precisar que de los diez tsunamis acontecidos sólo uno fue de magnitud dos ( $m = 2$ ) y nueve fueron de magnitud cero ( $m = 0$ ). Además, esta escala permite calificar los tsunamis basándose en documentos y descripciones históricas que hacen referencia a la magnitud de los daños y a la cota máxima de inundación.

Otra de las escalas de intensidades es la elaborado por Ambraseys.

Escala de Ambraseys-1962	
I - Muy ligero	Ola tan debil que solo es perceptible por mareógrafos.
II - Ligero	Ola advertida por personas que viven cerca de la playa y estan familiarizadas con el mar. En general observado en playas muy planas.

<b>III - Bastante fuerte</b>	Advertido por todos. Inundación de costas con pendiente suave. Pequeños veleros arrastrados a la playa. Pequeños daños en estructuras ligeras situadas cerca de la costa. En los estuarios inversión de la corriente de los rios cierta distancia aguas arriba.
<b>IV - Fuerte</b>	Inundación de la playa hasta cierta altura. Ligera erosión de terrenos de relleno. Daños en malecones y diques. Daños en estructuras ligeras próximas a la playa. Pequeños daños en estructuras solidas de la costa. Grandes veleros y pequeños barcos arrastrados tierra o mar adentro. Detritos flotantes en las costas.
<b>V - Muy fuerte</b>	Inundación general de las playas hasta cierta altura. Daños en muelles y estructuras sólidas próximas a la playa. Destrucción de estructuras ligeras. Gran erosión de tierras cultivadas y objetos flotantes y animales marinos esparcidos por la costa. Exceptuando los barcos grandes, todos los demas tipos de embarcaciones son arrastrados tierra o mar adentro. Gran oleaje en los estuarios de los rios. Daños en las construcciones portuarias. Personas ahogadas. Ola acompañada de un fuerte ruido.
<b>VI - Desastroso</b>	Destrucción completa o parcial de construcciones hasta una cierta distancia de la playa. Inundación de las costas hasta gran altura. Fuertes daños en barcos grandes. Arboles arrancados o rotos. Muchas víctimas.

## Efectos sobre la vida y los bienes

Fácilmente se puede imaginar que una pared turbulenta de agua de hasta 30 m de alto, que avanza hacia la costa a una velocidad de 100 km/hora o más, tiene efectos desbastadores que son agravados con el refluo de la misma. Solo los edificios y estructuras más fuertes quedan en pie, y las probabilidades de supervivencia para cualquier ser viviente que se encuentre a la intemperie durante un maremoto son realmente muy pocas.

Los daños producidos por un tsunami pueden agruparse en:

**a) Daños producidos por el momento del flujo.** Los daños producidos por efecto del torque o momento, se originan cuando la masa de agua del frente del maremoto seguida por una fuerte corriente, impacta en el espacio construido y su entorno, caracterizado por obras de variadas dimensiones, arboles y otros objetos. En el impacto el maremoto demuestra su tremenda fuerza destructiva, la cual, se refuerza por la colisión de los objetos arrastrados por la corriente.

Cuando la masa de agua fluye de retorno al mar, los escombros arrastrados fortalecen la fuerza del empuje del flujo que irrumpe, causando de este modo un efecto destructivo de las estructuras debilitadas por la primera embestida. En algunas ocasiones la magnitud del momento del flujo es tan alta, que es capaz de arrastrar tierra adentro a barcos de elevado tonelaje. Se debe señalar que los daños originados por esta causa son más severos en las bahías en forma de V, cuando son azotadas por tsunamis de períodos cortos.

**b) Daños producidos por la inundación.** Si el flujo no es de gran magnitud, la inundación hace que flote todo tipo de materiales que no estén fuertemente sujetos a su base en el terreno, como ocurre con casas de madera que no tienen sólidos cimientos. En el caso de una gran extensión de terreno llano, la masa de agua puede encontrar una vía hacia el interior y, por diferencias de pendiente, el flujo de agua es acelerado en esa vía originando el barrido de los elementos que se presenten a su paso, como construcciones, estructuras, etc.

En estas inundaciones, normalmente personas y animales perecen ahogados; barcos y otras embarcaciones menores atracados en puertos y muelles, pueden ser arrastrados a tierra y depositados posteriormente en áreas distantes a su localización inicial una vez que el flujo ha retrocedido.

**c) Daños producidos por socavamiento.** Los daños originados por socavamiento han sido observados a menudo en las infraestructuras portuarias. Cerca de la costa la corriente del maremoto, remueve el fango y arena del fondo del mar, socavando a veces los cimientos de las estructuras de muelles y puertos. Si esto ocurre, dichas estructuras caen hacia el mar; como ha ocurrido con algunos muelles sobre pilotes. El colapso de las estructuras puede producirse también cuando el refluo socava los cimientos. La inundación que produce el tsunami puede socavar también las cimentaciones de líneas ferreas o carreteras, originando bloqueos de tráfico y una prolongada demora en el rescate y trabajos de reconstrucción.

## 5. RELACIÓN ENTRE DIFERENTES PARÁMETROS SÍSMICOS

### ***RELACIÓN ENTRE DIFERENTES TIPOS DE MAGNITUD***

La primera relación empírica entre las escalas de magnitud  $M_s$  y  $m_b$  fue dada por Richter en 1958, esta relación no tuvo una cantidad significativa de pares de datos para correlacionar, sin embargo sigue siendo usada.

$$(ec. 35) \quad m_b = 0.63 M_s + 2.5$$

La relación existente entre las magnitudes calculadas a partir de ondas internas y superficiales obtenida de forma empírica por Wyss y Habermann (1982) tomando como base 6925 pares de datos reportados por NGSDC (National Geophysical and Solar-Terrestrial Data Center) entre 1968 a 1980 es:

$$(ec. 36) \quad m_b = 0.56 M_s + 2.43$$

Por lo que se dice que la anterior ecuación se puede tomar como un promedio mundial (Figura 13), sin embargo es importante resaltar que para un problema determinado de amenaza sísmica, es mejor derivar una relación basada en datos extractados de la actividad sísmica regional.

Otra ecuación de este tipo presentada por Nuttli (1979), en las islas Aleutianas, en la que se tuvo en cuenta las características tectónicas del sitio, con base 355 pares de datos para realizar el análisis.

$$(ec. 37) \quad m_b = 0.54 M_s + 2.51$$

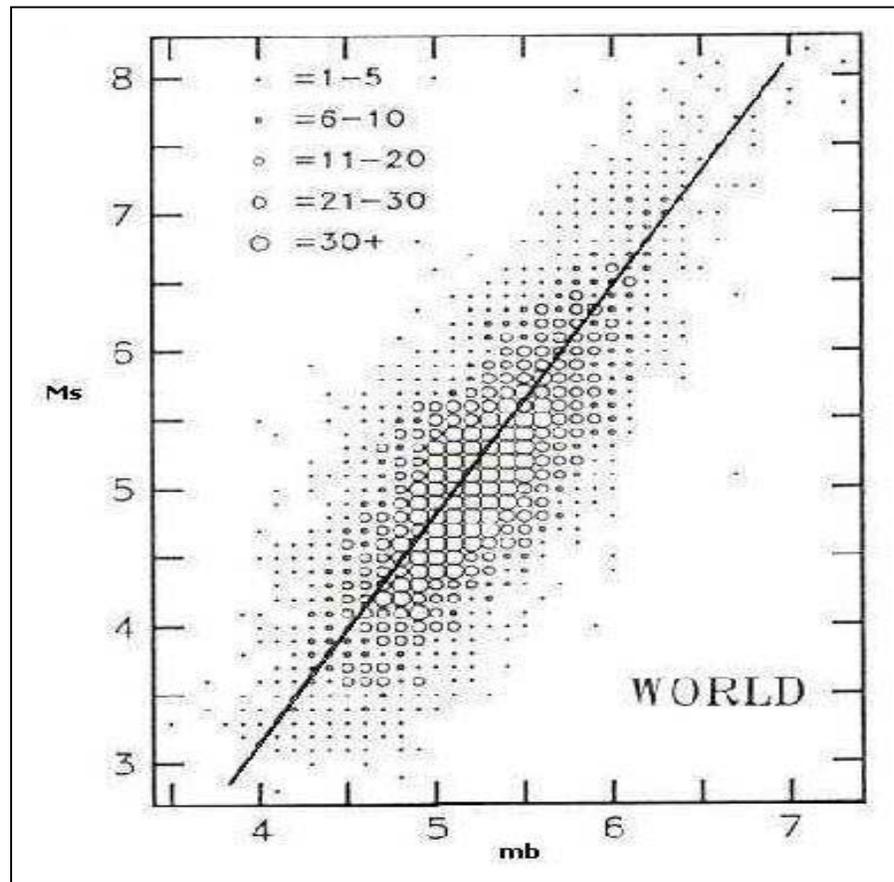


Figura 13. Relación  $M_s$  y  $m_b$  para el periodo de 1968 a 1980, (Wyss y Habermann, 1982)

Nuttli en 1979 sugirió una ecuación con 29 parejas de datos obtenidos de sismos provenientes de la parte oeste de Estados Unidos, que no difiere significativamente del promedio dado en el mundo

(ec. 38) 
$$m_b = 0.61 M_s + 1.93$$

Existen otras tantas relaciones en la bibliografía, sin embargo no se expone bajo que características fueron derivadas, por ejemplo:

(ec. 39) 
$$m_b = 0.49 M_s + 2.67 \text{ (Bloom - Erdman, 1979)}$$

(ec. 40) 
$$m_b = 0.56 M_s + 2.9 \text{ (Bath 1978)}$$

La razón por la que las ecuaciones antes mencionadas difieren un poco entre sí, se debe principalmente a la manera como fallan los diferentes materiales, a la estructura litosférica de cada región y de la profundidad de la falla entre otros (Wyss - Habermann, 1982).

Es importante recordar que las escalas de magnitud  $M_s$  y  $m_b$  se saturan con eventos grandes. Es así como la magnitud  $M_s$  se satura debido a que esta fue definida para ondas con periodo de 20 segundos, correspondiente a longitudes de ondas del orden de 80 Km y si la longitud de ruptura de la falla es mucho mayor a 80 Km, la magnitud puede no ser adecuadamente estimada por la magnitud  $M_s$ , debido a que la longitud de onda es demasiado corta para contener toda la información sobre el tamaño de la fuente y su resistencia. Una fuente con una ruptura de 80 Km genera un sismo con magnitud  $M_s$  de 7.5, por lo tanto su saturación es cercana a ocho; en tanto que la escala  $m_b$  se satura para valores mayores a 6.5, ya que la amplitud de las ondas no crece linealmente con la energía liberada, es así como las ondas internas no van crecer en amplitud lo que debería con la energía liberada en el hipocentro de un sismo con magnitud mayor de seis, por lo tanto la lectura que se hace de la amplitud de la onda no es un buen parámetro de medida para sismos con magnitudes grandes (Wyss y Habermann, 1982).

Por lo tanto, no se deben realizar conversiones entre escala  $M_s$  y  $m_b$  para magnitudes  $m_b$  mayores a seis porque se estarían subvalorando las magnitudes; y tampoco sería correcto realizar conversiones para  $M_s$  mayores a 7.5, debido a la saturación de la escala.

Una de las relaciones entre  $m_b$  y  $M_L$ , es la propuesta por Bath (1978).

$$(ec. 41) \quad m_b = 1.7 + 0.8M_L - 0.01(M_L)^2$$

### **RELACIONES DE ACELERACIÓN E INTENSIDAD.**

Gran parte de información sobre terremotos, en especial la que esta relacionada con daños, está en función de la intensidad, expresada en alguna de las diferentes escalas, siendo la más utilizada la de Mercalli Modificada (IMM). Diferentes investigadores han intentado correlacionar la medida subjetiva de la intensidad con la medida instrumental de la aceleración máxima del terreno.

En 1942, Richter y Gutenberg (Richter, 1958) dedujeron la ecuación 42, teniendo en cuenta los resultados de 15 sismos en Estados Unidos entre 1939 y 1942, donde I es la intensidad de Mercalli Modificada y a es la aceleración en  $\text{cm/s}^2$ .

(ec. 42) 
$$\log A = -0.50 + 0.33 I$$

En 1951, Kawasumi propuso la ecuación 43 entre la aceleración promedio en  $\text{cm/s}^2$  y la intensidad sobre la escala japonesa de intensidad.

(ec. 43) 
$$\log A = -0.35 + 0.5 I$$

En 1954, Neumann relacionó la aceleración y la intensidad de Mercalli Modificada para distancias epicentrales mayores a 10 Km según la ecuación 44.

(ec. 44) 
$$\log A = -0.041 + 0.308 I$$

Hershberger en 1956 derivó otra relación dada por la ecuación 45.

(ec. 45) 
$$\log A = -0.90 + 0.43 I$$

en donde I es la intensidad de Mercalli Modificada.

Otras relaciones matemáticas de algunos autores se presentan a continuación con base en la escala de Intensidad Mercalli-Modificada y la aceleración horizontal pico en  $\text{cm/s}^2$ .

(ec. 46)  $\log A_h = -0.16 + 0,360 I$  Ambrasseys (1975) tomado de Sauter (1989)

(ec. 47)  $\log A_h = 0.248 + 0,276 I$  Sauter y Haresh (1978)

(ec. 48)  $\log A_h = 0.14 I + 0,24 M - 0.68 \log R - b_k$  Murphy y O'Brien (1977)

En esta última ecuación  $R$  es la distancia epicentral y  $b_k$  es una constante que depende de la región geográfica.

La figura 14 presenta la comparación entre diferentes relaciones de aceleración con respecto a la intensidad de Mercalli-Modificada.

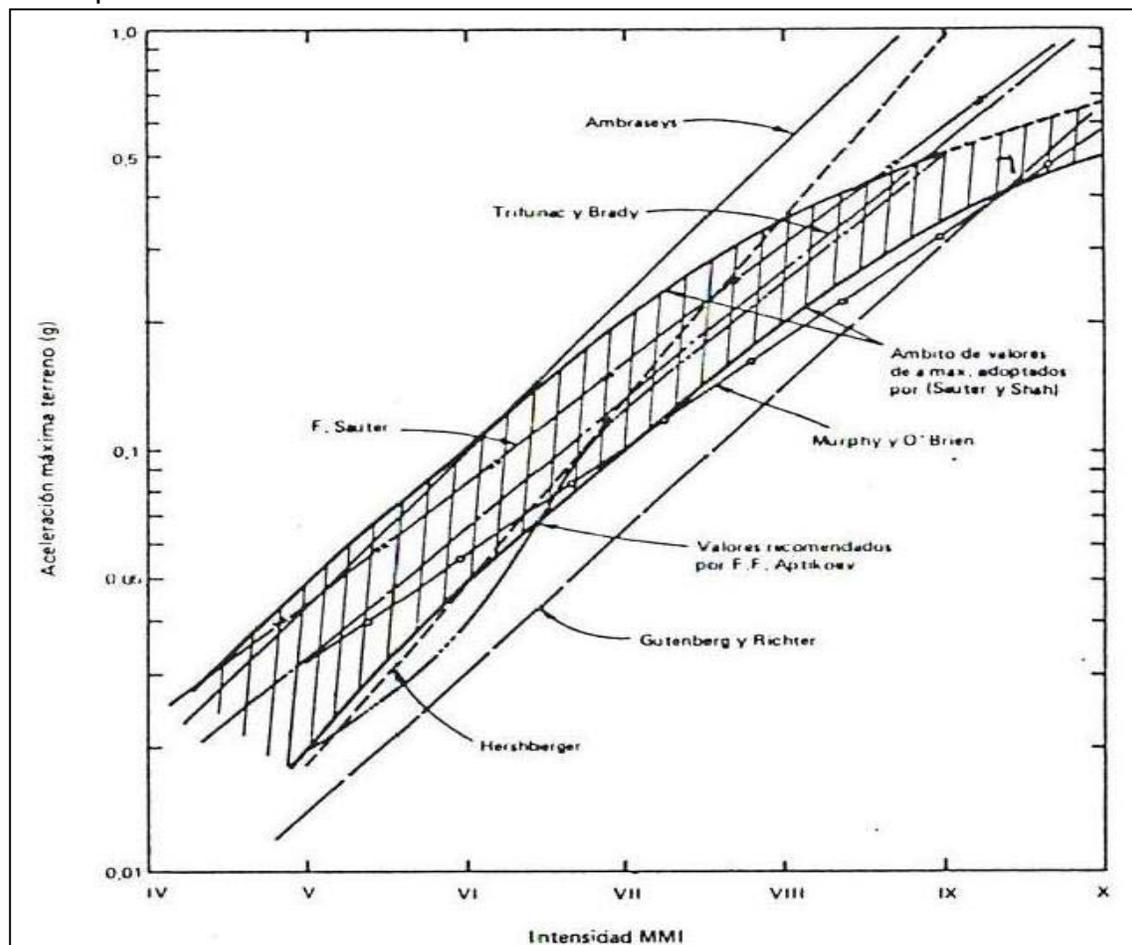


Figura 14. Diferentes relaciones de Aceleración máxima del terreno con Intensidad de Mercalli Modificada, (Sauter y Haresh, 1978).

En 1975 Trifunac y Brady derivaron diferentes ecuaciones de aceleración contra Intensidad de Mercalli-Modificada en su componente horizontal y vertical. Aunque tenían 187 registros de aceleración, no derivaron la ecuación para rangos altos y

bajos de intensidad, ya que no tenían información suficiente para desarrollar los intervalos de intensidad menores a IV y mayores a X.

$$(ec. 49) \quad \log A_v = -0.18 + 0,3 I$$

$$(ec. 50) \quad \log A_h = 0.014 + 0,3 I$$

Trifunac y Brady (1975) recopilaron diferentes valores numéricos para relaciones entre aceleración pico e intensidad de Mercalli-Modificada (Tabla 3).

Mod. Mercalli Int. or equivalent	Ishimoto (1932) Ave. Accel.	Kawasumi (1951) Ave. Accel.	Hershberger (1956) Ave. Accel.	Richter (1958) Ave. Accel.	Neumann (1954)	Medvedev and Sponheuer (1969)	Japan Meteorological Agency (Okamoto, 1973)	Savarensky and Kirnos (1955)	This Study - Horiz. Ave. Accel.	This Study - Vert. Ave. Accel.
I	0.1	0.5	0.3	0.7	2.		<1.	>0.5		
II	0.3	1.4	0.9	1.4	4.		1-2			
III	0.7	2.5	2.5	3.1	8.		2.1-5			
IV	1.5	4.5	6.6	6.6	16		5.0-10.		16.6	11.
V	3.6	14.	17.8	14.	32.	12-25	10.-21.		34.	17.
VI	12.	44.	47.9	30.	64	25-50	21-44	≥10.	66.	45.
VII	50.	89	128.8	64.	130.	50-100	44-94		126.	83.
VIII	144.	190.	346.7	138.	265.	100-200	94-202		251	166.
IX	302.	331.	933.3	295.	538.	200-400	202-432	≥100.	501	331.
X	616.	616.	2512.	631.	1094.	400-800			1000.	676.
XI	1122.	1000.								
XII								≥500		

Tabla 3. Comparación numérica de aceleración pico y Intensidad de Mercalli Modificada (Trifunac y Brady, 1975)

También se puso en evidencia la variación de la aceleración, velocidad y desplazamiento pico para diferentes condiciones geológicas para sismos con una intensidad dada, donde se mostró, analizando los acelerogramas y su posición geográfica, que la aceleración en roca dura era dos veces más grande que en un aluvión, y que los desplazamientos pico registrados sobre el aluvión son aproximadamente el doble de los registrados sobre roca dura. Dando evidencia de los fenómenos locales debido a la geología predominante (Trifunac y Brady, 1975).

Egen	Mallet	De Rosi	Forel	Rochwood	Baratta	Sismólogos Japoneses	Saderra y Masó	Bassani	Oldham	Davison	Omori	Cancani	Mercalli	Mercalli- Sieberg	De Rossi- Neuman	M.S.K,	C.M.O.	% de la gravedad	
I	V	I	I	I	I			I											0.10
II		II	II	II	II	I	I	II											0.12
III		III	III	III	III		II	III	VI										0.20
IV	IV	IV	IV	IV	IV		III	IV	V										0.25
V		V	V	V	V	II	IV	V	VI										0.30
VI		VI	VI	VI	VI		V	VI	VII										0.35
		VII	VII	V	V		VI	VII	VIII										0.40
		VIII	VIII	VI	VI		VII	VIII	IX										0.5
	III	IX	IX	VI	VII		VIII	IX	X										1.0
	II	X	X			III	IX	X	XI										1.5
							X	XI	XII										2.0
							XI	XII	XIII										3.0
							XII	XIII	XIV										3.5
							XIII	XIV	XV										6.1
							XIV	XV	XVI										8.2
							XV	XVI											9.2
							XVI												10.2
																			13.2
																			20.4
																			30.6
																			40.8
																			52.0
																			63.7
																			76.5
																			91.7
																			112.1
																			147.8
																			183.5
																			219.2
																			254.8
																			305.8
																			356.7
																			>

Tabla 4. Tabla comparativa de escalas de intensidad y aceleraciones máximas. (Pujades, 1999)

**RELACIÓN ENTRE MAGNITUD E INTENSIDAD (Pujades, 1999).**

(ec. 51)  $Ms = 0.55 I_0 + \log h + 0.35$

(ec. 52)  $Ms = 0.55 I_0 + 2.2 \log R - 1.1$

Donde

$I_0$  = Intensidad máxima.

$h$  = Profundidad del hipocentro en kilómetros.

$R$  = Distancia epicentral en kilómetros.

**RELACIÓN ENTRE DURACIÓN EFECTIVA Y MAGNITUD MOMENTO ( $M_w$ )**

La naturaleza de las relaciones de atenuación para duración de movimiento fuerte dependen de la definición de duración que sea utilizada. Bommer y Martínez-Pereira (1999) encontraron que la duración de movimiento fuerte definida por se puede correlacionar bien con la magnitud momento  $M_w$ . Utilizando 32 acelerogramas en roca a distancias de menos de 10 kilómetros de la fuente con el fin de desacoplar la influencia de la distancia.

(ec. 53)  $\log(D_E) = 0.69 M_w - 3.70$

Utilizando la relación empírica entre la longitud de ruptura y la Magnitud Momento de Wells y Coppersmith (1994) y asumiendo una velocidad de ruptura de la falla de 2.5 km/s, encontraron una relación para el tiempo de ruptura de la falla, que solo difiere de la antes presentada en que el término de la derecha es 3.62 en lugar de 3.70 (Bommer y Martínez-Pereira, 2000).

Sin embargo, para utilizar la ecuación 53 en sismos de ruptura de falla bilateral, como por ejemplo los sismos de Loma Prieta (1989) y Kobe (1995) se debe utilizar factores de corrección, la duración de la sacudida se debe esperar que sea la mitad, por lo tanto el factor de corrección para la duración calculada de esos acelerogramas es de 2. Esto significa que aunque la duración del movimiento fuerte puede ser estimada con alguna confianza para una magnitud dada, siempre

habrá una incertidumbre de 2 desde que no sea posible conocer si los sismos futuros serán causados por una ruptura unilateral o bilateral.

## REFERENCIAS

Abrahamson, N.A., & Litehiser, J.J. (1989). Attenuation of vertical peak acceleration. *Bulletin of the Seismological Society of America*, **79**(3), 549–580.

Ambraseys, N. y S. Sarma, (1967) Response of Earth Dams to Strong Earthquakes, *Geotechnique*, **17** 1-105.

Aptikaev, F., & Kopnichev, J. (1980). Correlation between seismic vibration parameters and type of faulting. *Pages 107–110 of: Proceedings of Seventh World Conference on Earthquake Engineering*, vol. 1.

Arias, A. (1970). A Measure of Earthquake Intensity. En: *Seismic Design for Nuclear Power Plants*. R. J. Hansen, Ed . MIT Press, 438 – 483.

Bath, M.(1978). *Introduction to Seismology*, Birkhauser Verlag, Basel.

Bloom, E.D. y R. C. Erdmann, (1979). Frequency-magnitude-time relationships in the NGSDC earthquake data file, *Bull. Seism. Soc. Am.* Vol **69**, 2085

Bolt, B. (1973). Duration of Strong Motion. *Proceedings 5 WCEE*. **1**. 1304-1315.

Bolt, B. (1976). *Nuclear Explosions and Earthquakes*. W. H. Freeman and Company. San Francisco.

Bolt, B. (1981). *Terremotos*. Ed Reverté S. A. Barcelona.

Bommer, J. y A. Marínez-Pereira, (1996). The Prediction of Strong Motion Duration for Engineering Design. *Proceedings 11 WCEE*. Paper No 84.

Bommer, J. y A. Marínez-Pereira, (1999). The Effective Duration of Earthquake Strong Motion. *Journal of Earthquake Engineering* **3**, 127-172.

Bommer, J. y A. Marínez-Pereira, (2000). Strong-Motion Parameters: Definition, Usefulness and Predictability. *Proceedings 12 WCEE*.

Boore, D., W. Joyner y T. Fumal, (1993). Estimation of Response Spectra and Peak Accelerations from Western North American Earthquakes: an Interim Report US Geological Survey Open-File Report 93 -509.

Campbell, K.(1985). Strong Motion Attenuation Relations: A Ten-Year Perspective. *Earthq. Spec.* **1**, 759-804.

Campbell, K. (1981). Near Source Attenuation of Peak Ground Acceleration. *Bull. Seism. Soc. Am.* Vol **71**, 2039-2070.

Campbell, K., Bozorgnia, Y. (2000). New empirical models for predicting near-source horizontal, vertical, and V/H response spectra: Implications for design. *In: Proceedings of the Sixth International Conference on Seismic Zonation*.

Cousins, W.J., Zhao, J.X., & Perrin, N.D. (1999). A model for the attenuation of peak ground acceleration in New Zealand earthquakes based on seismograph and accelerograph data. *Bulletin of the New Zealand Society for Earthquake Engineering*, **32**(4), 193–220.

Crouse, C.B. (1991). Ground-motion attenuation equations for earthquakes on the Cascadia subduction zones. *Earthquake Spectra*, **7**(2), 201–236.

Dahle, A., Bugum, H., & Kvamme, L.B. (1990). Attenuation modelling based on intraplate earthquake recordings. *Pages 121–129 of: Proceedings of Ninth European Conference on Earthquake Engineering*, vol. 4-A.

Donovan, N. C. (1973a). Earthquake Hazards for Buildings, Building Practice for Disaster Mitigation, Building Science Series 46, U.S. Department of Commerce , National Bureau of Standards

Donovan, N.C. (1973b) . A statistical evaluation of strong motion data including the February 9, 1971 San Fernando earthquake. *Pages 1252–1261 of: Proceedings of Fifth World Conference on Earthquake Engineering*, vol. 1.

Douglas, j., (2001). A comprehensive worldwide summary of strong-motion attenuation relationships for peak ground acceleration and spectral ordinates (1969 to 2000). ESEE Report No. 01-1. Imperial College of Science, Technology and Medicine Civil Engineering Department. London SW7 2BU.

Elnashai, A., J. Bommer y A. Martínez-Pereira, (2000). Engineering Implications of Strong-Motion Records from Recent Earthquakes. *Proceedings 12 WCEE*.

European Seismological Commission, (1993). European Macroseismic Scale.(Update MSK-Scale). G. Gruntal. Luxemburgo.

Esteva, L. y A. Villaverde, (1973) Seismic Risk, Design Spectra and Structural Reliability . *Proceedings V World Conference on Earthquake Engineering*. Roma.

Fukushima, Y. y T. Tanaka, (1990). A New Relation for Peak Horizontal Acceleration of Strong Earthquake Ground Motion in Japan, *Bull. Seism. Soc .Am.* vol **80**, 757.

Gutenberg, B. y C. Richter, (1942). Earthquake Magnitude, Intensity, Energy and Acceleration, *Bull. Seism. Soc .Am.* vol **32**, 163.

Gutenberg, B. y C. Richter, (1956). Magnitude and Energy of Earthquake, *Ann. Geofis*, 1-15.

Hanks, T. y W. Thatcher, (1972). A Graphical Representation of Seismic Source Parameters, *J. Geophys. Res.*, 4394 – 4405.

Hershberger, J. (1956). A Comparison of Earthquake Acelerations with Intensity Ratings, *Bull. Seism. Soc. Am.* vol **46**, 317-320.

Husid, R. (1975). Evaluación de la Severidad de los Terremotos. *Memorias de la Reunión Andina de Seguridad Sísmica*. Lima, Perú.

Husid, R., H. Medina y J. Rios (1969). Análisis de Terremotos Norteamericanos y Japoneses. *Revista del IDIEM*, **8**,1.

Joyner, W. y M. Boore, (1981). Peak Horizontal Acceleration and Velocity from Strong Motion Records , *Bull. Seism. Soc. Am.* vol **71**, 2011-2038.

Kanamori, H. (1977). The Energy Release in Great Earthquake, *J. Geophys. Res.* vol **82**, 2981.

Kanamori, H. y T. Hanks, (1979). A Moment Magnitude Scale, *J. Geophys. Res.* vol **84 No B5**, 2348.

Kawasumi, H. (1951). Measure of Earthquake Danger and Expentancy of Maximun Intensity Throughout Japan as Inferred from the Seismic Activity in Historial Times, *Bull. Earthquake Res. Inst.*, Tokio Univ. 10, 614-626.

Kawashima K., K. Aizaka y K. Takahashi, (1984) Attenuation of Peak Ground Motion and Absolute Acceleration Response Spectra, *Proceedings VIII. World Conference on Earthquake Engineering*, San Francisco, California.

MacGuire R. K. (1974). Seismic structural response risk analysis, incorporating peak response regressions on earthquake magnitude and distance. MIT, Department of civil engineering, research report R74-51.

McGuire, R. y T. Barnhard, (1979) The Usefulness of Ground Motion Duration in Predicting the Severity of Seismic Shaking. *Proc. Second U. S. Nat. Conf. Earthquake Eng.*,713-722.

Medvedev, S., W. Sponheuer y V. Karnik, (1963). Seismiche Scala, Inst fur Bodendynamik und Erdbebenforschung, Jena, 6 pp.

Murphy, J. y R. O'Brien, (1977). The Correlation of Peak Ground Acceleration Amplitude with Seismic Intensity and Other Physical Parameters. *Bull. Seism. Soc. Am.* vol **67**, 877-915.

Neumann F. (1954). Earthquake Intensity and Related Ground Motion, Univ. Press, Seattle, Wahington, 77 pp.

Nuttli, O. W. (1979). The Relation of Sustained Ground Acceleration and Velocity to Earthquake Intensity and Magnitude, in State of the Art for Assesing Earthquake Hazard in the US, Report 16, Miscellaneous papers S-73-1, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station.

Pagratis, D. (1995). Prediction of Earthquake Strong Ground Motion Duration for Engineering Use. MSc Dissertation, Imperial College, London.

Pujades, L. (1997). *Sismología. Apuntes de Clase*. Universidad Politécnica de Cataluña. España.

Pujades, L. (1999). Memorias del Curso Estructuras Sometidas a Acciones Dinámicas. Barcelona.

Ramírez, J. (1938). Algunas Notas Sobre el Terremoto Colombiano del 4 de Febrero de 1938. *Revista Javeriana*, Marzo 1938.

Ramírez, J. (1967a). El Macrosismo del Huila. *Revista Javeriana*, Abril 1967.

Ramírez, J. (1967b). CERESIS, Simposio sobre el Riesgo Sísmico y Volcánico en América del Sur, Vol 14 pp 340 1985 .

Richter C. (1958). *Elementary Seismology*, W.H. Freeman and Company, San Francisco.

Rodríguez, E. (1999). *Ingeniería Sísmica. Apuntes clase* Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

Sarma, S. y B. Casey (1990). Duration of Strong Motion in earthquakes. *Proc. Ninth Eur. Conf. Earthquake Eng.*, **10-A**, 174-183.

Sauter, F. (1989). Fundamentos de Ingeniería Sísmica, Introducción a la Sismología, *Editorial Tecnológica de Costa Rica*.

Sauter, F. y S. Haresh, (1978). Estudio de Seguro Contra Terremoto, Instituto Nacional de Seguros, San José, Costa Rica.

Taylor Castillo, W., Santos Lopez, P., Dahle, A., & Bungum, H. (1992). *Digitization of strong-motion data and estimation of PGA attenuation*. Tech. rept. 2-4. NORSAR.

Trifunac, M. y A. Brady, (1975). On the Correlation of Seismic Intensity Scales with the Peaks of Recorded Strong Ground Motion, *Bull. Seism. Soc .Am.* vol **65**,139.

Udías, A y J. Mézcua, (1986). Fundamentos de Geofísica, *Alhambra Universidad*.

Wells, D. y K. Coppersmith, (1994) New Empirical Relationships Among Magnitude, Rupture Width, Rupture Area, and Surface Displacement . *Bull. Seism. Soc. Am.* vol **84**, 974-1002.

Wood, H. y F. Neumann, (1931). Modified Mercalli Scale of 1931, *Bull. Seism. Soc. Am.* vol **21**, 277-283.

Wyss, M. y E. Habermann, (1982). Conversion of mb to MS for Estimating the Recurrence Time of Large Earthquakes, *Bull. Seism. Soc. Am.* vol **72**, 1651.

# GUIA DE CÁLCULO

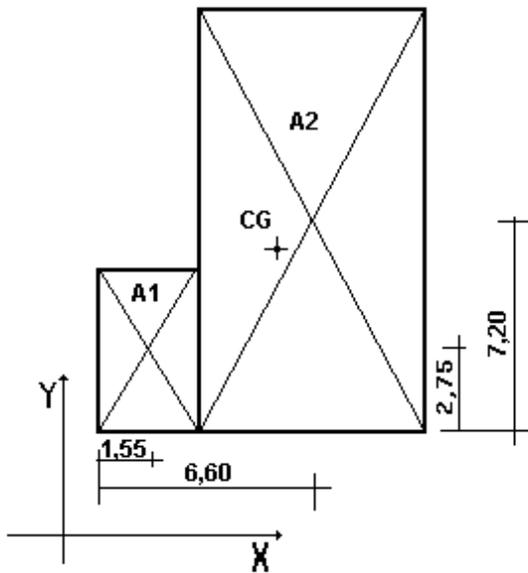
## ESTRUCTURAS 5

### GUIA PARA DISEÑO SISMICO VIVIENDA DE UNA PLANTA

Cálculo de la superficie de la vivienda:

$$3,10 \times 5,50 + 6,90 \times 14,40 = 116,41 \text{ m}^2$$

Ubicación del Centro de Masas ( C.G)



Fórmulas para el cálculo del Centro de Masas:

$$X_g = \frac{\sum A_i \cdot y_i}{\sum A_i}$$

$$Y_g = \frac{\sum A_i \cdot x_i}{\sum A_i}$$

$$X_g = \frac{(3,10 \times 5,50) \times 1,55 + (6,90 \times 14,40) \times 6,60}{(3,10 \times 5,50) + (6,90 \times 14,40)} = 5,86 \text{ m}$$

$$Y_g = \frac{(3,10 \times 5,50) \times 2,75 + (6,90 \times 14,40) \times 7,20}{(3,10 \times 5,50) + (6,90 \times 14,40)} = 6,55 \text{ m}$$

Peso de la Vivienda:

Peso losa alivianada(0,6t/m<sup>2</sup>x116,41m<sup>2</sup>) 69.846 ton  
Peso muros 8.800 ton

Total Q = 78.646 ton

Coeficiente Sísmico:

Coeficiente Zonal  $C_o = 0,30$

Coeficiente por Destino  $\gamma_d = 1$

Coeficiente de ductilidad  $\gamma_{du} = 1,3$   
muro resistente de mampostería

Coeficiente de vinculación  $\gamma_{vi} = 1$   
estructura totalmente vinculada por un diafragma ( losa ).

Coeficiente de Estructura  $\gamma_e = \gamma_{du} \times \gamma_{vi} = 1,3$

Coeficiente de Influencia del Terreno  $s = 1$

$$\underline{C_s = C_o \times \gamma_d \times \gamma_e \times s = 0,3 \times 1 \times 1,3 \times 1 = 0,39}$$

Corte en la Base:

$$T_{so} = C_s \times Q = 0,39 \times 78,6 \text{ ton} = \underline{30,65 \text{ ton}}$$

Es necesario ubicar elementos sismorresistentes, en este caso muros portantes, para absorber un corte sísmico de 30,65 t mas el incremento que se produce por la torsión en planta.

Las fuerzas sísmicas serán resistidas por muros portantes que se han indicado en la planta de la estructura.

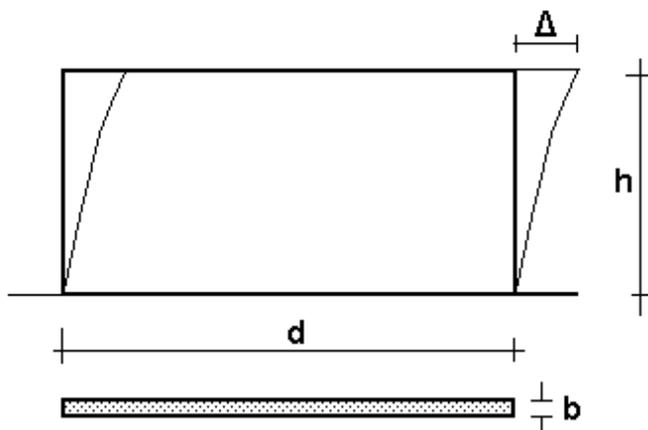
Para distribuir los cortes sísmicos que debe resistir cada muro es necesario conocer la Rigidez de cada uno de ellos.

Cálculo de la Rigidez de un Muro:

Podemos calcular la Rigidez de un muro determinando la deformación de un muro producida por una carga unitaria horizontal aplicada en el nivel superior del muro:

area  $A = b \times d$       momento de Inercia  $J = \frac{b \times d^3}{12}$

Desplazamiento  $\Delta = \frac{P \times h^3}{3 \times E \times J} + \frac{3}{2} \frac{P \times h}{G \times A}$



Cálculo de la Rigidez para Muro M1:

Dimensiones muro :  $b = 20 \text{ cm} = 2 \text{ dm}$   
 $d = 230 \text{ cm} = 23 \text{ dm}$

Módulo de Elasticidad para mampostería adoptado:

$E = 1000 \text{ t/dm}^2$

Módulo de Elasticidad Transversal  $G = 0,4 \times E = 267 \text{ t/dm}^2$

Momento de inercia  $J = 2304 \text{ dm}^4$

Area  $A = 48 \text{ dm}^2$

$$\text{Desplazamiento } \Delta = \frac{P \times h^3}{3 \times E \times J} + \frac{3}{2} \frac{P \times h}{G \times A}$$

$$\text{Desplazamiento } \Delta = \frac{1 \times 24^3}{3 \times 1000 \times 2304} + \frac{3}{2} \frac{1 \times 24}{267 \times 48}$$

$$\text{Desplazamiento } \Delta = 0,002 + 0,0019 = 0,0039 \text{ dm}$$

$$\text{Rigidez } R = \frac{1}{\Delta} = \frac{1}{0,0039 \text{ dm}} = 258 \text{ t/dm}$$

#### Rigideces de los Muros Sismorresistentes:

Muro	Dimensiones			Rigidez t/dm
	b	d	h	
M1	2	23	24	258
M2	2	23	24	258
M3	2	67	24	1310,9
MA	2	55	24	1016,9
MB	2	55	24	1016,9
MC	2	63	24	1213,6
MD	2	37	24	568,0
ME	2	144	24	3065,9

#### Centro de Rigideces:

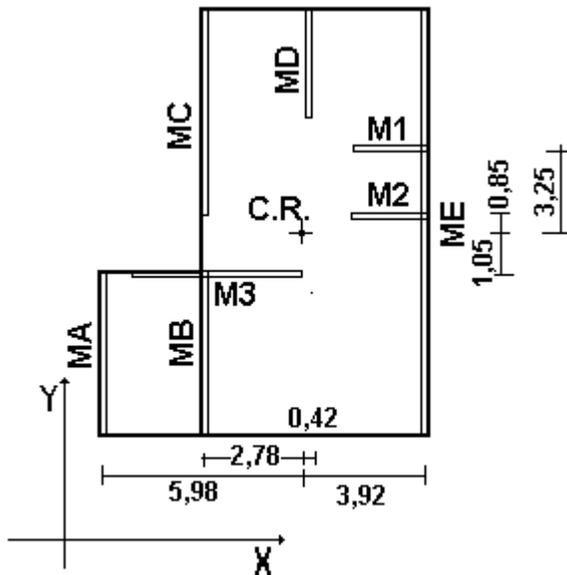
$$X_r = \frac{\sum R_{xi} \cdot dy}{\sum R_{xi}}$$

$$Y_r = \frac{\sum R_{yi} \cdot dx}{\sum R_{yi}}$$

$$X_r = \frac{1016,9 \times 0,1 + 1016,9 \times 3,3 + 1216,6 \times 3,3 + 568 \times 6,5 + 3065,9 \times 10}{1016,9 + 1016,9 + 1213,6 + 568 + 3065,9}$$

$$X_r = 6,25 \text{ m}$$

$$Y_r = \frac{258 \times 9,8 + 258 \times 7,3 + 1310,9 \times 5,4}{258 + 258 + 1310,9 \times 5,4} = 6,08 \text{ m}$$



### Excentricidades:

Se define como la distancia entre el Centro de Masas y el Centro de Rigideces. La calculamos según las direcciones de cada eje.

$$e_x = X_r - X_g = 6,55 - 6,25 = 0,30 \text{ m}$$

$$e_y = Y_r - Y_g = 5,86 - 6,08 = -0,22 \text{ m}$$

### Momento Torsor:

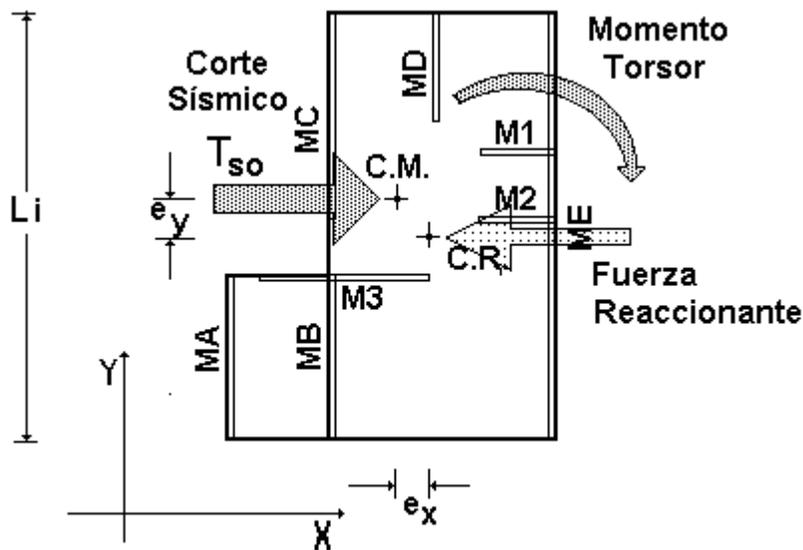
Es el momento de giro originado por la no coincidencia entre el Centro de Masas y el Centro de Rigideces. El corte sísmico Tso aplicado a nivel de losa actúa sobre el C.G., en tanto que la resistencia actúa concentrada en el C.R.

Según el Código de Construcciones Sismorresistentes el valor de la excentricidad a utilizar está dado por:

$$e_y = e_{oi} \pm 0,15 \times L_i$$

siendo:  $e_{oi}$  la excentricidad calculada y

$L_i$  la máxima longitud en planta del edificio en la dirección normal a la considerada para el sismo.



Momento Torsor según dirección eje X:

$$e_i = -0,22 + 0,15 \times 14,30 = 1,92 \text{ m}$$

$$e_i = -0,22 - 0,15 \times 14,30 = -2,36 \text{ m}$$

$$M_{tx1} = 30,65 \times 1,92 = 58,85 \text{ tm}$$

$$M_{tx2} = 30,65 \times (-2,36) = -72,33 \text{ tm}$$

Momento Torsor según dirección eje Y:

$$e_i = 0,30 + 0,15 \times 10,00 = 1,80 \text{ m}$$

$$e_i = 0,30 - 0,15 \times 10,00 = -1,20 \text{ m}$$

$$M_{ty1} = 30,65 \times 1,80 = 55,57 \text{ tm}$$

$$M_{ty2} = 30,65 \times (-1,20) = -36,78 \text{ tm}$$

### Distribución del Corte Sísmico:

El corte sísmico que actúa sobre cada elemento sismorresistente se descompone en dos efectos: a) corte directo, que se calcula según el porcentaje de rigidez con que participa cada elemento en la dirección considerada, y b) corte por torsión en planta, calculado en función de la rigidez y el brazo de palanca del elemento referido al Centro de Rigideces.

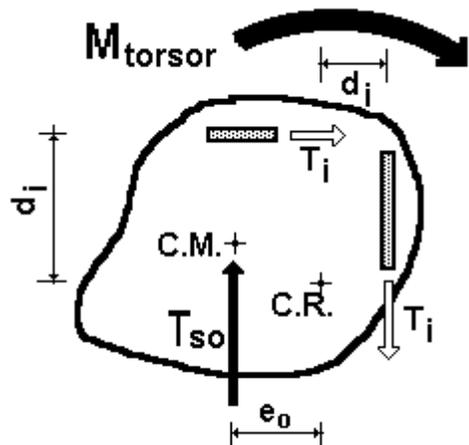
Fórmulas de aplicación:

a) Corte Directo

$$\frac{R_1}{R_2} \quad R_{\text{relativa}} = \frac{R_i}{\sum R_i}$$

$$T_i = R_{\text{relativa}} \times T_{so} \quad \text{Corte en elemento "i"}$$

b) Corte por Torsión:



$$T_{ti} = \frac{R_i \times d_i}{\sum R_i \times d_i^2} \times M_t$$

El brazo de palanca  $d_i$  es la menor distancia entre el elemento y el C.R.

Corte Sísmico Directo según eje X:

Muro	Ri	Rrel	Ti
M1	258	0,141	4,32
M2	258	0,141	4,32
M3	1.310,9	0,718	22,06

$$\sum R_i = 1.826,9$$

Corte Sísmico Directo según eje Y:

Muro	Ri	Rrel	Ti
MA	1.016,9	0,148	4,53
MB	1.016,9	0,148	4,53
MC	1.213,6	0,176	5,39
MD	568,0	0,083	2,54
ME	3.065,9	0,445	13,64

$$\sum R_i = 6.881,3$$

### Distribución Corte Sísmico por Torsión:

Muro	Ri	di	Ri x di	Ri x di <sup>2</sup>	Ri.di/ $\sum$ Ri.di <sup>2</sup>
M1	258	3,25	838,5	2.725,13	0,00809
M2	258	1,05	270,9	284,45	0,00261
M3	1.310,9	-0,85	-1.114,3	947,13	-0,01107
MA	1.016,9	-5,98	-5.898,0	35.270,16	-0,05689
MB	1.016,9	-2,78	-2826,9	7.859,01	-0,02727
MC	1.213,6	-2,78	-3.373,8	9.379,19	-0,03254
MD	568,0	0,42	238,6	100,20	0,00230
ME	3.265,9	3,92	12.018,3	47.111,85	0,11592

$$\sum Ri \times di^2 = 103.677,09$$

Los elementos con mayor brazo de palanca absorben mayores cargas sísmicas a igualdad de rigidez, como se observa en los muros M1 y M2 o MA y MB.

El corte sísmico por torsión se obtiene multiplicando los momentos torsores por el correspondiente coeficiente de participación.

#### Muro M1

$$T_{tx1} = 0,00809 \times 58,55 = 0,47 \text{ ton}$$

$$T_{tx2} = 0,00809 \times -72,33 = -0,58 \text{ ton}$$

$$T_{ty1} = 0,00809 \times 55,57 = 0,45 \text{ ton}$$

$$T_{ty2} = 0,00809 \times -36,78 = -0,29 \text{ ton}$$

El corte máximo en el muro M1 será:

$$T_{max} = 4,32 \text{ ton} + 0,47 \text{ ton} = 4,79 \text{ ton.}$$



**LORENZO, servidor**

INDEX - PERSONAL - MI FACULTAD - MI PROFESIÓN - BONSAI - LETRAS - CERÁMICA -  
COMPUTACIÓN - MI RED - EDUCACIÓN - MIS PREFERIDOS

Este ejercicio está contenido en la publicación ESTRUCTURAS EN ARQUITECTURA - Primer Nivel  
cuyo autor es el Ingeniero José Luis Gómez - ISBN 987 - 98330 - 0 - 7



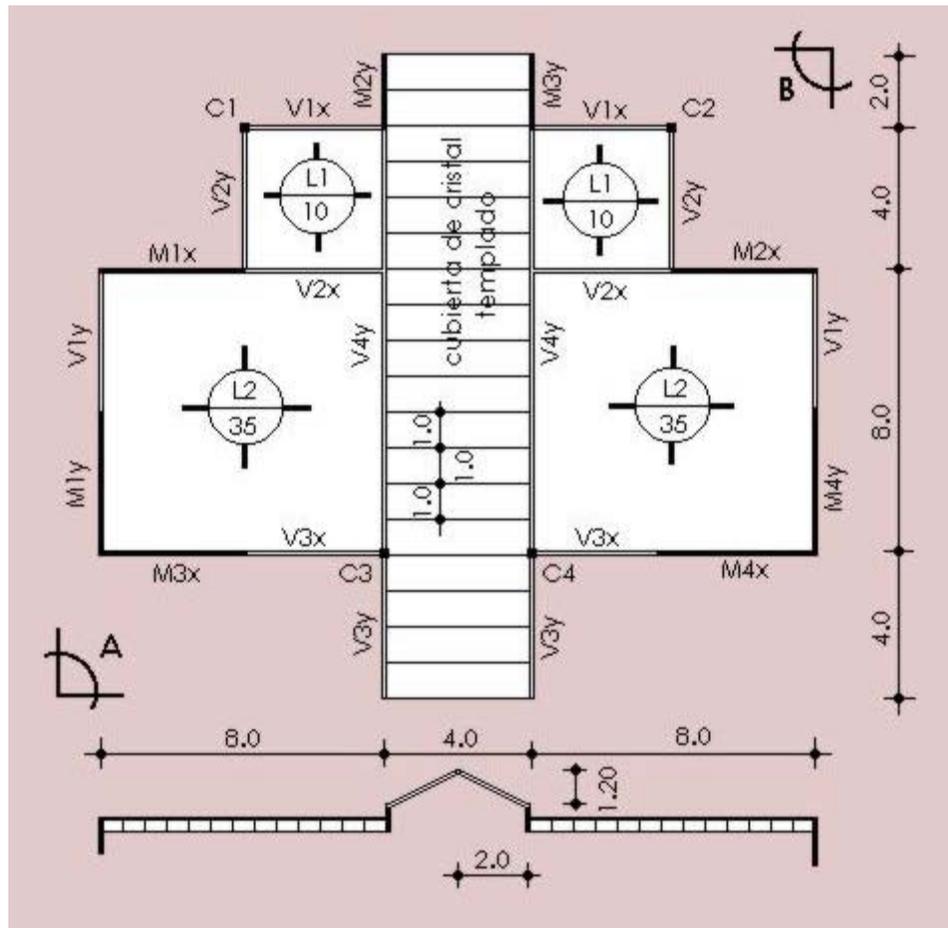
Miércoles 8 de Enero de 2003



## EJERCICIO 6

Centro de masa y de rigidez - Excentricidad - Regularidad de la  
forma en planta

Sobre esta planta realizaremos algunos ejercicios.



- determinaremos en forma conceptual el centro de masas;

- teniendo en cuenta los muros portantes diseñados, determinaremos conceptualmente el centro de rigidez o centro de giro;
- calcularemos las excentricidades y definiremos si están dentro de los límites aceptables;
- analizaremos la forma en planta, en relación con los factores de irregularidad planteados en el Módulo II;
- levantaremos dos perspectivas axonométricas, desde los puntos marcados A y B.

## Centro de masas

En primer lugar determinaremos en forma conceptual el centro de masas. Para ello tendremos en consideración los pesos más importantes del edificio que analizamos. Aunque exista una superficie de techo que está materializada con cristal templado sobre estructura metálica (que es liviana) se deben considerar dos aspectos:

- El primero, la relación entre el peso total de esa cubierta y el peso total de toda la cubierta. De esta manera podremos evaluar si es una masa significativa dentro del conjunto.
- En segundo lugar, para la determinación del centro de masas, se deben considerar otras masas, que en este caso serán los planos verticales o muros, y la posición de ellas (tanto de la cubierta liviana como de las masas de los muros) dentro de la planta.

La superficie de la cubierta liviana es de 72 m<sup>2</sup>, con una carga aproximada de 80 kg/m<sup>2</sup> se puede valorar el peso de ese sector en 5.76t. (No creo necesario realizar esa operación en detalle).

La superficie de la losa de hormigón armado es de 160 m<sup>2</sup>, a razón de unos 800 kg/m<sup>2</sup> se puede estimar el peso de esa cubierta en 128t.

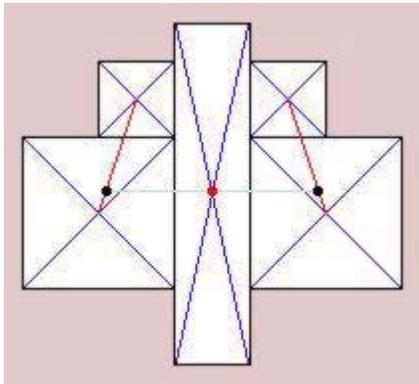
El peso total del techo será de 133.76t; la incidencia de la masa de la cubierta vidriada es del orden del **4.3%**. Se puede considerar que el valor no es significativo.

Veamos ahora la disposición de los muros. Los que están dibujados, y no conocemos que existan otros porque no contamos con otra información al respecto, están dispuestos en forma simétrica con respecto a un eje vertical. (Las masas de las cubiertas también lo están). ¿Cómo se valora la masa de los muros? Teniendo en cuenta el volumen y el peso específico. Pero en este edificio, de una sola planta, se considerará que la masa que "colabora" para generar fuerza sísmica es la mitad (la mitad de arriba y que está en contacto con las cubiertas).

Con una altura promedio de 3.20m y suponiendo un espesor de 25 cm, la masa total de los muros es de: 28m x 1.60m x 0.25m x 1.6 t/m<sup>2</sup> = 17.92t

Comparando este valor con la masa total del edificio, ahora de 151.68t, es del orden del **11.81%**, que tampoco es demasiado importante.

Después de todas estas consideraciones, simplificaremos el análisis de centro de masas, y solamente tendremos en cuenta las losas de hormigón armado.

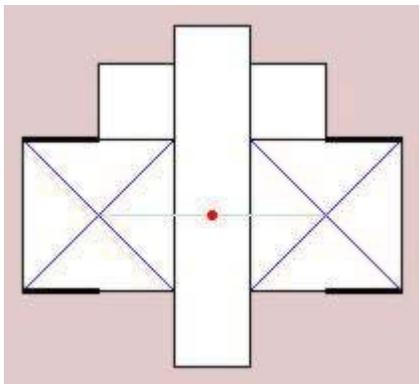


Sabemos que este centro se puede encontrar gráficamente (funicular) y analíticamente (teorema de Varignon), pero usaremos un método bien simple y que puede aplicarse para superficies tan moduladas como éstas. La losa **L1** es cuatro veces más chica que la **L2**; entre las dos suman 5 módulos. La resultante de las áreas estará sobre una línea que une ambos centros geométricos, más cerca de la mayor, exactamente a  $1/5$  de la distancia entre ellos. Sobre la línea roja se ha marcado dicho punto.

Uniendo estos dos puntos, uno a cada lado del eje de simetría vertical, se encuentra, conceptualmente, el centro de masas del conjunto. (En este caso es casi coincidente con el centro de masa de la cubierta liviana; no hemos considerado los muros)

Si queremos anotar un valor para la distancia a que está ubicado el centro de masa, podemos determinar que, con respecto a la V3x es: 4m (hasta el centro de la L2) más  $1/5$  de 6m, o sea 5.20m.

## Centro de rigidez



Ahora corresponde el segundo tema: determinar conceptualmente el centro de rigidez o de giro. Para ello miraremos los planos portantes verticales. Ya analizamos anteriormente que están simétricamente dispuestos con respecto al eje de simetría vertical de la planta. Trataremos de determinar a qué distancia del centro de masas de encuentra.

Para ello será suficiente con mirar. Los muros Mx son cuatro, todos iguales. Por lo tanto la resultante está ubicada a media distancia entre el par M1x-M2x y el par M3x-M4x, o sea a la mitad de la losa L2, a 4m desde la V3x.

## Excentricidades

Veamos ahora las excentricidades. Es evidente que no hay excentricidad de diseño en el sentido de las **x**, pero sí la hay en el sentido de las **y**.

¿Cuánto es?

$$e_y = 5.20\text{m} - 4\text{m} = 1.20\text{m}$$

¿Es esta excentricidad excesiva?

Comparemos esta distancia con el largo total de la planta en el mismo sentido. El largo en **y**, denominado  $L_y$  es de 18m. La excentricidad es el 6.67%. Este valor está por debajo de los máximos recomendables (alrededor del 12%)

## Regularidad en planta

Veamos ahora la forma de la planta. Dentro de las "maneras" de irregularidad encontramos tres que son las más importantes: la desproporción (planta muy larga con respecto a su ancho), la saliente (con partes del edificio que salen como narices grandes), y los estrechamientos (plantas que sufren estrangulamientos excesivos, entrantes marcadas, cinturas angostas)

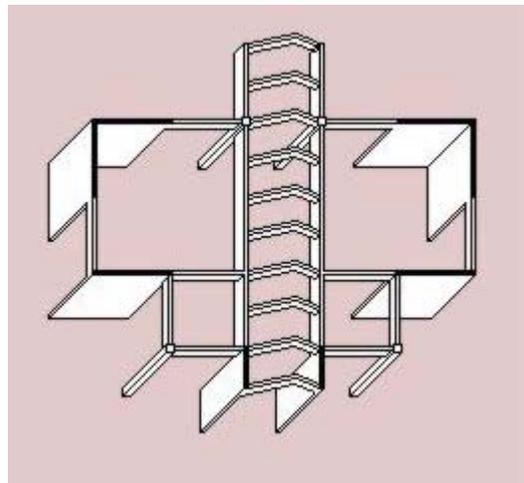
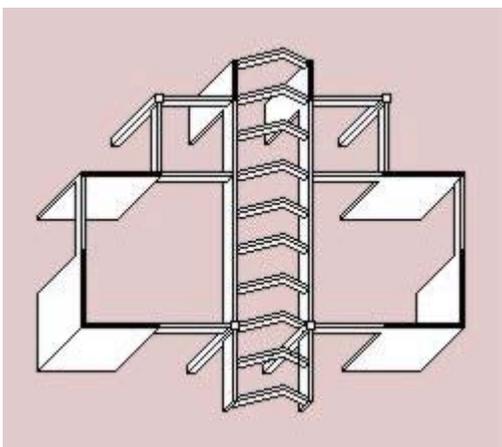
Mirando esta planta se puede ver que se debería verificar si la saliente de 4m hacia abajo es excesiva.

Comparamos estos 4m con los 18m de largo total. Deberíamos quedarnos con un valor  $r/R < 0.40$

ver gráficos de regularidad en planta

Operando resulta 0.22, lo que significa que el tamaño de la saliente no implica una irregularidad en planta.

## Las axonométricas



{}{}{}{}}

Este ejercicio está contenido en la publicación ESTRUCTURAS EN ARQUITECTURA - Primer Nivel cuyo autor es el Ingeniero José Luis Gómez - ISBN 987 - 98330 - 0 - 7

# **Análisis no lineal de muros de mampostería confinada sujetos a cargas laterales**

Agustín Orduña<sup>1</sup> y A. Gustavo Ayala<sup>2</sup>

*Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.  
Ciudad Universitaria. Apdo. postal 70-642, Coyoacán, CP 04510. México, D.F. México*

## **RESUMEN**

En este artículo se presenta un modelo no lineal de elementos finitos de interés en el análisis de muros de relleno de mampostería sometidos a cargas laterales como las inducidas por sismo, se describen brevemente los modelos constitutivos utilizados para los materiales. La validez del modelo se muestra mediante un ejemplo ilustrativo cuyos resultados reproducen satisfactoriamente a los experimentales. Como aplicación práctica de este estudio se dan las bases para el desarrollo de una herramienta simplificada de análisis de marcos rellenos, útil en el diseño sísmico de edificios.

## **1. INTRODUCCION**

Las tendencias actuales de diseño sísmico de estructuras basadas en desempeño, requieren conocer con detalle su comportamiento no lineal hasta niveles altos de deformación lateral. Los métodos de análisis elástico lineales, en general, no proporcionan la información necesaria para el diseño, por lo que deben ser sustituidos por técnicas y programas de análisis no lineal. Sin embargo, los ingenieros de la práctica requieren de modelos no lineales de elementos estructurales que sean suficientemente simples para su uso cotidiano, y que, al mismo tiempo, representen en forma realista su comportamiento.

El comportamiento de estructuras de marcos es mejor entendido que el de otros sistemas estructurales, ya que la mecánica de materiales ha proporcionado, en los elementos barra, una herramienta suficientemente precisa para su análisis, tanto para los intervalos lineal como no lineal. El problema se complica, cuando se incluyen muros en las crujías de los marcos, debido a que no existe un modelo simple, como en el caso de las barras, que represente el comportamiento de estos elementos y su relación con los que lo confinan. El problema se torna aún más complejo cuando el muro es de mampostería, ya que el comportamiento de este material es mucho menos conocido que el del acero o el del concreto. Esto es así a pesar de que la mampostería es uno de los materiales constructivos más antiguos, con más de diez mil años de historia, y a pesar de que desde hace más de 40 años se realizan investigaciones de calidad sobre su comportamiento. Entre las razones principales del

---

<sup>1</sup> M. en I. Por la UNAM. Actualmente estudiante de doctorado en la Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil, Azurém, P - 4800-058, Guimarães, Portugal.

<sup>2</sup> Dr. Investigador.

desconocimiento de su comportamiento se pueden mencionar: la complejidad de su comportamiento mecánico; el gran número de variables que es necesario tomar en cuenta para su estudio; y que algunas de ellas, como las propiedades de los materiales, la calidad de la mano de obra, las condiciones de contacto entre el muro y el marco o la adherencia entre mortero y piezas, son muy difíciles de controlar y/o cuantificar.

Es costumbre común en el diseño de edificios despreciar la contribución de los muros de relleno. Se argumenta que si el marco está diseñado para resistir las acciones laterales a las que estará sujeto durante su vida útil, la presencia de los muros es una reserva de resistencia. Además, es común que estos muros sean colocados y retirados de acuerdo con las diferentes necesidades de los ocupantes del inmueble durante su vida útil. Sin embargo, la presencia de muros de relleno debe considerarse en el diseño de una estructura, ya que se ha comprobado que modifican drásticamente el comportamiento sísmico de marcos respecto al que se observaría en su ausencia. Los muros de relleno incrementan sustancialmente la rigidez de los marcos, esto reduce los períodos naturales de vibración, y se modifica las acciones sísmicas a las que estará sujeto. Estos muros también incrementan significativamente la resistencia a cargas laterales de la estructura, y pueden contribuir a la disipación de energía durante un sismo. La interacción entre muro y marco a lo largo de las zonas de contacto modifica tanto la magnitud como la distribución de los elementos mecánicos en trabes y columnas, al ignorar la presencia de los muros algunas secciones pueden quedar sobradas en resistencia, y otras escasas. Sin embargo, este aspecto no ha sido estudiado con detalle, la mayoría de las investigaciones se han concentrado en el comportamiento global de este tipo de estructuras.

El problema de interacción marco-muro de relleno está aún lejos de ser resuelto. Existe la necesidad de contar con más resultados experimentales que difícilmente podrán obtenerse dado el alto costo involucrado en este tipo de estudios. Una salida alterna es desarrollar procedimientos analíticos que permitan simular estos experimentos, y a partir de ellos proponer modelos de análisis menos elaborados para su uso en aplicaciones cotidianas de la ingeniería estructural. Estos modelos deben nutrirse de información experimental adecuada con sus necesidades, relativa a las propiedades mecánicas de los materiales, y deben validarse con resultados experimentales en modelos completos. Para lograr lo anterior es necesario incrementar la comunicación entre experimentalistas y analistas.

El desarrollo que ha tenido la computación en las últimas décadas ha permitido la aplicación del *Método de los Elementos Finitos* (MEF) al análisis de estructuras de formas y comportamientos complejos. Por ello es que el MEF constituye actualmente una de las herramientas fundamentales para el estudio del comportamiento de elementos y estructuras de mampostería; principalmente en el ámbito de la investigación, ya que la gran cantidad de recursos que requiere un análisis no lineal con elementos finitos hace que su uso sea inadecuado para la práctica común de la ingeniería. Lo anterior ha sido reconocido por diversos investigadores quienes han realizado estudios con diferentes grados de refinamiento mediante el uso del MEF. Desgraciadamente, la mayoría de estos estudios se ha orientado a la solución de problemas elásticos, y en algunos casos los efectos no lineales se consideran de una manera gruesamente aproximada. Estos estudios han dado lugar a elementos estructurales equivalentes a los muros que, si bien permiten incluir su efecto en el comportamiento global de la estructura, no permiten conocer su comportamiento local aún en el intervalo lineal.

Para estudiar el comportamiento de muros diafragma en marcos de concreto reforzado, en este trabajo se discuten los aspectos que se consideran más importantes del comportamiento de muros de mampostería. Se desarrolla un modelo no lineal de elementos finitos de un marco de un nivel y una crujía con un muro diafragma de mampostería sin huecos. Se describen sus características y se comentan algunas experiencias adquiridas durante el proceso de solución y de calibración del mismo. Finalmente, con base en la

información obtenida del análisis, se propone un modelo simplificado, consistente en tres elementos diagonales, para el análisis de marcos con muros diafragma ante cargas sísmicas.

## 2. COMPORTAMIENTO DE MUROS DE MAMPOSTERIA

La mampostería es un material de construcción elaborado con piezas, que pueden ser de distintos materiales y tipos, unidas entre sí por medio de juntas de mortero. Las piezas y el mortero tienen propiedades mecánicas distintas, además, las superficies de unión entre ellos presentan características que influyen de una manera muy importante en el comportamiento mecánico del conjunto. Aunque la mampostería es un material no homogéneo, para muros que contienen a un gran número de piezas, y desde un punto de vista macroscópico, se puede considerar como homogénea. La forma rectangular y prismática de las piezas, su colocación en patrones generalmente regulares, y la presencia de las juntas de mortero que actúan como planos de debilidad en direcciones bien definidas, sugieren que la mampostería es un material ortótropo con direcciones principales normal y paralela a las juntas horizontales.

El comportamiento no lineal de la mampostería como material proviene de dos fuentes principales. La primera es el comportamiento no lineal que presentan todos los materiales a partir de cierto nivel de deformaciones, esta característica se hereda a los elementos estructurales y a las estructuras. En este caso, los comportamientos no lineales de las piezas y del mortero, son cualitativamente similares a los del concreto. Sin embargo, cuantitativamente las propiedades mecánicas tanto lineales como no lineales de las piezas, pueden ser muy distintas a las del mortero. La segunda fuente de no linealidad es el comportamiento de la superficie de unión entre piezas y mortero, en donde ocurre agrietamiento por tensión (o separación) y deslizamiento debido a esfuerzos tangenciales. En muros que fallan por cortante este aspecto determina en forma muy significativa el comportamiento global del elemento estructural.

En muros diafragma sujetos a carga horizontal, la carga vertical sobre el muro se incrementa conforme aumenta la primera debido precisamente al efecto confinante del marco. La distribución de esfuerzos de contacto entre el muro y el marco depende de la rigidez relativa entre éstos, y de la relación de aspecto del muro. Por lo que, dependiendo de estos factores, la falla del muro puede estar entre el agrietamiento diagonal y el aplastamiento de las esquinas cargadas. Cuando la relación altura a ancho es grande y con ella la pendiente de la diagonal en compresión, se desarrolla una fuerza vertical alta sobre el muro, por ello son comunes en estos casos las fallas por aplastamiento en las esquinas o por agrietamiento diagonal que incluye a las piezas. Con relaciones altura a ancho pequeñas, las fuerzas horizontales se transmiten principalmente por cortante con fuerzas verticales pequeñas sobre el muro, en estos casos son comunes las fallas por deslizamiento a través de las juntas.

Los muros diafragma presentan un comportamiento no lineal ante cargas laterales debido a efectos geométricos de separación o contacto, que se producen en la interfaz entre el muro y el marco que lo confina. Es importante evaluar la magnitud de los esfuerzos cortantes que aparecen por efecto de la fricción en dicha interfaz ya que modifican sustancialmente el comportamiento del conjunto (Combescure et al, 1995).

El comportamiento ante cargas laterales de marcos de concreto o de acero con muros diafragma de mampostería, se puede describir en forma muy general, por medio de las siguientes etapas o modos de falla (Moghaddam y Dowling, 1987):

- i) Separación: A niveles bajos de carga ocurre separación entre el muro y el marco en las esquinas alejadas de la diagonal en compresión, esto sucede en todos los casos.
- ii) Aplastamiento de esquina: En el caso en que el marco sea muy flexible, los esfuerzos de compresión en la esquina cargada se concentran en una superficie pequeña y ocurre

aplastamiento de la mampostería en esa zona. A medida que el marco sea más rígido, y pueda por lo tanto distribuir mejor los esfuerzos, la zona de aplastamiento se extiende hacia el centro del muro.

- iii) Agrietamiento inclinado: Si el marco es suficientemente rígido para evitar el aplastamiento del muro, entonces ocurre agrietamiento a lo largo de la diagonal en compresión, a causa de los esfuerzos principales de tensión en dirección perpendicular. Este comportamiento no implica el colapso y en muchos casos se pueden alcanzar niveles de carga significativamente mayores que el correspondiente al agrietamiento.
- iv) Falla de la columna en tensión: La combinación de esfuerzos de tensión y de cortante en una de las columnas, puede producir su falla, principalmente si es de concreto y no tiene el suficiente refuerzo transversal y/o longitudinal. Es menos común que falle la otra columna porque la compresión incrementa, hasta cierto nivel, su resistencia al cortante.

Mehrabi *et al* (1994) presentan un desglose más detallado de los posibles mecanismos de falla de marcos con muros de relleno. Ellos clasifican a los tipos de falla en cinco grupos: falla por flexión (A), agrietamiento a media altura (B), agrietamiento inclinado (C), deslizamiento en las juntas horizontales (D) y aplastamiento de esquina (E).

La separación en las esquinas en tensión que se produce al aplicar una carga lateral a un marco con un muro diafragma, ha dado origen a la idea de sustituir al muro de mampostería por un elemento armadura diagonal en compresión con fines de análisis estructural. Este elemento diagonal debe proporcionar al marco una rigidez similar a la que proporciona el muro, con el fin de poder estimar los desplazamientos laterales que produce un determinado conjunto de fuerzas laterales. Estos elementos equivalentes se emplean también para el cálculo de las capacidades de carga de las estructuras. Los primeros modelos de este tipo fueron propuestos en los años sesenta por varios autores; sin embargo, usualmente se limitan a aproximar la rigidez y la resistencia de manera global, de acuerdo con las filosofías de diseño vigentes en esa época. Recientemente, se han propuesto modelos con comportamiento no lineal, pero que siguen ignorando el efecto local de los muros diafragma. Chrysostomou *et al* (1992) proponen un modelo con tres diagonales, con la intención de simular este efecto local; sin embargo, su modelo de comportamiento es demasiado complicado para su uso en la práctica. Una discusión más detallada del comportamiento de muros diafragma y de los modelos de diagonales puede consultarse en Orduña (2000).

### 3. MODELO NUMERICO

Para estudiar de manera analítica el comportamiento de muros de mampostería confinados con marcos de concreto, se elaboró un modelo no lineal de elementos finitos de un marco de concreto reforzado de una crujía y un nivel con un muro de mampostería sin huecos. Para el modelo se utilizó el código DIANA (TNO 1996). Tanto el marco de concreto como el muro de mampostería se modelaron con elementos cuadriláteros de cuatro nudos en esfuerzo plano con integración gaussiana de  $2 \times 2$ . Alrededor del muro se introdujeron elementos interfaz de cuatro nudos para unirlos con el marco y con la superficie inferior que representa a la viga de cimentación, la cual se supone infinitamente rígida. Estos elementos interfaz modelan la posible separación y el posible deslizamiento en el perímetro del muro, para su integración numérica se utilizó una cuadratura de concentración (“lumped integration”), ya que se ha comprobado que es más adecuada en este tipo de elementos que una integración continua (TNO 1996). El acero de refuerzo del marco se modeló con un recurso disponible en DIANA que consiste en agregar la rigidez del refuerzo a la del elemento que representa al concreto. Las barras longitudinales se modelaron en forma discreta, mientras que el acero transversal se modeló como uniformemente distribuido.

Para el comportamiento mecánico del concreto se tomó un modelo de plasticidad incluido en el código DIANA, que combina los criterios de falla de Von Mises para falla en compresión, y de Rankine para falla en tensión, lo que resulta en la función de falla siguiente (TNO 1996)

$$\begin{cases} f_R(\mathbf{s}, \mathbf{k}_R) = \mathbf{s}_1 - f_t(\mathbf{k}_R) & ; \mathbf{k}_R = \mathbf{e}_1^P \\ f_{VM}(\mathbf{s}, \mathbf{k}_{VM}) = \sqrt{\mathbf{s}_1^2 - \mathbf{s}_1 \mathbf{s}_2 + \mathbf{s}_2^2} - f_c(\mathbf{k}_{VM}) & ; \mathbf{k}_{VM} = \sqrt{\frac{2}{3} \left( (\mathbf{e}_1^P)^2 + (\mathbf{e}_2^P)^2 + (\mathbf{e}_3^P)^2 \right)} \end{cases} \quad (1)$$

donde  $\mathbf{s}_1$  y  $\mathbf{s}_2$  son los esfuerzos principales, las  $\mathbf{k}$  son variables internas de estado o deformaciones plásticas equivalentes;  $f_t(\mathbf{k}_R)$  y  $f_c(\mathbf{k}_{VM})$  son las resistencias en tensión y en compresión uniaxiales respectivamente; las  $\mathbf{e}_i^P$  son las deformaciones plásticas principales; y el punto sobre una variable indica derivación con respecto al tiempo. En la fig 1.a se presenta gráficamente esta función. En compresión el comportamiento es lineal hasta un tercio de la resistencia, a partir de este punto la relación  $\mathbf{s}-\mathbf{e}$  sigue una ley parabólica, con su máximo en  $f_c$  y con energía de fractura  $G_{fc}$  dada (TNO, 1996). En la fig 1.b se muestra la ley de endurecimiento. En tensión el comportamiento es lineal hasta  $f_t$ , y a partir de aquí el ablandamiento se modela por medio de una ley exponencial con energía de fractura  $G_{ft}$  dada. Físicamente  $G_f$  es la energía necesaria para generar una superficie unitaria de grieta, es común aceptar que esta cantidad es una característica intrínseca de cada material. Numéricamente es el área bajo la curva esfuerzo contra ancho de grieta. El área bajo la curva esfuerzo-deformación es la energía relativa de fractura  $g_f$ . La relación entre la energía de fractura  $G_f$  y la energía relativa de fractura  $g_f$  es:

$$G_f = g_f h \quad (2)$$

donde  $h$  es el ancho de banda del material, en el caso de elementos finitos, se ha demostrado que este parámetro depende de la geometría del elemento. Para cuadriláteros es común aceptar que  $h$  se calcula como la raíz cuadrada del área del elemento.

La mampostería tiene un comportamiento mecánico ortótropo, que se acentúa en la etapa de comportamiento no lineal, sin embargo, en el presente trabajo se consideró siempre comportamiento isótropo por varias razones. La primera es que actualmente se cuenta con muy poca información experimental acerca del comportamiento ortótropo de la mampostería, y hasta donde llega el conocimiento de los autores, no hay estudio alguno al respecto hecho con mamposterías mexicanas, por lo que sería muy aventurado intentar asignar propiedades ortótropas a un modelo. Además, un comportamiento isótropo debe ser suficiente para captar la respuesta general de la estructura porque las direcciones en las que ocurre la plastificación y el agrietamiento son muy similares en todo el muro y en toda la historia de carga.

Para el modelo de comportamiento de la mampostería se utilizó el criterio de Von Mises para falla en compresión, y un criterio lineal para tensión, como se indica en la fig 2.a. El modelo de ablandamiento en compresión es parabólico, como en el modelo del concreto, y el de tensión está basado en la teoría de la fractura, con ablandamiento de Hordijk *et al* (TNO, 1996), fig 2.b. En la mecánica de la fractura se reconoce que al iniciarse la formación de una grieta, la rigidez en cortante del material se reduce. Con este fin se introduce el factor de retención de cortante  $\mathbf{b}$ , menor que la unidad y mayor que cero, que multiplica al módulo de cortante  $G$ , en este caso se tomó un valor constante de  $\mathbf{b}=0.001$ . Este valor es demasiado pequeño y no tiene una justificación física o experimental; sin embargo, numéricamente ofrece la ventaja de evitar que los esfuerzos principales giraren lo suficiente como para que se inicie la formación de otra grieta, con diferente orientación, en un mismo elemento.

Los elementos interfaz de cuatro nudos que se utilizaron para modelar el contacto entre el muro y el resto de la estructura tienen rigideces elásticas, normal y tangencial, dadas por:

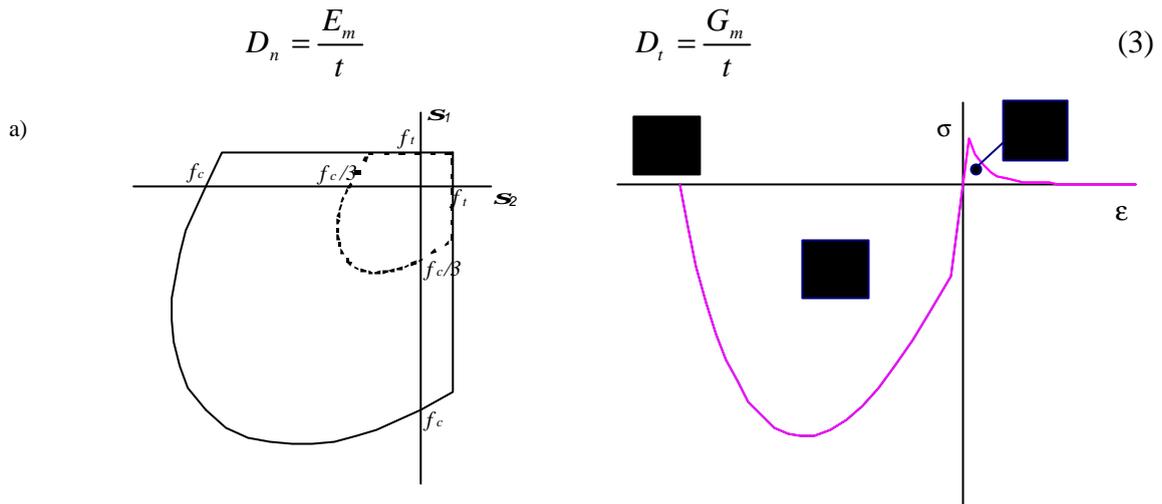


Figura 1. Modelo de comportamiento para el concreto; a) criterio de falla combinado Von Mises-Rankine; b) ley de endurecimiento.

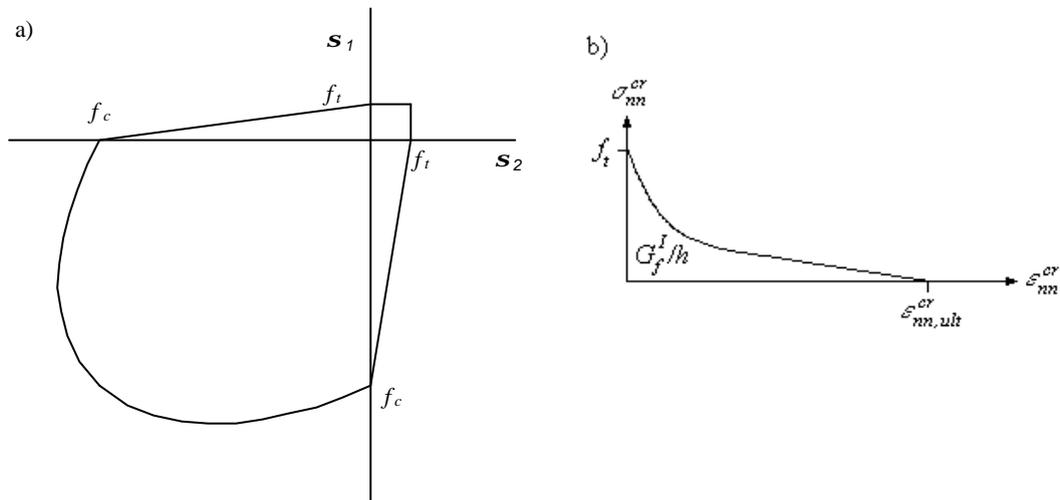


Figura 2. Modelo de fractura para mampostería; a) criterio de falla; b) modelo de ablandamiento de Hordijk *et al* (TNO 1996).

donde  $E_m$  y  $G_m$  son los módulos de Young y de cortante del mortero respectivamente, y  $t$  es el espesor de la junta que se está representando. Para el comportamiento no lineal se utilizó el criterio de falla de Coulomb, con un límite en el esfuerzo de tensión (cut off), como se muestra en la fig 3. El comportamiento en dirección normal del elemento es elasto-plástico perfecto. Se utiliza retención de cortante constante, con un valor nulo de la rigidez reducida, lo que implica también comportamiento elasto-plástico perfecto en cortante. La matriz de rigideces tangente para este tipo de elementos queda expresada por (TNO 1996):

$$\mathbf{k}_t = \frac{1}{h + k_n \tan(\mathbf{f}) \tan(\mathbf{y}) + k_t} \begin{bmatrix} k_n (h + k_t) & -k_n k_t \tan(\mathbf{y}) \frac{t_t}{|t_t|} \\ -k_n k_t \tan(\mathbf{f}) \frac{t_t}{|t_t|} & k_t (h + k_n \tan(\mathbf{f}) \tan(\mathbf{y})) \end{bmatrix} \quad (4)$$

donde  $h = \partial f / \partial \mathbf{k}$ ,  $k_n$  y  $k_t$  son las rigideces elásticas normal y tangencial respectivamente,  $\mathbf{f}$  y  $\mathbf{y}$  son los ángulos de fricción y de expansión respectivamente, y  $t_t$  es el esfuerzo tangencial. Es evidente de la ec 4 que si el ángulo de fricción es diferente que el de expansión, la matriz resulta ser asimétrica. La expansión depende del nivel de esfuerzos confinantes en razón inversa, del grado de rugosidad de las superficies en contacto, y de la cantidad de

desplazamiento tangencial. Inicialmente tiene un valor alto ( $0.2 < \tan(\mathbf{y}) < 0.75$ ) y a medida que se produce el deslizamiento, las rugosidades se liman y la expansión tiende a cero. Lourenço (1996) encuentra que suponer un valor nulo para este parámetro da buenos resultados. El ángulo de fricción también disminuye con el deslizamiento, hasta un valor residual. Lo anterior implica que en general se tienen valores diferentes para  $\mathbf{f}$  y  $\mathbf{y}$ , lo que, a su vez, produce matrices tangentes asimétricas.

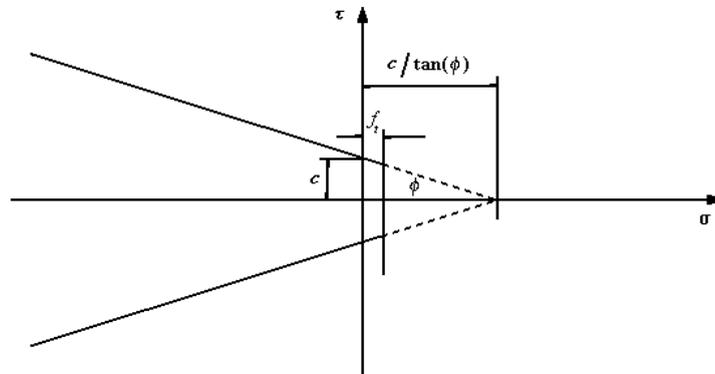


Figura 3. Criterio de falla de Coulomb.

Para el acero de refuerzo se supone un comportamiento elasto-plástico perfecto, y se considera que existe adherencia perfecta con el concreto. Esta hipótesis es bastante razonable en marcos con muros de relleno, según los resultados de Mehrabi *et al* (1994).

Para este modelo se intentaron varios de los métodos iterativos más comunes y considerados los más eficientes, como son: Newton-Raphson, Newton-Raphson modificado, el de la matriz secante, entre otros; sin embargo, no se pudo convergir a soluciones más allá de unos cuantos incrementos de carga, ya sea porque no se alcanzaba el criterio de convergencia, o porque el error se hacía mayor con cada iteración. El método que permitió encontrar soluciones aproximadas para cualquier nivel de deformación fue el de la matriz de rigidez lineal, que consiste en utilizar durante todo el proceso la matriz de rigideces que se obtiene inicialmente, antes de que ocurra ningún comportamiento no lineal. Este método tiene las ventajas de que la matriz de rigideces es positiva definida y simétrica, y que se factoriza una sola vez en todo el proceso. Sin embargo, tiene las desventajas de requerir un mayor número de iteraciones para alcanzar la convergencia, comparado con otros métodos.

#### 4. EJEMPLO DE APLICACION

Con el fin de calibrar el modelo numérico y obtener mayor información del comportamiento de marcos con muros de relleno, se elaboró un modelo de elementos finitos con base en los datos reportados por Meli y Salgado (1969) de uno de sus ensayos experimentales. Las características geométricas del modelo se muestran en la fig 4.a. Las piezas eran tabiques de barro recocido, con dimensiones nominales de  $6 \times 12 \times 24$  cm, y con un módulo de Young de  $E_p = 11,000$  kg/cm<sup>2</sup>. El mortero empleado en las juntas tenía una proporción de 1:3 en cemento: arena con una resistencia a la compresión  $f_b = 285$  kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia a la compresión de la mampostería era de  $f_m = 102$  kg/cm<sup>2</sup>. La resistencia a la compresión del concreto del marco era  $f'_c = 237$  kg/cm<sup>2</sup>. Los castillos estaban reforzados con cuatro varillas longitudinales de  $5/8$  in de diámetro, y estribos de  $1/4$  in a cada 20 cm. El acero de refuerzo era de tipo estructural con esfuerzo de fluencia nominal de 4,000 kg/cm<sup>2</sup>. Los castillos se colaron una vez terminada la construcción del muro. La carga horizontal se aplicaba progresivamente para producir incrementos de deformación angular prefijados,

controlados por medio de la deformación de una de las diagonales. Meli y Salgado (1969) reportan que en el experimento el muro se agrietó cuando la carga lateral alcanzó las 6.43 ton, y la deformación angular era de  $1.11 \times 10^{-3}$ . Después la carga se incrementó hasta un máximo de 11.00 ton cuando el muro había alcanzado una deformación angular de  $13.4 \times 10^{-3}$ .

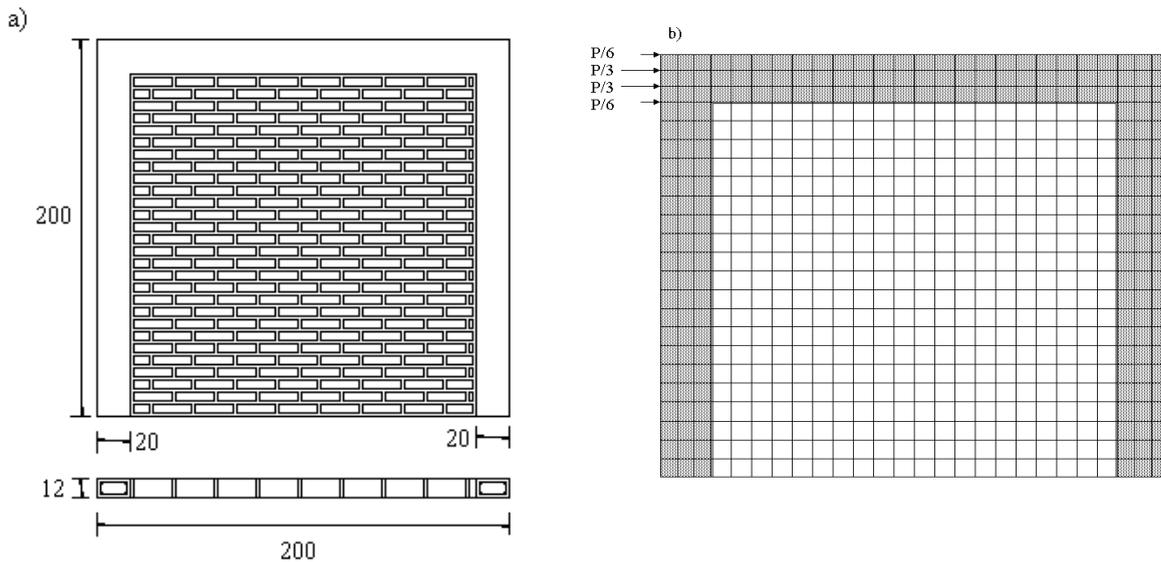


Figura 4. Modelo de marco y muro confinado; a) características geométricas del modelo experimental de Meli y Salgado (1969); b) malla de elementos finitos del modelo numérico.

La malla de elementos finitos empleada se muestra en la fig 4.b. Después de un proceso de calibración en el que se mantuvieron constantes las propiedades del marco de concreto reforzado y de la interfaz, se llegó a los parámetros que se indican en la Tabla 1, el espesor de la junta entre muro y marco se supuso de 1 cm. En la fig 5 se comparan las curvas carga contra deformación angular de los modelos experimental y numérico. En esta figura se observa un comportamiento muy similar de los dos modelos hasta antes del agrietamiento diagonal del muro, en donde el modelo experimental reduce ligeramente su carga antes de retomar una rigidez positiva. En el modelo numérico el agrietamiento ocurre a una carga ligeramente menor que en el experimental, sin embargo, después del agrietamiento, el comportamiento vuelve a ser muy similar en ambos. En la última etapa, el modelo experimental pierde rigidez más rápidamente que el numérico. Para explicar este comportamiento se han considerado dos hipótesis aún no verificadas. La primera es que el comportamiento de estructuras en las que el agrietamiento ocurre como una sola grieta, no puede ser modelado adecuadamente por medio del enfoque de la fractura distribuida, en cuyo caso la fractura discreta debería de dar mejores resultados, aunque a un costo mucho mayor. La otra posible explicación es que en los modelos de comportamiento considerado no se reconoce ninguna reducción en la resistencia en compresión de los materiales cuando se ha iniciado el agrietamiento.

## 5. PROPUESTA DE MODELO DE DIAGONALES

Como una aplicación práctica de los resultados obtenidos de modelos numéricos como el presentado en la sección anterior, se propone el desarrollo de un modelo simplificado de muro para el análisis de marcos con rellenos. El objetivo principal de proponer un nuevo modelo para el análisis de muros diafragma es intentar reproducir lo mejor posible la distribución de elementos mecánicos en el marco obtenidos mediante un análisis no lineal,

con el fin de que el diseño del mismo sea congruente con las solicitaciones a las que estará expuesto durante un sismo intenso; al mismo tiempo que se pueda reproducir adecuadamente el comportamiento global, en análisis realizables en la práctica de la ingeniería. Debido a que únicamente se cuenta con resultados de un modelo de elementos finitos, no fue posible calibrar el modelo simplificado para su aplicación general, por ello, la propuesta se limita a sentar las bases para el desarrollo de dicho modelo. Se ilustra, mediante el ejemplo del muro estudiado en la sección anterior, que es posible definir los parámetros del modelo simplificado de tal manera que se cumpla con el objetivo señalado arriba.

Tabla 1. Parámetros del modelo numérico.

	$E$ $kg/cm^2$	$n$ -	$f_c$ $kg/cm^2$	$G_{fc}$ $kg.cm/cm^2$	$f_t$ $kg/cm^2$	$G_{ft}$ $kg.cm/cm^2$	$c$ $kg/cm^2$	$\tan(f)$ -	$\tan(y)$ -
Mampostería	8000	0.25	14.0	2.0	2.2	0.01	-	-	-
Concreto	$1.2 \times 10^5$	0.20	237	5.0	23.7	0.05	-	-	-
Acero	$2 \times 10^6$	-	4000	-	4000	-	-	-	-
Interfaz	8000	0.25	-	-	0.0	-	2.5	0.75	0.0

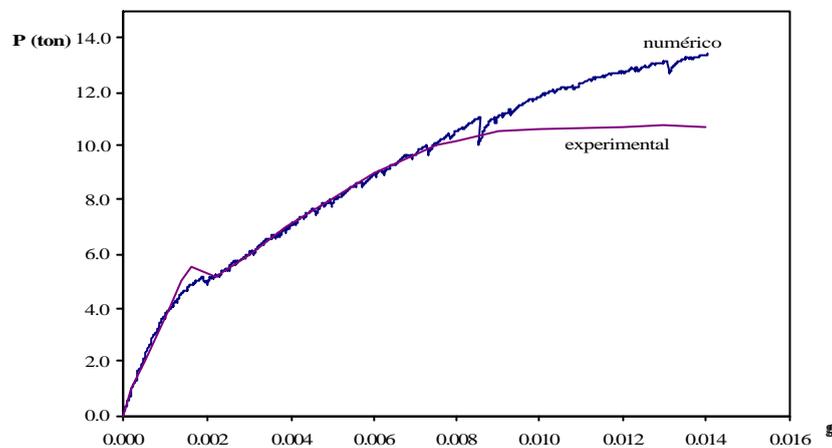


Figura 5. Gráficas carga contra deformación angular.

Los elementos mecánicos en el marco cambian no sólo en magnitud, sino también en distribución, debido principalmente al cambio en la longitud de contacto con el muro, a medida que ocurre el daño en la estructura. Tratar de modelar los cambios en la longitud de contacto implicaría que no sólo las propiedades mecánicas del modelo fueran cambiantes, sino también su geometría, y esto lo haría demasiado complejo para su uso en la práctica común de la ingeniería. Por lo anterior se consideró que el modelo tuviera una longitud de contacto constante para todo su comportamiento.

El modelo que se propone consiste en sustituir al muro por tres elementos armadura que únicamente pueden tomar fuerzas axiales de compresión (fig 6), de manera similar al propuesto por Chrysostomou *et al* (1992). El elemento en la diagonal modela el comportamiento de una franja de muro que inicialmente toma una parte importante de la carga, pero cuya contribución en la transmisión de cargas disminuye notablemente cuando ocurre el agrietamiento del muro. Los elementos excéntricos inicialmente transmiten una parte pequeña de la carga, pero modifican las distribuciones de elementos mecánicos del marco, y permiten, además, tomar en cuenta la posible excentricidad con la que se transmite la carga del muro al marco. Cuando ocurre el agrietamiento del muro y el elemento central pierde rigidez, los elementos excéntricos toman un porcentaje mayor de la carga. Esto es congruente con lo observado en el modelo de elementos finitos, en donde, para las etapas

finales, se observa una reducción de los esfuerzos principales en la franja central del muro, y la formación de franjas laterales a través de las cuales se transmiten los esfuerzos.

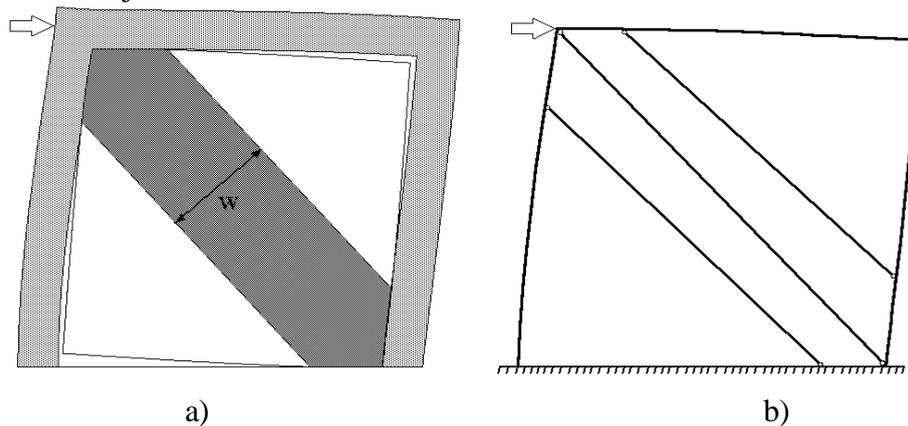


Figura 6. Modelo de tres diagonales; a) Idealización del trabajo de un muro como un puntal en compresión; b) modelo propuesto para análisis.

A los elementos se les asigna comportamiento elasto-plástico perfecto, porque es el más sencillo para representar comportamiento no lineal. La rigidez inicial del elemento central se define a partir del estado de la estructura antes de producirse el agrietamiento del muro. Cuando se alcanza este estado, la diagonal central fluye. El segundo estado que se considera importante es el correspondiente a la deformación angular de  $\theta=0.006$ . Este valor es en cierto modo arbitrario, deben hacerse estudios encaminados a determinar este parámetro, e incluso este segundo estado o estado último puede considerarse dependiente del nivel y tipo de desempeño que se quiera lograr. Las rigideces de las diagonales excéntricas están definidas por el comportamiento de la estructura entre el agrietamiento del muro y la deformación máxima; estos elementos fluyen cuando se alcanza este último estado.

Con el fin de verificar que es posible definir los parámetros de un modelo como el propuesto, de manera tal que se cumplan los objetivos señalados, se procedió a calibrar un modelo con la estructura estudiada en el capítulo anterior. Debido a que lo que se pretende validar es el modelo que sustituye al muro, el modelo del marco se conservó exactamente igual al descrito en la sección anterior; se eliminaron los elementos que representan al muro y a la interfaz, y se agregaron los tres elementos barra del modelo propuesto. Existen tres conjuntos de variables que definen el comportamiento del modelo propuesto, el primero es la ubicación de las diagonales excéntricas, el segundo está integrado por las rigideces de los elementos, y el tercero por sus resistencias.

La ubicación de las diagonales debe estar relacionado con la longitud de contacto entre el muro y cada uno de los elementos que lo confinan (en este caso se incluye la viga de cimentación). Se observó que una buena elección es colocar los extremos de los elementos diagonales en los puntos donde se inicia el contacto al momento de producirse el agrietamiento del muro; por una parte, porque la carga que transmite el muro no aumenta mucho después del agrietamiento; y por otra parte, porque se espera que en una estructura bien diseñada, para niveles de desempeño relacionados con el daño, la mayoría de los muros deben alcanzar al menos la carga de agrietamiento durante el sismo más intenso que probablemente se presente en su vida útil. Sin embargo, es necesario considerar un mayor número de casos para dar una recomendación general en este sentido.

Para definir las rigideces y resistencias de cada uno de los elementos diagonales, se estudió la distribución de los esfuerzos de contacto entre muro y marco en los estados de agrietamiento y deformación máxima. Se supuso que la diagonal central debería tomar la fuerza resultante de los esfuerzos de contacto en zonas definidas, tanto de la viga como de la columna, con base en la recomendación que dice que el cortante con el que debe diseñarse un

elemento de concreto reforzado es aquel que se presenta a un peralte del paño del apoyo. De esta forma las dos zonas de contacto entre muro y marco quedan divididas en tres subzonas, y la resultante de los esfuerzos de contacto en ellas se pueden asociar con cada una de las tres diagonales del modelo. Estas subzonas de contacto definen, asimismo, las áreas transversales de los elementos diagonales.

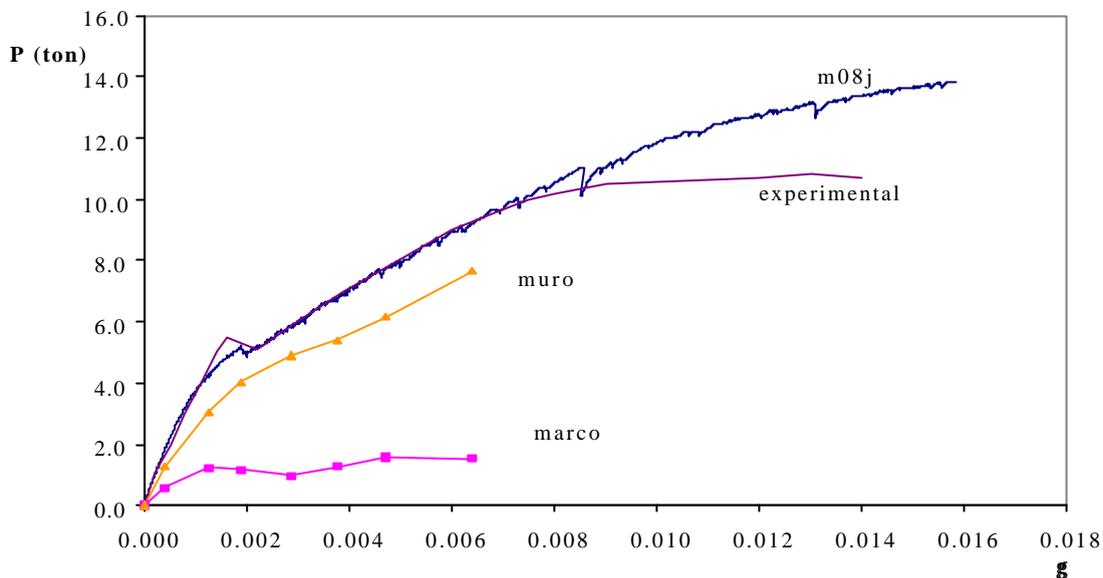


Figura 7. Cortantes que toman el muro y el marco.

La fig 7 muestra la proporción de la carga lateral que toman el marco y el muro para algunos pasos de carga, desafortunadamente no se cuenta con un desglose de cargas similar para el modelo experimental, por lo que no se puede establecer una comparación. Se puede observar que el cortante en el muro se incrementa con una tendencia bilineal, esto refuerza la propuesta de hacer que la diagonal central fluya al producirse el agrietamiento del muro. De esta forma, la suma de las rigideces iniciales de las tres diagonales debe ser la rigidez de la primera rama de esta curva, mientras que la segunda rama, define la suma de las rigideces de las diagonales excéntricas. Se hicieron una serie de análisis del modelo descrito, en los que se fueron modificando los módulos de Young de las diagonales hasta obtener un comportamiento global similar al presentado por los modelos de elementos finitos y experimental. Las resistencias se definieron de manera que la diagonal central fluya cuando alcanza la carga de agrietamiento, mientras que las diagonales externas fluyen cuando alcanzan la carga correspondiente con el estado último. Las propiedades de los elementos equivalentes se determinaron por prueba y error; sin embargo, la intención es que, una vez que se cuente con una cantidad suficiente de modelos así obtenidos para diferentes casos, se puedan obtener reglas de aplicación general.

De la forma descrita se llegaron a definir los valores de los parámetros de los elementos diagonales que se indican en la tabla 2 con los cuales se obtiene la curva carga contra deformación angular que se muestra en la fig 8. En esta figura se incluyen, con fines comparativos, las curvas obtenidas con el modelo de elementos finitos y con el modelo experimental, además, se muestran los cortantes que toman el muro en el modelo de elementos finitos, y las diagonales en el modelo simplificado. Se observa que el modelo de tres diagonales se comporta en forma muy similar a los otros dos. La fluencia de las diagonales excéntricas ocurre antes de la deformación angular de 0.006; sin embargo, esto hace que las curvas sean más parecidas entre sí. Asimismo, se observa que el cortante que toman las diagonales en el modelo simplificado concuerda aproximadamente con el que toma

el muro en el modelo de elementos finitos hasta la deformación de 0.006. Poco antes de este punto, las diagonales han fluido y no tienen más rigidez, mientras que el muro sigue tomando más carga aparentemente.

Tabla 2. Propiedades de los elementos diagonales equivalentes.

Elemento	$A$ $cm^2$	$E$ $kg/cm^2$	$f_m$ $kg/cm^2$
1	270	6,000	12.0
2	340	11,000	8.0
3	340	6,000	12.0

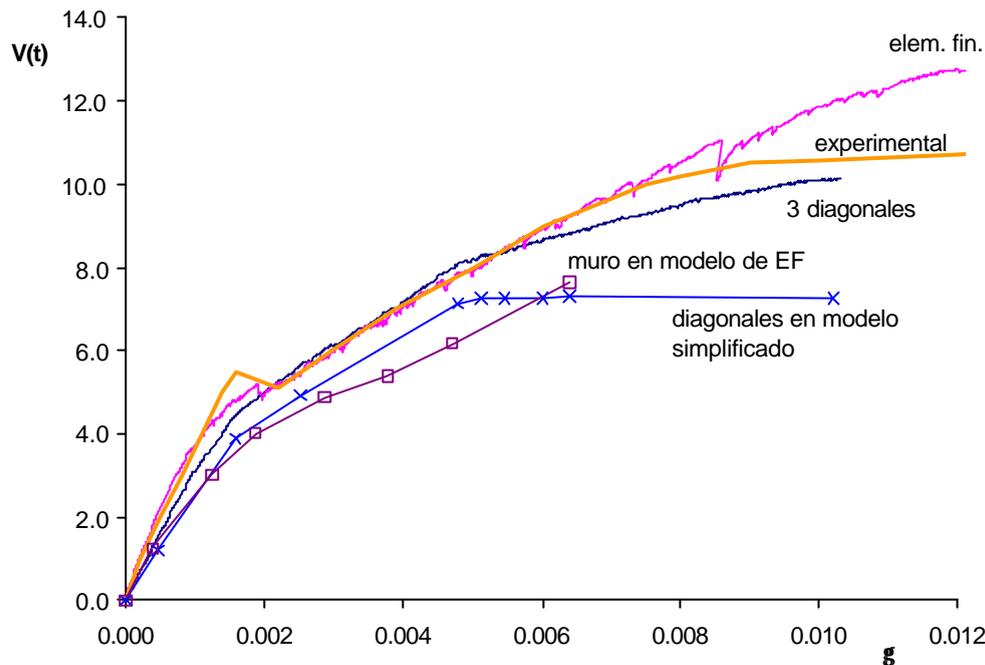


Figura 8. Gráficas carga contra deformación angular de los tres modelos, del muro en el modelo de elemento finitos y de las diagonales en el modelo simplificado.

En la fig 9 se muestran los elementos mecánicos obtenidos con ambos modelos en el estado de deformación máxima. Se aprecia que existe buena semejanza entre ambos modelos. Las diferencias en las formas de los diagramas eran de esperarse por la distinta manera en que se transmiten las cargas al marco. Sin embargo, el modelo de tres diagonales, a diferencia de los basados en una sola diagonal, permite aproximar la variación de los elementos mecánicos en los extremos de los elementos del marco. Aquí es importante mencionar que, para un mayor refinamiento del modelo propuesto, se debería estudiar la posible modificación de las rigideces de las porciones de los elementos del marco que se encuentran entre la diagonal y el nudo. Esto con el fin de igualar las deformaciones en estos tramos, que en el caso real ocurren por fuerzas distribuidas, mientras que en el modelo simplificado ocurren por fuerzas concentradas con cambios bruscos en las fuerzas cortante y normal, y en la pendiente del diagrama de momentos. Además, en el caso real, se transmiten esfuerzos tangenciales en el paño de los elementos del marco, lo cual va en contra de una de las hipótesis básicas de la teoría de vigas. Esto justifica realizar un estudio detallado del comportamiento de los elementos del marco en la zona de contacto con el muro, con fines no únicamente de análisis, sino para estudiar las implicaciones que este fenómeno pudiera tener en el diseño.

El modelo propuesto requiere ser desarrollado para convertirse en una herramienta que se pueda utilizar cotidianamente en la práctica de la ingeniería estructural. Esto implica la

elaboración de modelos simplificados para marcos con diferentes combinaciones de parámetros y características geométricas, para proponer recomendaciones generales en cuanto a las rigideces y resistencias de los elementos equivalentes, la posición de los elementos excéntricos, entre otras características. Es importante mencionar que los estudios que se hagan con este fin deben incluir estructuras con múltiples niveles y con múltiples crujeías, para que el modelo resultante sea aplicable a estructuras reales.

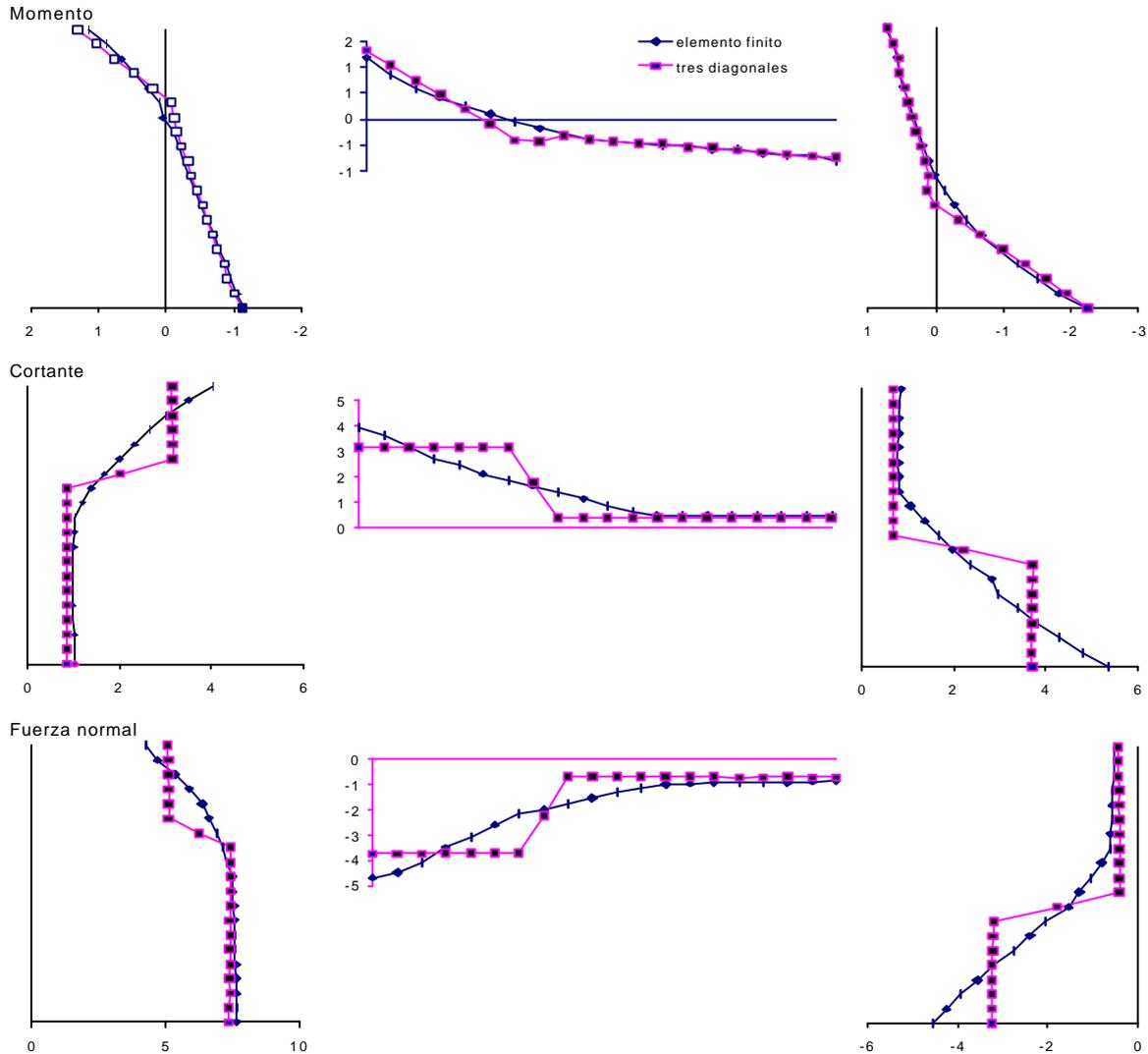


Figura 9. Comparación de elementos mecánicos en el marco entre el modelo simplificado y el modelo de elementos finitos para la deformación máxima.

## CONCLUSIONES

El comportamiento de marcos con muros de relleno de mampostería sujetos a cargas laterales es muy complejo, con efectos no lineales prácticamente desde el inicio de la carga, modos de falla muy diversos, entre otras dificultades. Su modelado, aún con el método de los elementos finitos, no es sencillo, requiere tomar en cuenta muchos fenómenos que no son comúnmente incluidos en programas de análisis no lineal, tal es el caso de los elementos interfaz o modelos ortótropos de comportamiento. Se cuenta con muy poca información experimental de los parámetros necesarios para estos modelos, especialmente los que se refieren a la parte del ablandamiento por deformación, como son las energías de fractura en

tensión y en compresión, el comportamiento ortótropo, adherencia entre mortero y piezas, así como entre mortero y concreto. En la literatura se habla muy poco y muy vagamente acerca de qué métodos de solución de sistemas no lineales son más adecuados a cada caso, y sobre las tolerancias recomendables para lograr ciertos niveles de precisión.

A pesar de estas dificultades, en este trabajo se demostró que, con base en la limitada información existente, es posible definir modelos numéricos basados en el método de los elementos finitos, como el presentado, capaces de reproducir satisfactoriamente el comportamiento de estas estructuras, al menos hasta los niveles de distorsión permitidos por los reglamentos de construcción. Es importante mencionar que, para explotar el potencial de este tipo de modelos numéricos, es necesario contar con información experimental adecuada que los respalde. El modelo de tres diagonales cuyas bases se propusieron en este trabajo tiene el potencial de representar las principales características del comportamiento, tanto global como local, de muros diafragma de mampostería. Una vez desarrollado completamente puede convertirse en una herramienta poderosa, de aplicación práctica, para el análisis y diseño de estructuras con este tipo de elementos.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece el patrocinio de este trabajo al Instituto Mexicano del Petróleo mediante el proyecto FIES “Desarrollo de modelos numéricos y herramientas de software para evaluar el proceso de fractura en estructuras de acero y concreto sometidas a cargas estáticas y/o cíclicas aplicando a la mecánica de fractura”. El primer autor agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (México) la beca otorgada para realizar sus estudios de maestría.

## REFERENCIAS

Chrysostomou, C.Z., Gergely, P. y Abel, J.F. “Nonlinear seismic response of infilled frames.” *10<sup>o</sup> Congreso Internacional de Ingeniería Sísmica*, Balkema, Rotterdam, pp. 4435-4437, (1992).

Combescure, D., Pegon, P. y Anthoine, A. “Modeling of the in-plane behaviour of masonry infilled frames”, *European Seismic Design Practice*, Elnashai (ed.), Balkema. Rotterdam, pp. 621-629. (1995).

Lourenço, P.B. Computational strategies for masonry structures, Tesis doctoral, Universidad Tecnológica de Delft, Holanda, (1996).

Mehrabi, A.B., Shing, P.B., Schuller, M.P. y Noland, J.L. Performance of masonry-infilled R/C frames under in-plane lateral loads. Reporte CU/SR-94/6, Departamento de ingeniería civil, ambiental y arquitectónica, Universidad de Colorado en Boulder, (1994)

Meli P., R. y Salgado G., Comportamiento de muros de mampostería sujetos a carga lateral. Informe No 237, Instituto de Ingeniería, UNAM, septiembre, (1969).

Moghaddam. H.A. y Dowling, P.J. The state of the art in infilled frames. Reporte de Investigación No 87-2, Colegio Imperial de Ciencia y Tecnología, (1987).

Orduña, A. Modelo de muros de mampostería para el análisis no lineal de marcos de concreto reforzado con muros diafragma. Tesis de maestría, UNAM, México, (2000).

TNO Building and Construction Research, DIANA user's manual, release 6.1. TNO Building and Construction Research, (1996).

<b>Universidad Nacional de Cuyo</b> <b>Facultad de Ingeniería</b>		<b>Ingeniería Sismorresistente</b>	
Guía de Estudio		Francisco Crisafulli	
<b>NOCIONES DE SISMOLOGÍA</b>		Fecha: Marzo 2002	
		No de hojas: 16	

## **RESEÑA HISTÓRICA**

La humanidad ha experimentado a lo largo de la historia el efecto destructivo de los terremotos, los cuales han originado grandes pérdidas económicas y centenares de miles de víctimas. Este fenómeno natural se manifiesta a través de la vibración o movimiento de la superficie terrestre en distintas direcciones como resultado de la propagación de ondas sísmicas. Sin embargo, el hombre tardó mucho tiempo en explicar, con fundamentos científicos, el origen de los terremotos. Diversas ideas o razones fueron propuestas a lo largo de los siglos, algunas fundamentadas en factores naturales y otras simplemente basadas en supersticiones o creencias religiosas. Por ejemplo, el naturista romano Plinio "El viejo" (23 al 79 antes de Cristo) propuso que los terremotos se producían como consecuencia del enojo de la madre tierra por las perforaciones que realizaba el hombre para extraer minerales. Para los aztecas, la tierra y el sol habían sido previamente destruidos cuatro veces por los jaguares, el viento, la lluvia y el agua. El quinto castigo impuesto por sus dioses eran los terremotos. La cultura maorí en Nueva Zelanda creía que Ruaumoko, el dios de los terremotos y volcanes, era un hijo de la madre tierra que quedó accidentalmente atrapado debajo de la superficie terrestre, siendo los terremotos una expresión de su enojo. En forma similar, la mitología japonesa considera que los terremotos son producidos por un gran pez lobo oculto en el fondo de los mares.

La comunidad científica buscó explicaciones más racionales. Así es que Aristóteles propuso que la causa de los terremotos era vientos encerrados en cavernas subterráneas que eventualmente producían el movimiento de la tierra al escapar violentamente hacia la superficie. Esta teoría, aceptada por los científicos por más de 1500 años, llevó a la creencia de que los días calmos y calurosos eran más propensos a la ocurrencia de terremotos. Para explicar la ocurrencia de los terremotos, diversas teorías científicas se desarrollaron durante el siglo XIX y principios del XX. Rossi propuso que el origen de los terremotos se debía a violentas tormentas de vapor de agua y gases provenientes del magma terrestre que se producían en el interior de la corteza. Esta idea se conoció como "teoría explosiva de los sismos". Otros sismólogos creyeron que la actividad sísmica estaba asociada a los movimientos de lava producidos por las erupciones volcánicas. Como se indica posteriormente, este tipo de terremotos se denominan volcánicos, sin embargo no son la fuente principal de sismos. De gran importancia fue el aporte de A. von Humboldt quien distinguió el origen volcánico y tectónico de los terremotos y las investigaciones de E. Suess que mostraron por primera vez la relación entre los sismos y la formación de pliegues geológicos.

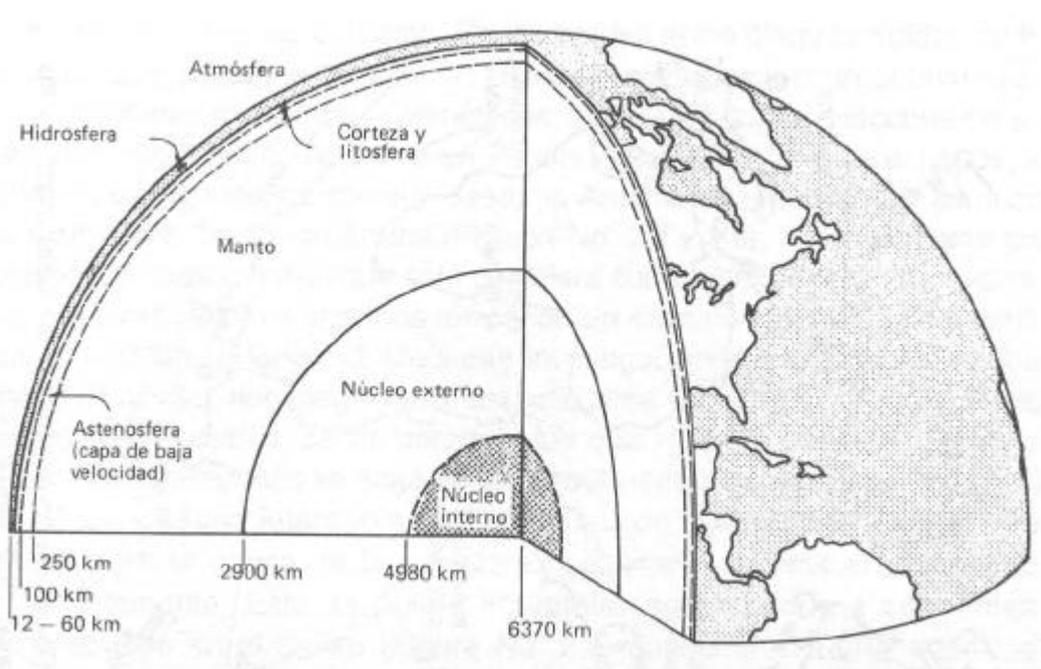
A los efectos de estudiar los mecanismos generadores de terremotos es necesario conocer, aún que más no sea en forma general, la estructura y configuración del globo terráqueo.

## **COMPOSICIÓN DE LA TIERRA**

Los científicos creen que la Tierra se formó hace 4600 millones de años, probablemente después de que una masiva explosión originó una nube de polvo y gas. Fuerzas gravitatorias hicieron que las partículas se combinaran en una masa caliente de material fundido. El transcurso del tiempo, acompañado de complejos procesos químicos, físicos y biológicos llevaron al estado actual de la Tierra. Las rocas más antiguas de las que se conocen tienen de 4000 a 3800 millones años y se encuentran en Groenlandia. Las primeras bacterias y algas aparecieron hace unos 3500

millones de años, mientras que los mamíferos tienen una antigüedad de 65 millones de años. Los ancestros del ser humano aparecieron hace sólo 4 millones de años. No se han encontrado signos reconocibles que permitan estudiar lo ocurrido durante los primeros 600-800 millones de años de historia de la Tierra.

La Tierra, con un radio promedio de 6370 km, esta formada por tres capas concéntricas principales: núcleo, manto y corteza; estas capas se formaron cuando la Tierra comenzó a enfriarse y los materiales más pesados y calientes se hundieron, concentrándose en el centro. El núcleo, ubicado en la parte central, presenta una capa interna de material sólido y denso, mientras que la parte exterior, compuesta por metales fundidos (densidad  $13.5 \text{ t/m}^3$ ) se encuentra sometida a grandes presiones y temperaturas. El manto tiene un espesor de aproximadamente 2900 km y está constituida por distintos tipos de rocas. La parte externa del manto se denomina astenosfera y se comporta como un medio visco-elástico capaz de fluir plásticamente, debido al estado parcialmente fundido de las rocas. Las temperaturas interiores varían desde unos  $6000 \text{ }^\circ\text{C}$  en la parte central del núcleo hasta  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$  en la astenosfera.



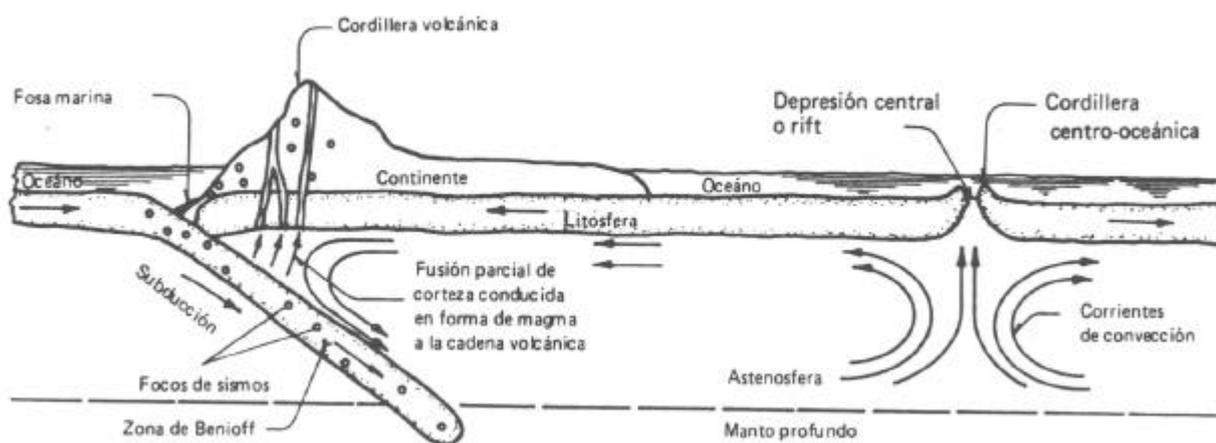
Conformación de la tierra.

La capa más externa es la corteza, comparable a "la cáscara" del globo terrestre debido a su reducido espesor en relación al radio de la Tierra. Las características de la corteza son considerablemente distintas en los océanos y continentes. Las cuencas oceánicas están constituidas por rocas basálticas muy resistentes, con espesor variable entre 5 y 10 km. Las plataformas continentales son más livianas, formadas principalmente por rocas graníticas sobre un basamento de basalto, con un espesor promedio de 35 km que puede llegar a un máximo de 75 km. La corteza terrestre es deformada, plegada y fracturada debido a las corrientes de convección térmica originadas en el manto, lo que explica el carácter irregular de la superficie terrestre. Los movimientos y deformaciones que se producen en la corteza están ligados a las características mecánicas de la litosfera que es la envolvente externa, rígida y resistente del planeta. La litosfera comprende la corteza en sí y la parte superior del manto, con un espesor promedio de 100 km. La división entre el manto y la corteza está caracterizada por ser una superficie donde se producen significativos cambios en la velocidad de propagación de las ondas sísmicas, que se denomina discontinuidad de Mohorovicic o simplemente Moho. El estudio de la composición de la Tierra muestra claramente que la idea de un planeta rígido y "sólido como la roca" es totalmente errónea y representa un obstáculo para entender los procesos geológicos que en ella ocurren.



una extensa cordillera en el Océano Atlántico que se extiende como una gigantesca costura desde la Antártida hasta Islandia. Algo similar se descubrió posteriormente en el Océano Indico y en el Pacífico. Estudios detallados del fondo marino, en base a mediciones magnéticas, expediciones submarinas, perforaciones y toma de muestras, revelaron que las rocas son tanto más viejas cuando más se aleja de cadena montañosa o dorsal oceánica. Este hecho se explicó considerando material incandescente, o magma, aflora a la superficie en la cima de las dorsales, a través de una depresión central llamada ‘rift’. El material fundido se extiende sobre el fondo marino y se solidifica, empujando a la corteza hacia ambos lados a razón de varios centímetros por año. Es decir que las depresiones de las dorsales oceánicas son las zonas activas a partir de las cuales se produce la expansión del fondo marino. Esto explica el por qué de la disgregación del supercontinente Pangea de acuerdo a la teoría de la deriva continental. Obviamente que si la Tierra no se expande, el aporte de material nuevo en las dorsales debe compensarse con material que desaparece en otras zonas del planeta. Esto ocurre cerca de las plataformas continentales donde la placa oceánica (de material basáltico mas pesado) se sumerge debajo de la placa continental y el material de la litosfera es nuevamente fundido para pasar a integrar el manto. El proceso de ascenso y descenso de material en el manto se debe a la presencia de corrientes de convección térmica, originadas por las grandes diferencias de temperatura entre el núcleo y la corteza. La zona donde se sumerge la placa oceánica se denomina zona de subducción y se caracteriza por una trinchera o fosa marina frente a la costa (por ejemplo, la fosa Tonga-Kermadec en el Pacífico occidental que tiene 10 km de profundidad).

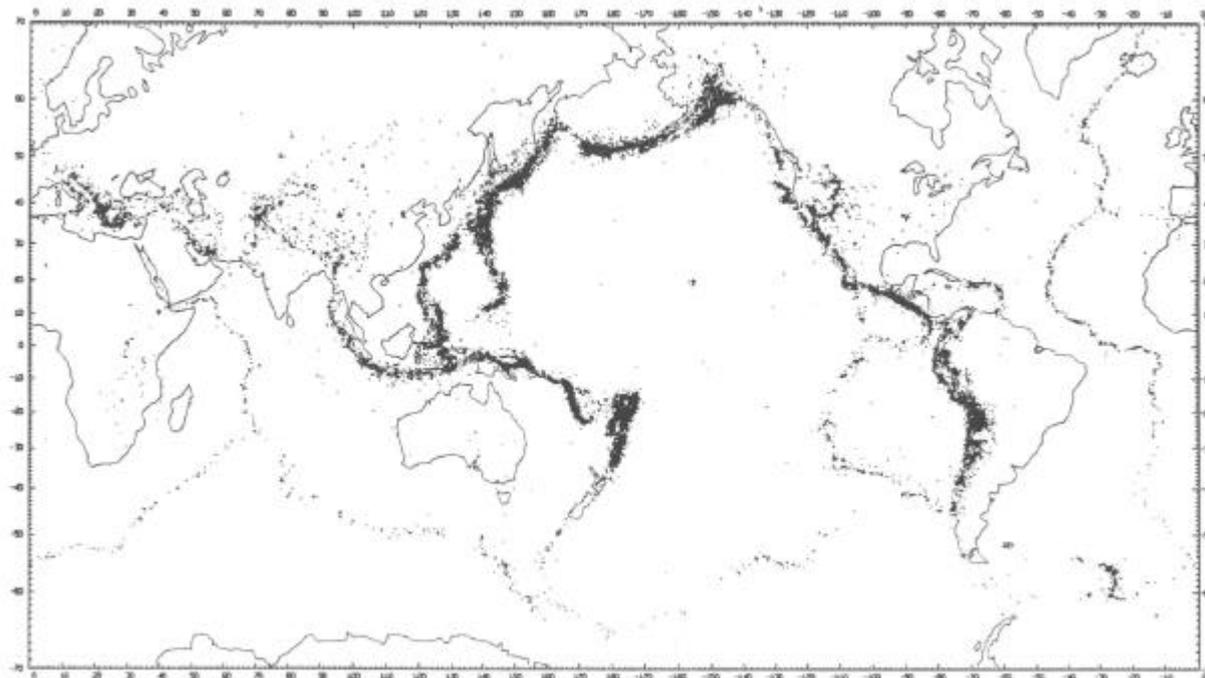
La dinámica de la corteza terrestre muestra que unas placas tienden a separarse entre si como resultado del aporte de nuevo material cortical mediante la inyección de magma; este es el caso de la placa Sur Americana y la Africana. En otros casos las placas colisionan en forma frontal, produciendo el plegamiento de la corteza y por lo tanto el levantamiento de cadenas montañosas como el Himalaya. Otras veces la colisión frontal produce el hundimiento de una placa debajo de otra. Un caso típico de esta situación es la placa de Nazca que se sumerge debajo de la placa de Sur América en la costa chilena.



Formación y subducción de la litosfera.

Existe una estrecha vinculación entre la tectónica de placas y los terremotos, tal como puede observarse al estudiar la distribución de los sismos registrados, los cuales no se encuentran aleatoriamente distribuidos sino que se concentran significativamente en los bordes de las placas (el 95% de la energía sísmica es liberada en los límites entre placas). Se observa una alta ocurrencia de sismos intensos y actividad volcánica en una zona periférica del Océano Pacífico desde la Patagonia, pasando por Chile Perú, el istmo de América Central, México, California. Continúa en Alaska y se extiende formando un arco con la península de Kamchatka, Japón, Filipinas para terminar en Fiji y Nueva Zelanda. Esta zona se conoce como Anillo de Fuego del Pacífico o Cinturón Circum-Pacífico. Algo similar ocurre en la zona que rodea el Mar Mediterráneo, pasando por Turquía, Irán, Asia Central y el Himalaya, que se conoce

como Franja Sísmica Alpino-Asiática. Por lo tanto existen regiones con alta sismicidad y otras donde la ocurrencia de terremotos es despreciable o nula.



Mapa de sismicidad mundial, donde se observa el epicentro de más de 30000 sismos.

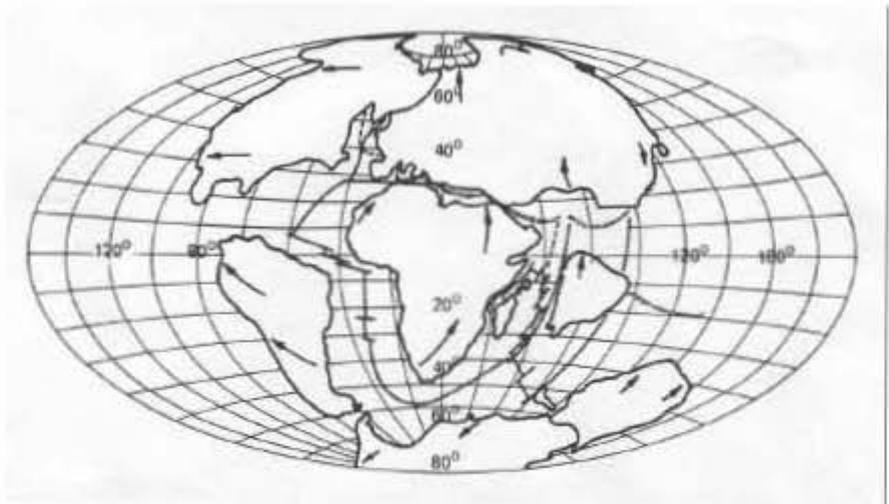
## MECANISMO DE LOS TERREMOTOS

### Generalidades

Actualmente se reconoce que el mecanismo principal que desencadena los terremotos está asociado a la deformación de la corteza rocosa que forma estrato externo de la Tierra. El estado tensional inducido en los materiales sólidos origina deformaciones que se traducen en: (1) cambio en el tamaño y/o forma del material, y (2) fractura del material.

Si el sólido es sometido a un estado tensional reducido, las deformaciones desaparecen cuando las tensiones se eliminan (proceso reversible, deformación elástica). Si las tensiones aplicadas exceden el límite elástico el material fluye plásticamente, presentando deformaciones permanentes cuando las tensiones son eliminadas. Las rocas ubicadas a grandes profundidades se deforman generalmente en forma plástica debido a las condiciones de alta presión y temperatura existentes. Contrariamente, las rocas localizadas cerca de la superficie sufren una falla frágil (fractura) cuando su capacidad de deformación es excedida. La resistencia a la ruptura de la roca depende principalmente de su resistencia a la compresión y tracción, temperatura, presión de confinamiento, presencia de líquidos, velocidad y duración del proceso de deformación. Como resultado de las deformaciones de la corteza terrestre se originan fallas, es decir zonas de fractura a lo largo de las cuales se producen movimientos relativos. Estos desplazamientos representan el mecanismo desencadenante de los sismos denominados tectónicos. Es decir que el movimiento de la falla produce el terremoto y no viceversa.

La zona en el interior de la corteza donde se originan las ondas sísmicas se denomina hipocentro. Estas ondas se propagan hasta alcanzar la superficie provocando el movimiento oscilatorio irregular del suelo que es típico de este fenómeno. El punto teórico sobre la superficie, determinado por un radio terrestre que pasa por el hipocentro, se denomina epicentro. La idealización del hipocentro como un foco de ondas es sólo un aproximación. En realidad el desplazamiento relativos de la falla se produce en a lo largo de una zona que puede ser muy extensa. Por ejemplo la falla de San Andrés, en Estados Unidos, origina terremotos a lo largo de una línea de más de 400 km. En el terremoto de Alaska de 1964 el desplazamiento de la falla ocurrió a lo largo de aproximadamente 600 km.



El continente Pangea tal como se supone que era hace 200 millones de años (parte superior), luego de su lento movimiento de deriva comienzan a separarse para adoptar la configuración indicada en el plano central hace 135 millones de años al final de Jurásico. Finalmente, hace 65 millones de años, al final del Cretácico, los continentes tenían una disposición similar a la actual (parte inferior).

## **Tipos de terremotos**

La mayoría de los terremotos se producen debido a desplazamientos internos de la corteza (sismo tectónicos), pero también pueden originarse debido a la actividad volcánica que produce movimientos violentos de lava y roca, y por el derrumbe natural de cavernas subterráneas. Además la actividad humana puede originar terremotos a través de explosiones accidentales o provocadas (pruebas nucleares) o bien por la alteración significativa de las condiciones en amplias zonas (por ejemplo debido a la construcción de presas). Por lo tanto, los terremotos puede clasificarse, teniendo en cuenta su origen, en tectónicos, volcánicos, por derrumbamientos o artificiales. Existen casos particulares de sismos, generalmente leves, que pueden originarse por otras causas, como ser el impacto de un meteorito (Siberia, 1908), grandes deslizamientos de tierras (deslizamiento del monte Pamir, 1911) o colapso de una presa.

De acuerdo a la profundidad del foco o hipocentro los terremotos pueden clasificarse en cuatro tipos: (1) superficiales, con profundidades menores de 20 km, (2) someros, entre 20 y 70 km, (3) intermedios, entre 70 y 300 km, y (4) profundos, con profundidades mayores de 300 km. Esta clasificación es sólo indicativa, pudiendo variar entre distintas zonas sísmicas. Los terremotos superficiales son los que producen mayor daño y destrucción, representando el 75% del total de la energía sísmica liberada anualmente.

Otro criterio para clasificar los terremotos es en base al lugar, relativo a las placas tectónicas, en el que se producen. Los sismos interplaca son aquellos generados en los bordes o límites de las placas litosféricas, mientras que los sismos intraplaca son los que se producen en fallas geológicas locales alejadas de los bordes de las placas.

## **La Teoría del Rebote Elástico**

Después del gran terremoto que afectó San Francisco en 1906 mediciones de campo y relevamientos topográficos de precisión mostraron que las rocas localizadas al oeste de la falla de San Andrés se habían movido considerablemente hacia el noroeste. En base a los datos medidos, Reid propuso la teoría del rebote elástico, que puede resumirse en tres puntos

1. Cuando un terremoto ocurre a lo largo de una falla, las tensiones concentradas a lo largo de un cierto periodo de tiempo son eliminadas resultando en un estado no deformado de las rocas circundantes.
2. A lo largo del tiempo, la corteza terrestre acumula deformaciones debido a distorsiones y movimientos de las rocas.
3. En cierto tiempo y en cierto puntos de la falla, la tensiones acumuladas exceden la resistencia friccional entre los bloques rocosos produciendo un deslizamiento relativo en forma abrupta (rebote elástico). De esta forma la energía de deformación acumulada en la falla se libera a través de ondas sísmicas que se propagan por los distintos estratos que conforman la Tierra, alcanzando la superficie terrestre.

Se considera que la parte superior de la corteza (litosfera), con un espesor de 15 a 20 km, esta formada por rocas rígidas de gran dureza y resistencia que pueden deformarse elásticamente y acumular energía de deformación. A mayor profundidad (aproximadamente hasta 80 km), las rocas muestran un comportamiento dúctil con deformaciones plásticas. El desplazamiento de la parte profunda de la corteza origina deformaciones elásticas en la parte superior rígida, que pueden determinarse mediante mediciones geodésicas.

La teoría del rebote elástico es un modelo simplificado que explica satisfactoriamente la ocurrencia de sismos de foco superficial. Sin embargo, esta teoría no se puede aplicar a sismos profundos originados en las zonas de subducción. Es importante destacar, además, que existen algunas fallas donde la roca no rebota súbitamente como indica el modelo descrito, sino que se deforma según un proceso continuo y uniforme llamado flujo plástico o deslizamiento asísmico (porque no produce terremotos). El origen de este fenómeno no es del todo conocido pero se estima que puede ser debido a la presencia de rocas alteradas o suaves que se comportan como lubricante (serpentinita o talco).

Las deformaciones y desplazamientos de la corteza terrestre pueden medirse actualmente con precisión usando distintos instrumentos. El geodímetro, por ejemplo, mide el tiempo requerido por un haz de luz láser en ir y volver desde el instrumento hasta un retroreflector. Se puede determinar la distancia entre los dos puntos en base a la velocidad de la luz. Como este último parámetro depende de las condiciones atmosféricas, es necesario realizar correcciones teniendo en cuenta los valores de temperatura, presión y humedad a lo largo de la línea de medición. Otros instrumentos, como el sismógrafo de deformaciones inventado en el 1930, permite medir deformaciones locales de la corteza en base a los cambios de presión experimentados por un fluido contenido en un recipiente especial.

## TIPOS DE FALLAS

Se denomina falla geológica al plano de fractura de la roca de la corteza terrestre, a través del cual se han producido desplazamientos relativos. Durante un sismo, un bloque de la corteza terrestre se mueve con respecto al bloque adyacente. El movimiento relativo de los bloques puede ser vertical, horizontal o combinado y se denomina rechazo de la falla. Cuando la falla intercepta la superficie terrestre se manifiesta en forma más o menos aparente, formando la traza de la falla. Sin embargo, los vestigios superficiales de la falla tiende a desaparecer por acción de la erosión, presencia de vegetación o actividad humana.

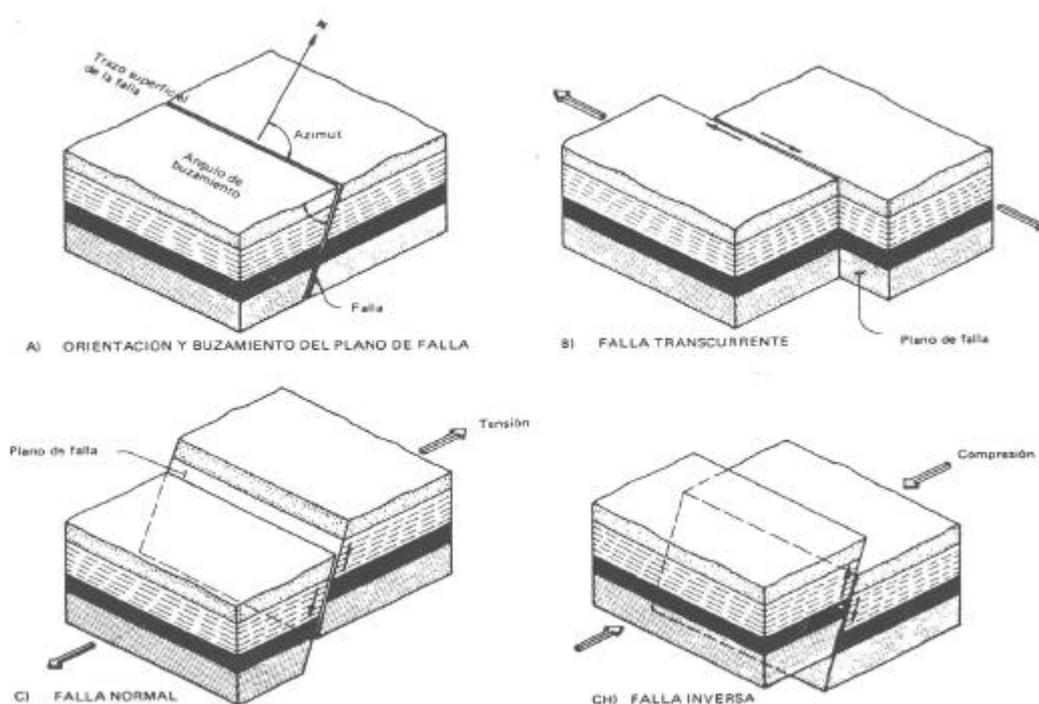
Los distintos tipos de falla pueden clasificarse en cuatro grupos principales, según sea el tipo de movimiento relativo:

**Falla transcurrente (o de rumbo):** el movimiento se produce fundamentalmente en la dirección horizontal dado que los dos bloques se desplazan lateralmente con sentidos opuestos.

**Falla normal:** se produce cuando el plano de falla es oblicuo respecto al horizonte y los bloques adyacentes están sometidos a tensión. En este caso el movimiento es predominante en la dirección vertical, y las fuerzas inducidas en la roca son perpendiculares a la falla.

**Falla inversa:** se produce cuando el plano de falla es oblicuo respecto al horizonte y los bloques adyacentes están sometidos a compresión.

**Falla vertical:** es un tipo particular de falla normal o inversa en la cual el plano de falla y el movimiento relativo entre los bloques es predominantemente vertical.



## Tipos de fallas geológicas.

En muchos casos, el desplazamiento de la falla es compuesto, esto es con componentes en la dirección vertical y horizontal. Por lo tanto el tipo de falla se considera como una combinación de los dos de los grupos descriptos anteriormente.

Las fallas también pueden clasificarse en activas o inactivas dependiendo si existen evidencias o no de su movimiento en tiempos geológicos recientes. Sin embargo no hay común acuerdo para definir "reciente". En forma genérica, puede decirse que fallas activas son aquellas que han experimentado desplazamiento en tiempos recientes, esto es en los últimos miles de años.

## ONDAS SÍSMICAS

Cuando las rocas de la corteza terrestre se fracturan, o se desplazan en forma brusca, por acción de las fuerzas tectónicas se libera una gran cantidad de energía en forma repentina. Esta energía es disipada principalmente en forma de calor, mientras que otra parte se irradia como ondas sísmicas. Las ondas sísmicas se propagan desde el foco o hipocentro (zona donde se inició la ruptura) en todas las direcciones y hacen vibrar la superficie de la Tierra, siendo percibida por las personas como temblores (movimientos de baja o mediana intensidad) o terremotos (movimientos fuertes que originan daños). Se denomina epicentro a la proyección vertical del foco sobre la superficie terrestre.

De acuerdo al medio en el que se propagan las ondas sísmicas pueden dividirse en ondas internas o de cuerpo y ondas superficiales. Las ondas de cuerpo se propagan a través del interior de la Tierra y pueden subdividirse en:

**Ondas primarias u ondas P:** que hacen vibrar una partícula en el sentido de propagación de la onda, originando compresiones y dilataciones del medio en el cual se transmiten. El movimiento de estas ondas es similar al del sonido y por ello también se las denomina ondas de compresión. Cuando las ondas P alcanza la superficie, parte de la misma se transmite a la atmósfera como ondas sonoras, las que pueden ser percibidas por animales o personas

**Ondas secundarias u ondas S:** que hacen vibrar una partícula horizontalmente en sentido perpendicular a la dirección de propagación, produciendo esfuerzos de corte en el medio en el que se transmiten. Dada sus características, este tipo de onda no puede propagarse en medios líquidos (como los océanos o el núcleo externo de la Tierra).

Las ondas P se propagan con velocidades mayores que las ondas S originadas por el mismo sismo. Las velocidades de propagación dependen fundamentalmente de las características del medio (densidad, módulo de incompresibilidad y módulo de rigidez). Como ejemplo, se indican las velocidades típicas de las ondas P,  $V_p$ , y de las ondas S,  $V_s$ , en dos medios diferentes:

Granito:	$V_p = 5.5 \text{ km/s}$	$V_s = 1.5 \text{ km/s}$
Agua:	$V_p = 1.5 \text{ km/s}$	$V_s = 0 \text{ km/s}$

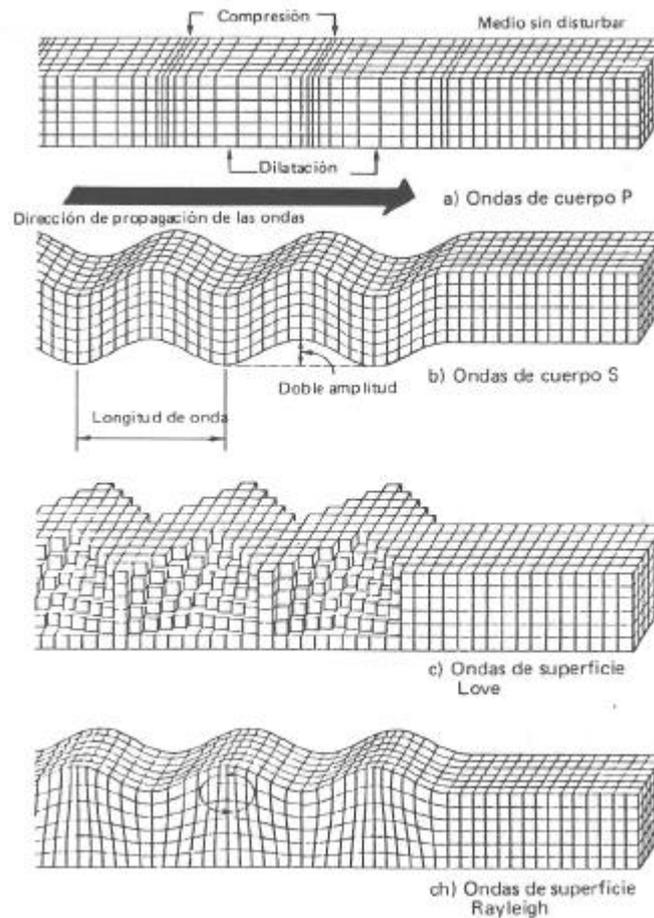
La diferencia de velocidad de propagación es de fundamental importancia para ubicar el epicentro de un sismo. Para ello, los sismólogos usan registros del desplazamiento del terreno en función del tiempo (sismogramas) y midiendo la diferencia de tiempo entre la llegadas de las ondas P y S pueden determinar la distancia desde la estación de registro a la que se produjo el sismo (pero no la dirección). Combinando los resultados de por lo menos tres estaciones se puede ubicar mediante un proceso similar a una triangulación la ubicación del epicentro.

El segundo grupo de ondas se denomina ondas de superficie porque se propagan solamente en la superficie terrestre, esto es en una zona de la corteza que puede alcanzar hasta 30 km de profundidad. Las ondas superficiales son las responsables principales del daño ocasionado por los terremotos sobre las construcciones. Pueden distinguirse dos tipos de ondas S, de acuerdo al movimiento que originan:

**a. Ondas Love:** cuyo movimiento es similar al de las ondas S, haciendo que el terreno se desplace en sentido perpendicular a la dirección de propagación sin movimiento vertical.

**b. Ondas Rayleigh:** cuyo movimiento es similar al de las ondas en la superficie del agua, esto es desplazando una partícula sobre un plano que apunta en dirección de la trayectoria de las ondas con un movimiento elíptico horizontal y vertical simultáneamente.

Las ondas se propagan en el interior de la Tierra y en su superficie de acuerdo a las leyes generales de la física de ondas, de modo que al encontrar discontinuidades en su recorrido se reflejan y refractan como las ondas luminosas o sonoras. En un punto cualquiera sobre la superficie, el movimiento originado por un terremoto resulta de la compleja superposición de ondas de distinto tipo (de cuerpo o superficiales) y de distinto origen, dado que algunas provienen directamente del foco y otras son el resultado de ondas que se reflejan o refractan en las interfaces o discontinuidades existentes en la Tierra.



Distintos tipos de ondas sísmicas.

## MEDICIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE TERREMOTOS

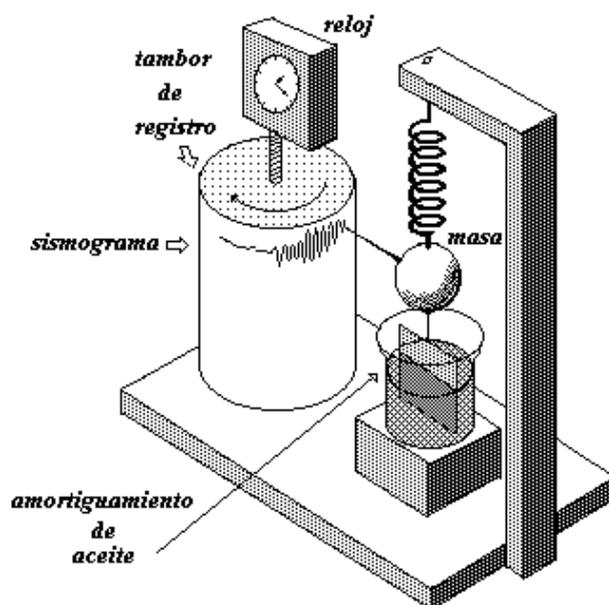
### Instrumentos de medición

Desde la antigüedad el hombre trató de detectar los terremotos y medir de alguna forma sus efectos. Un ejemplo típico de estos intentos es el sismoscopio ideado por los chinos en el año 126 que consistía en un cuerpo esférico con ocho cabezas de dragón fijadas a igual altura. En cada cabeza se colocaba una bola metálica, que ante la ocurrencia de un terremoto, caía sobre un recipiente ubicado debajo de la cabeza, marcando así en forma aproximada la dirección del sismo. Otros aparatos similares se construyeron usando un recipiente con líquido (agua o mercurio, por ejemplo); este líquido al derramarse indicaba la dirección y la intensidad del terremoto. En Italia, se ideó en el

siglo XVIII un sismoscopio basado en un péndulo de gran masa colgado de un hilo largo, que tenía en su extremo inferior una aguja que marcaba sobre una capa de arena la dirección y amplitud del movimiento producido por el sismo. Posteriormente, este instrumento fue perfeccionado con el uso de una banda de papel u otro mecanismo similar que permitía un registro más preciso del movimiento. Este tipo de instrumentos, con ciertas mejoras, se continua usando en la actualidad, sin embargo no presenta la precisión de los instrumentos modernos y no permite registra la “historia del movimiento” (esto es la variación de la aceleración o desplazamiento del terreno en función del tiempo).

Con el progreso de la tecnología se desarrollaron instrumentos mas sensibles, denominados en general sismógrafos, capaces de registrar en forma continua y en relación con el tiempo los movimientos del terreno cuando ocurre un sismo. Un sismógrafo consta básicamente de tres partes:

- a. El sismómetro que responde al movimiento del suelo, en la dirección vertical o horizontal, y lo convierte en una señal, formado básicamente por un péndulo que oscila ante la ocurrencia del sismo. El movimiento del péndulo es normalmente transformado en una señal eléctrica. Esta parte del instrumento cuenta con dispositivos de amortiguamiento para evitar la vibración libre del péndulo, además de filtros para eliminar las vibraciones o ruidos de fondo.
- b. Un sistema de amplificación que permite aumentar la precisión del registro del movimiento
- c. Un sistema de registro de la señal amplificada para graficar la variación del movimiento a lo largo del tiempo.



Esquema indicativos de los componentes de un sismógrafo.

Los instrumentos más modernos, muy compactos y precisos, se basan en componentes electrónicos y tecnología digital, por lo cual el tiempo de procesamiento de los datos es menor.

Las estaciones sismológicas incluyen usualmente tres sismógrafos que permiten registrar las componentes del movimiento en dos direcciones horizontales perpendiculares y en la dirección vertical. Además se dispone distintos tipos de instrumentos para registrar, por ejemplo, ondas largas de sismo lejanos (frecuencias bajas) y otro para ondas de sismos próximos o medianos (frecuencias altas). Estos últimos instrumentos, llamados sismógrafos de movimiento fuerte o acelerógrafos, son más robustos y menos sensibles para registrar las sacudidas de violentas originadas por sismos cercanos. El registro proporcionado por el instrumento (acelerograma) indica la variación de la aceleración a lo largo del tiempo y proporciona información de gran utilidad para los ingenieros estructurales. Los sismógrafos generalmente operan en forma continua durante las 24 horas del día, mientras que los acelerógrafos

tienen un dispositivo que inicia el registro en forma automática cuando la aceleración excede un límite prefijado (comúnmente 0.01 g).

Organismos de investigación de numerosos países operan y mantienen redes sismológicas de orden local, nacional o mundial, que permiten registrar información de gran utilidad. Los registros obtenidos por las distintas estaciones son enviados, normalmente por radio o vía satélite, a una estación central donde son procesados y analizados.

Los registros de aceleración, que luego serán usados en tareas de investigación y análisis estructural, deben ser previamente filtrados para eliminar ruidos de fondo y escalados para determinar los valores reales de aceleración (para ello se usa un factor de escala que depende de las características del acelerógrafo que tomó el registro). Además, se realiza una corrección del acelerograma usando distintas metodologías con objeto de determinar la línea de "aceleración cero", debido a que el instrumento se activa recién cuando la aceleración excede cierto valor límite.

### **Escalas de intensidad**

Los primeros intentos para cuantificar el efecto de los terremotos se basaron en la definición de escalas de intensidad basadas en la observación personal de la severidad del movimiento. El fundamento de estas escalas se basa en el hecho de que los daños producidos y la reacción humana sirven de base para la categorización de los terremotos. Es importante destacar que esta clasificación no se basa en una medición instrumental y por lo tanto está afectada de cierto grado de subjetividad.

Un gran número de escalas de intensidad han sido propuestas por investigadores y sismólogos de distintos países. Una de las más aceptadas a nivel internacional fue la ideada conjuntamente por Rossi (Italia) y Forel (Suiza) en 1883, la cual considera diez grados de intensidad. Para mejorar ciertas desventajas de esta escala que no consideraba edificios altos o era demasiado subjetiva, Mercalli introdujo en 1902 varias modificaciones. Luego, Cancani expandió la escala en 1923 para considerar 12 niveles de intensidad y en 1931 los sismólogos norteamericanos Wood y Newmann introdujeron significativos cambios que resultaron en la conocida escala Mercalli Modificada (MM). Se presenta a continuación dicha escala de intensidad, en la versión escrita por Richter en 1956. Como ejemplo de otras escalas de intensidad puede mencionarse la escala MSK desarrollada en Rusia y la escala japonesa JMA de 8 grados.

Los sismos con rango de intensidad MM I a VI no son relevantes, mientras que la mayoría del daño y pérdida de vidas es ocasionado por terremotos con intensidad grado VII a IX.

Las escalas de intensidad son afectadas de las sensaciones del personal observador y dependen de los materiales y técnicas constructivas que varían de una zona a otra, por lo que encierra un alto grado de incertidumbre. A pesar de estos problemas, representan una indicación aproximada de la fuerza del sismo y permiten evaluar la importancia de sismos históricos ocurridos antes de 1900, cuando la sismología instrumental no estaba desarrollada. Además, el uso de escalas de intensidad permite la realización de mapas de isosistas, que son las líneas que unen puntos de la superficie con igual intensidad. Las isosistas, por lo tanto, indican la forma de irradiación de la energía sísmica. Las máximas intensidades se registran en la zona epicentral, atenuándose con la distancia. La forma de estas líneas normalmente depende de la orientación de la falla, longitud de la zona de ruptura, tipo de terrenos, formaciones geológicas, etc.

### Escala de intensidad Mercalli Modificada (versión 1956)

Intensidad	Descripción
I	No es sentido por las personas. Registrados por instrumentos sismográficos
II	Sentido sólo por personas en reposo, especialmente en los pisos superiores. Objetos suspendidos pueden oscilar.
III	Sentido en el interior de las edificaciones. Objetos suspendidos oscilan. Vibración similar a la producida por camiones livianos. Puede ser no reconocido como un sismo.
IV	Objetos suspendidos oscilan visiblemente. Vibración similar a la producida por camiones pesados. Vehículos estacionados se bambolean. Vidrios y cristalería suenan. Puertas y paredes crujen.
V	Sentido en el exterior de los edificios. Se puede estimar la dirección de las ondas. Personas dormidas se despiertan. El contenido de tanques y recipientes es perturbado y se puede derramar. Objetos inestables son desplazados. Las puertas giran y se mueven. Los relojes de péndulo se paran.
VI	Sentido por todos. Muchos sufren pánico y corren al exterior. Dificultad para caminar. Vidrios y vajilla se rompen. Libros y objetos en las estanterías son despedidos. Los muebles son volcados o desplazados. El revoque de mortero de baja calidad y mampostería tipo D se quiebran. Campanas pequeñas tañen.
VII	Dificultad para mantenerse parado. Percibido por conductores en vehículos en marcha. Muebles se rompen. Daño y colapso de mampostería D. Algunas grietas en mampostería C. Las chimeneas se fracturan a nivel de techo. Se caen tejas, cornisas y parapetos sin anclaje. Campanas grandes tañen. Ondas en embalses y depósitos de agua.
VIII	La conducción de vehículos se dificulta. Daños y colapso parcial de mampostería C. Algún daño en mampostería B. Ningún daño en mampostería A. Caídas de chimeneas de fábricas, monumentos y tanques elevados. Algunas ramas de árboles se quiebran. Cambio en el flujo o temperatura de los pozos de agua. Grietas en terrenos húmedos y taludes inclinados.
IX	Pánico general. Construcciones de mampostería D totalmente destruidas. Daño severo y colapso parcial de mampostería C. Daños de consideración en mampostería B. Daño a fundaciones. Daños y colapso de estructuras aperticadas. Daños de embalses y depósitos de agua. Daño de tuberías enterradas. Grietas visibles en el terreno.
X	La mayoría de las construcciones de mampostería y aperticadas son destruidas. Algunas construcciones de madera de buena calidad son dañadas. Daño severo a represas, diques y terraplenes. Grandes deslizamientos de tierras. El agua se rebalsa en los ríos y lagos. Rieles de ferrocarril deformados ligeramente.
XI	Rieles del ferrocarril deformados severamente. Ruptura de tuberías enterradas que quedan fuera de servicios.
XII	Destrucción total. Grandes masas de rocas desplazadas. Las líneas de visión óptica distorsionadas. Objetos lanzados al aire.

#### Definición de los tipos de mampostería:

**Tipo A:** Buena calidad de ejecución, mortero y diseño. Reforzada y confinada empleando varillas de acero. Diseñada para resistir cargas laterales de sismo.

**Tipo B:** Buena calidad de ejecución. Reforzada pero no diseñada para resistir cargas laterales de sismo.

**Tipo C:** Calidad de ejecución media. Sin refuerzo y no diseñada para resistir cargas laterales de sismo.

**Tipo D:** Materiales de baja resistencia, tal como adobe. Baja calidad de ejecución. Débil para resistir cargas laterales de sismo.

#### Escalas de magnitud

La magnitud es una medida cuantitativa e instrumental del tamaño o importancia de un evento sísmico, estando relacionada con la energía liberada durante el proceso de ruptura de la falla. A diferencia de la intensidad, la magnitud es independiente del sitio de observación y de factores subjetivos. La escala de magnitud original fue desarrollada por Charles Richter en 1935 en base a su trabajo de investigación en el Instituto Tecnológico de California. La magnitud Richter se define como:

$$M = \log A - \log A_0 \quad (1)$$

donde  $A$  es la máxima amplitud (expresada en mm) registrada por un sismógrafo Wood-Anderson ubicado a 100 km del epicentro y  $A_0$  es la máxima amplitud de un sismo de referencia ( $A_0 = 0.001$ ).

La escala de magnitud ideada por Richter representó un paso fundamental en la medición instrumental de los terremotos. Sin embargo, esta escala presenta ciertos inconvenientes debido a que tienen que usarse solamente sismógrafos del tipo Wood-Anderson y la escala es válida para sismos superficiales producidos a no más de 600 km de la estación sismológica (por esta razón la magnitud de Richter también se denomina magnitud local,  $M_L$ ). Debido a estos inconvenientes, Richter y Gutenberg desarrollaron posteriormente otras dos escalas de magnitud, conceptualmente similares a la anterior, que están asociadas a las amplitudes del trazo producido por ondas de cuerpo y de superficie, incorporando además factores de corrección para tener en cuenta distintos tipos de instrumentos. La magnitud de ondas de cuerpo,  $m_b$  es más adecuada para medir sismos profundos (debido a que las ondas de cuerpo son predominantes), mientras que la magnitud de ondas superficiales,  $M_s$ , es usada para medir sismos superficiales con distancias epicentrales mayores de 1000 km. Ambas escalas coinciden para un valor de 6.75, siendo  $m_b$  más grande que  $M_s$  para valores mayores. Se han propuesto ecuaciones empíricas para relacionar  $m_b$  y  $M_s$ , por ejemplo:

$$m_b = 2.5 + 0.63 M_s \quad (2)$$

Como se mencionó anteriormente, las escalas de magnitud están asociadas a la energía liberada durante el terremoto. Al producirse la fractura de la falla, la energía de deformación acumulada en la roca se disipa en forma de calor o es irradiada como ondas sísmicas. Richter y Gutenberg propusieron que la energía irradiada,  $E_s$  se puede correlacionar con la magnitud de ondas superficiales de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\log E_s = 11.8 + 1.5 M_s \quad (3)$$

En estas ecuaciones empíricas la energía esta dada en ergios (ergio = dinas-cm = g cm<sup>2</sup> / s<sup>2</sup>). La ecuación anterior indica que por cada incremento de magnitud  $M_s$  de una unidad la energía liberada aumenta aproximadamente 32 veces. Por ejemplo un terremoto de magnitud  $M_s = 6$  produce una energía de  $6.3 \times 10^{20}$  ergios (la explosión nuclear en el atolón liberó una energía equivalente a  $0.1 \times 10^{20}$  ergios). Para visualizar mejor los valores de energía es conveniente quizás utilizar otras unidades más comunes. Una ciudad de 100 000 habitantes consume aproximadamente 290 000 00 kWh de energía eléctrica que es equivalente a un terremoto de magnitud  $M_s = 6.8$ .

Las escalas de magnitud definidas a partir de la amplitud del trazo de un determinado tipo de ondas presenta el inconveniente de que se saturan cuando la magnitud excede un determinado valor (por ejemplo la escala  $M_s$  se satura para valores mayores de 7.5). Esto ocurre cuando la longitud de ruptura en la falla es mayor que la longitud de las ondas empleadas para medir la magnitud (normalmente entre 5 y 50 km), haciendo que los valores obtenidos no sean representativos de la real magnitud del terremoto. Por ello Kanamori introdujo en 1977 una nueva escala basada en el concepto de momento sísmico, que es un parámetro definido por:

$$M_0 = G d A \quad (4)$$

donde  $M_0$  es el momento sísmico en dinas-cm,  $G$  es el módulo de corte de la roca (valor promedio  $3 \times 10^{11}$  dinas/cm<sup>2</sup>),  $d$  es el desplazamiento de la falla en cm y  $A$  es el área de la falla que sufrió ruptura. La ecuación para evaluar  $M_0$  puede derivarse en base al cálculo del momento que producen las tensiones de corte alrededor de la superficie de falla. Si bien el momento sísmico es mas difícil de medir que la magnitud, es un parámetro adecuado para cuantificar los sismos. Además, momento sísmico esta relacionado directamente con la energía liberada a través de la siguiente ecuación:

$$E_s = M_o / 2 \times 10^{14} \quad (5)$$

por lo cual es conveniente usar este parámetro para definir una escala de magnitud momento. Combinando las ecuaciones (3) y (5) se obtiene que la magnitud momento  $M_w$  es:

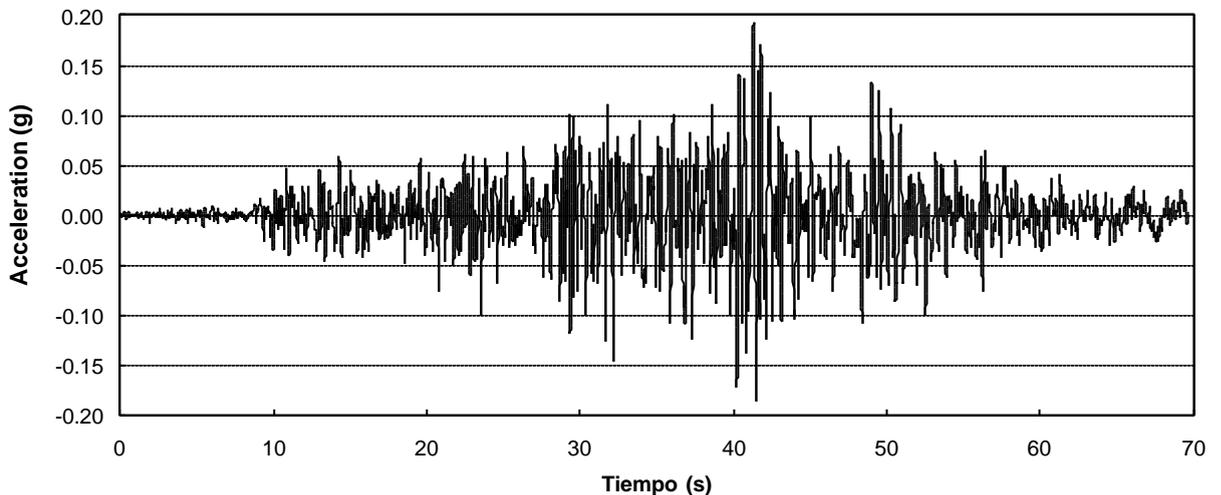
$$M_w = 2/3 \log M_o - 10.7 \quad (6)$$

De esta forma, la magnitud  $M_w$  puede considerarse como una continuación de la escala  $M_s$  para grandes terremotos, evitando los problemas de saturación mencionados anteriormente. Según esta escala el terremoto más grande de este siglo fue el ocurrido en el sur de Chile en 1960 con magnitudes  $M_s = 8.3$  y  $M_w = 9.5$  con una dislocación a lo largo de la zona de subducción de la placa de Nazca de aproximadamente 800 x 200 km.

### Registros de Aceleración

Un de los parámetros más importantes para el diseño sismorresistente que pueden medirse durante un terremoto es la aceleración máxima del terreno, valor que puede obtenerse de los acelerogramas. Las aceleraciones se expresan normalmente como fracción de la gravedad ( $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ) o en gals ( $\text{cm/s}^2$ ). Otro valor importante es la velocidad máxima del terreno, asociada con la energía liberada. Sin embargo dicho valor no puede medirse directamente, por lo que los registros de velocidad y desplazamiento se obtiene por integración del registro de aceleraciones.

La interpretación adecuada de los registros de aceleración permite obtener información adicional sobre el terremoto, como contenido de frecuencias o periodo de las ondas dominantes, duración del movimiento intenso, relación entre aceleraciones verticales y horizontales. La presencia de pulso importantes, con gran amplitud y periodo largo, indican alto contenido de energía normalmente asociado a daño severo en las construcciones. Además, los registros de aceleración permiten determinar, por procedimientos analíticos (siguiendo un proceso de integración numérica), la velocidad y el desplazamiento del terreno, lo cual proporciona información adicional sobre las características del terremotos. Debe destacarse que la mayor aplicación de los registros de aceleración en la ingeniería sismorresistente es que a partir de ellos pueden derivarse los espectros de respuesta (elástica e inelástica) y los espectros de diseño, en los cuales se basan los códigos para determinar las acciones sísmicas.



Registro de aceleración del terremoto de Cauce de 1977, componente N-S.

### Otros indicadores

La cuantificación del efecto destructivo de los terremotos es una tarea difícil, debido a que son muchas las variables que intervienen en el problema. Además de la intensidad y magnitud (en sus distintas versiones), se han formulado otros parámetros con el objeto de medir el potencial de daño de un terremoto dado. Se indican a continuación algunos de estos indicadores a modo informativo:

**a. Intensidad espectral de Housner** (1952): Este parámetro considera el área por debajo del espectro de velocidad,  $S_{V(T)}$ , entre los periodos comprendidos entre 0.1 y 2.5 s (que es el rango de periodos para construcciones usuales):

$$S_I = \int_{0.1}^{2.5} S_{V(T)} dT \quad (7)$$

**b. Intensidad de Arias** (1970): se define a partir de la integral en el tiempo del registro de aceleraciones del suelo,  $\ddot{u}_{g(t)}$

$$I = \frac{\pi}{2g} \int_0^{t_0} \ddot{u}_{g(t)} dt \quad (8)$$

donde  $t_0$  es la duración total del registro.

**c. Potencial destructivo** (Araya y Saragoni, 1980): este indicador es similar a la intensidad de Arias, pero incorpora un nuevo factor que es el número de cruce por ceros por segundo del acelerograma,  $v_0$ ,

$$P_D = \frac{\pi \int_0^{t_0} \ddot{u}_{g(t)}^2 dt}{2g v_0^2} \quad (9)$$

Este parámetro es uno de los más aceptados en la actualidad para cuantificar el potencial destructivo.

**d. Aceleración RMS** (McCann y Shah, 1979): indica un valor promedio de la aceleración del terreno entre los instantes  $t_1$  y  $t_2$  que definen el movimiento fuerte:

$$A_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \ddot{u}_{g(t)}^2 dt} \quad (10)$$

Es muy importante aclarar que ninguno de estos parámetros previamente mencionados (aceleración y velocidad máxima, intensidad, magnitud, etc) por sí solos son suficientes para caracterizar completamente un terremoto. En general es necesario analizar varios de estos parámetros y estudiar su interrelación.

## DAÑO CAUSADO POR LOS TERREMOTOS

Los terremotos producen distintos tipos de daño tanto sobre la superficie terrestre como sobre las construcciones y obras realizadas por el hombre. Estos daños pueden clasificarse en dos grandes grupos: daño directo e indirecto.

El daño directo comprende los daños que surgen del movimiento del terreno que induce la vibración de las construcciones fundadas sobre el mismo. Esta vibración origina fuerzas inerciales sobre las masas, las cuales pueden resultar en distintos niveles de daño, que van desde fisuras leves hasta el colapso total, dependiendo de una gran cantidad de factores, tales como la magnitud del terremoto, tipología estructural, materiales de la construcción, etc. Además, se incluyen los daños producidos por desplazamientos permanentes de la falla (pudiendo variar desde unos pocos centímetros hasta varios metros), los cuales pueden afectar significativamente edificios, carreteras, ferrovías, cañerías enterradas u otras obras.

El daño indirecto comprende otro tipo de problemas que se originan como una consecuencia del terremoto y que a su vez pueden afectar las construcciones. En esta categoría se incluyen los deslizamientos de tierra, la liquefacción de suelos, el desborde de lagos (seiche), los tsunamis o maremotos y los incendios.

El objetivo de la ingeniería sísmica es evitar, o al menos reducir a niveles aceptables, los daños directos e indirectos que pueden originar los terremotos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Fundamentos de Ingeniería Sísmica: Introducción a la Sismología. F. Sauter. Editorial Tecnológica de Costa Rica.
2. Elementos de Ingeniería Sísmica. A. Beles, M. Ifrim y A. García Yague. Ediciones Omega S. A.
3. Earthquakes and the Urban Environment, Vol. 1. G. Lennis Berlin. CRC Press.



# Normas y Reglamentos

## **NORMAS :**

- **NMX-B-072**
- **NMX-B-253**
- **NMX-B-290**
- **NMX-B-294**
- **NMX-B-456**
- **NMX-C-006**
- **NMX-C-010**
- **NMX-C-036**
- **NMX-C-037**
- **NMX-C-038**
- **NMX-C-082**

## **NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS:**

- **NTC para Mampostería**
- **NTC para Sismo**
- **NTC para Concreto**

## **LEYES Y REGLAMENTOS:**

- **LEY DEL SEGURO SOCIAL**
- **LEY DEL INFONAVIT**
- **LEY FEDERAL DE TRABAJO**
- **REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL**



**SECRETARIA DE COMERCIO**

**Y**

**FOMENTO INDUSTRIAL**

**NORMA MEXICANA**

**NMX-B-072-1986**

**“ALAMBRE CORRUGADO DE ACERO, LAMINADO EN FRIO  
PARA REFUERZO DE CONCRETO”**

*“DEFORMED WIRE STEEL, COLD ROLLED FOR CONCRETE  
REINFORCEMENT”*

**DIRECCION GENERAL DE NORMAS**

## PREFACIO

En la elaboración de esta Norma participaron las siguientes empresas e instituciones:

- ACEROS ECATEPEC, S.A.
- CENTRO IMPULSOR DE LA HABITACION
- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD DE ACERO, S.A.
- FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO
- FUNDIDORA MONTERREY, S.A.
- HYLSA, S.A.
- INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA UNAM
- INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO
- INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES SIDERURGICAS
- INSTITUTO TECNOLOGICO DE SALTILLO
- MEXICANA DE ALTA RESISTENCIA, S.A.
- SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
- SOCIEDAD MEXICANA DE INGENIERIA ESTRUCTURAL, A.C.
- TUBACERO,S.A
- UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA

“ALAMBRE CORRUGADO DE ACERO, LAMINADO EN FRIO PARA  
REFUERZO DE CONCRETO”

“DEFORMED WIRE STEEL, COLD ROLLED FOR CONCRETE  
*REINFORCEMENT*”

1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y métodos de prueba para los alambres corrugados de acero laminado en frío, de grado 60, para refuerzo de concreto, procedentes de alambres de acero al carbono, laminado en caliente.

No es adecuado el empleo de estos alambres cuando se requiera alta ductilidad en el refuerzo principal de una estructura de concreto, por lo cual queda a la responsabilidad del diseñador su empleo; así mismo, no se debe substituir otro tipo de refuerzo por los alambres descritos en esta norma sin la autorización expresa del diseñador.

2 REFERENCIAS

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Mexicanas vigentes:

NOM-B-001 Métodos de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones.

NOM-B-310 Métodos de prueba a la tensión para productos de acero.

NOM-B-434 Métodos de prueba para determinar el peso unitario y el área transversal de las varillas lisas y corrugadas para refuerzo de concreto”.

3 DEFINICIONES

3.1 Alambre corrugado

Alambre de acero que ha sido especialmente fabricado para usarse como refuerzo de concreto. La superficie del alambre está provista de rebordes o salientes llamados corrugaciones, los cuales inhiben el movimiento relativo longitudinal entre el alambre y el concreto que lo rodea.

4 CLASIFICACION Y DESIGNACION

4.1 Clasificación

Los alambres corrugados objeto de esta norma son de un solo grado de acuerdo a su límite de fluencia mínimo, expresado en Newtons sobre milímetro cuadrado

(kilogramos fuerza sobre milímetro cuadrado), (ver tabla 3) por lo que no requieren clasificación.

#### 4.2 Designación

En la designación del alambre corrugado, de acuerdo con esta norma, deben indicarse los siguientes datos para describir el material.

- a) Nombre del productor y número de esta norma.
- b) Cantidad (en kilogramos).
- c) Número de designación (ver tabla 1).
- d) Si se requiere en tramos rectos (incluir la longitud en metros), o en rollo (incluir la masa máxima del rollo).
- e) Requisitos especiales si se requieren; únicamente por acuerdo entre fabricante y comprador.

### 5 ESPECIFICACIONES

#### 5.1 Material

El acero para la fabricación del alambre corrugado debe obtenerse por uno o más de los siguientes procesos: horno de hogar abierto, básico al oxígeno u horno eléctrico.

#### 5.2 Composición química

El alambón para la fabricación de los alambres corrugados, debe cumplir con lo siguiente:

Contenido de fósforo.....0.05 % máximo.

#### 5.3 Dimensionales

Las dimensiones nominales de los alambres corrugados se establece en la tabla 1.

##### 5.3.1 Corrugaciones

5.3.1.1 Los alambres corrugados deben cumplir con los requisitos de corrugación establecidos en la tabla 1.

Las corrugaciones deben estar dispuestas en tres filas (véase figura 1), a lo largo de la superficie del cuerpo del alambre.

TABLA 1.-Número de designación, masa, dimensiones nominales y requisitos de las corrugaciones.

Número de designación (b)	Masa kg/m	Dimensiones nominales			Requisitos para las corrugaciones					Coeficiente de corrugado mínimo (d) fr
		Diámetro nominal D mm	Area de la sección transversal mm <sup>2</sup>	Perímetro mm	Altura al centro mínima Ac mm	Altura a los cuartos mínima Am mm	Ancho al centro mínimo mm	Espaciamiento promedio entre corrugaciones (c) S mm	Distancia máxima entre extremos de corrugaciones mm	
2.5	0.384	7.93	49	24.9	0.52	0.44	1.10	6.2	1.66	0.045
2	0.248	6.35	32	19.9	0.38	0.33	0.95	4.5	1.32	0.045
1.5	0.140	4.76	18	15.0	0.28	0.23	0.85	3.7	1.00	0.040
1.25	0.097	3.97	12	12.5	0.26	0.22	0.75	3.5	0.83	0.040

(a) El diámetro nominal del alambre corrugado es equivalente al diámetro de un alambre liso que tenga la misma masa nominal.

(b) El número de designación de alambre corrugado corresponde al número de octavos de pulgada de su diámetro nominal.

(c) Tolerancia ± 15%.

(d) Coeficiente de corrugado:

Donde:

$$fr = 0.2 \frac{(Ac + 2 Am)}{S}$$

fr = Coeficiente de corrugado.

Ac = Altura de la corrugación al centro.

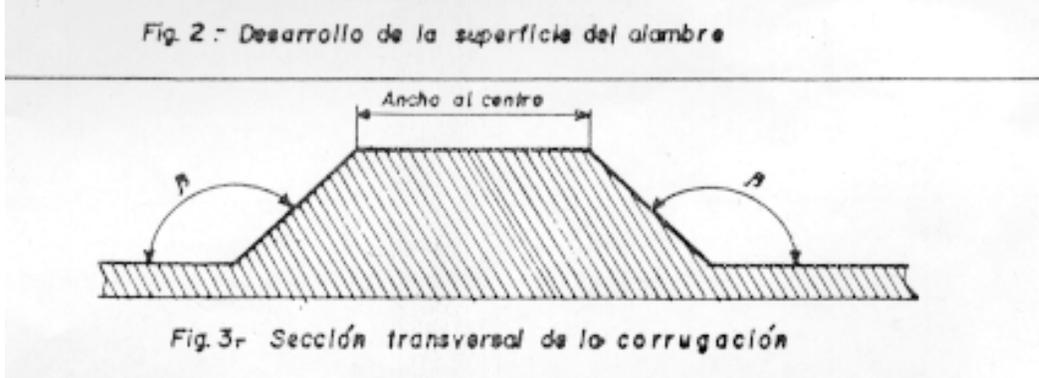
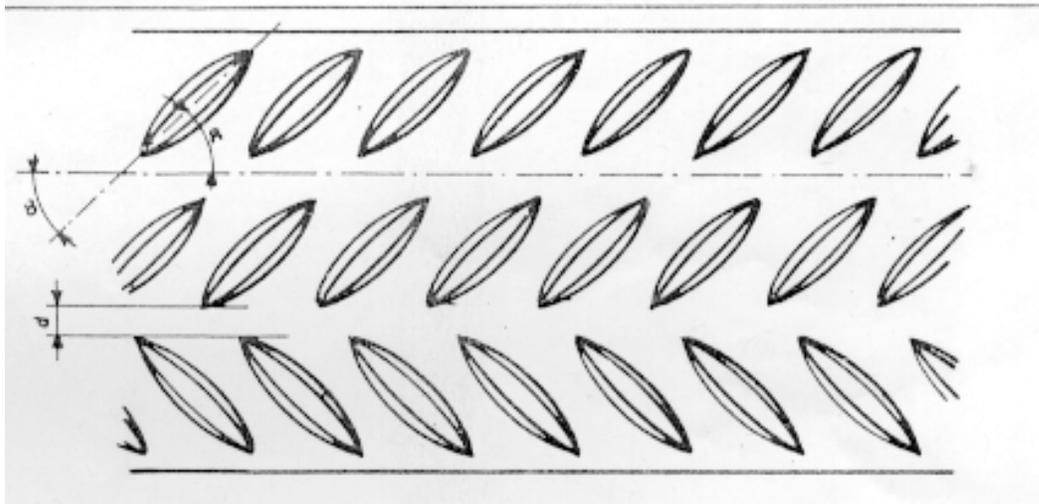
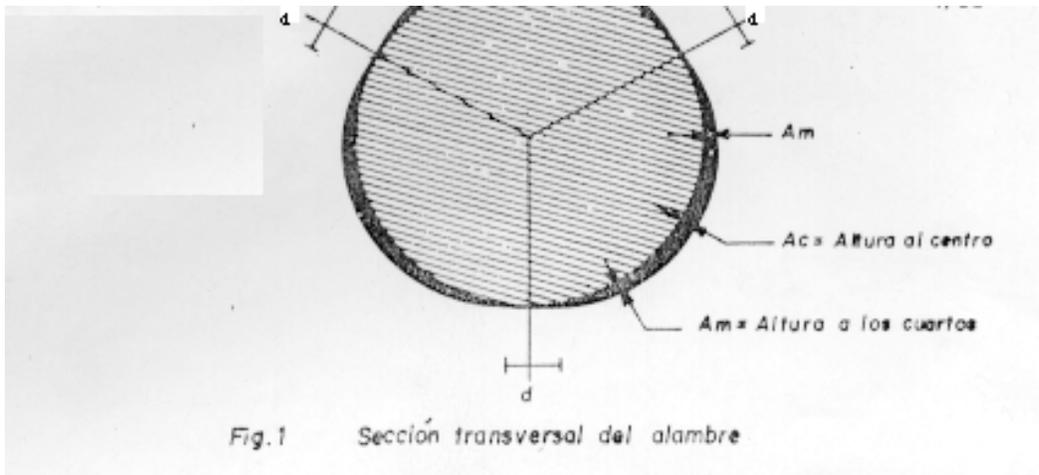
Am = Altura de la corrugación a los cuartos.

S = Espaciamiento promedio entre corrugaciones.

La suma de las distancias "d" entre extremos de corrugaciones (véase figura 1) no será mayor del 20% del perímetro nominal del alambre corrugado.

El ángulo T que forma las corrugaciones con el eje longitudinal del alambre debe estar comprendido entre 0,79 rad (45°) y 1.22 rad (70°) . Una fila de corrugaciones debe tener inclinación contraria a las otras dos filas (véase figura 2).

Las caras laterales de las corrugaciones deben formar un ángulo b con la superficie del cuerpo del alambre, el cual debe estar comprendido entre 1.57 rad (90°) y 2.36 rad (135°) (véase figura 3).



5.3.1.2 Para que las características dimensionales sean representativas del lote, deben determinarse en probetas que tengan una longitud de 40 cm como mínimo, las mediciones deben efectuarse en puntos seleccionados sobre el alambre corrugado por cada diez toneladas o fracción, contenidas en un lote.

Para rechazar un lote por altura insuficiente o espaciado excesivo entre corrugaciones, o por distancia excesiva entre extremos de las corrugaciones se debe comprobar que no cumple con el coeficiente de corrugado mínimo y con la distancia máxima entre extremos de corrugaciones establecidas en la tabla 1.

No debe efectuarse ningún rechazo, sobre la base de mediciones efectuadas en menos de diez corrugaciones adyacentes, sobre cada fila de corrugaciones de alambre.

5.4 Masa

Las tolerancias en la masa no deben exceder los límites indicados en la tabla 2.

5.5 Requisitos mecánicos

5.5.1 Propiedades a la tensión

Los alambres corrugados deben cumplir con los requisitos especificados en la tabla 3.

TABLA 2.- Tolerancia en masa (a).

NMX-B-072-1986

Diámetro del alambre corrugado, en mm	Lote (b) en menos, en %	Piezas individuales en menos, en %
Todos	3.5	6

(a) Para la aplicación de esta tabla, deben usarse las masas nominales especificadas en la tabla 1.

(b) El término "lote" se refiere a todos los alambres corrugados de la misma masa unitaria nominal, que corresponden a una orden de embarque.

TABLA 3.- REQUISITOS DE TENSIÓN PARA ALAMBRE CORRUGADO GRADO 60.

Resistencia a la tensión mínima, en N/mm <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> )	687 (70)	
Resistencia de fluencia mínima, en N/mm <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> )	588 (60)	
Alargamiento	Alargamiento mínimo en %	
	en 200mm	en 100
Para los diámetros en mm:		
6.35 y 7.94	3.85	8.0
3.97 y 4.76	3.25	8.0

∅ = diámetro.

5.5.2 Doblado, y doblado y enderezado

5.5.2.1 Doblado

Los alambres corrugados, doblados a un ángulo de 3.14 rad (180°) sobre un mandril de diámetro "D" igual a 3 veces el diámetro de la probeta, como se indica en la tabla 4, no deben presentar fisuras o grietas transversales en la parte exterior de la zona de doblado.

5.5.2.2 Doblado y enderezado

Los alambres corrugados doblados a un ángulo de 1.57 rad (90°) sobre un mandril de diámetro "D" igual a 6 veces el diámetro de la probeta como se indica en la tabla 4, que son sometidos a un calentamiento en agua en ebullición durante 1 h; al ser enderezados a su forma original, no deben presentar fisuras o grietas transversales en la zona que ha sido sometida a doblado y enderezado.

TABLA 4.- Requisitos de doblado.

Designación	Diámetro del mandril	
	para doblado a 3.14 rad (180°)	para doblado y enderezado a 1.57 rad (90 °)
1.25 1.5 2.0 2.5	D = 3d	D = 6d

NOTA:

D= diámetro del mandril.

d= diámetro de la probeta.

5.6 Acabado

Los alambres corrugados deben estar libres de defectos perjudiciales y tener un acabado compatible con una buena práctica de fabricación.

El óxido no debe ser causa de rechazo, siempre y cuando se cumpla con los requisitos dimensionales, considerando sus tolerancias, y los mecánicos especificados en esta norma, determinados sobre una probeta limpiada a mano con cepillo de alambre.

6 MUESTREO

Número de pruebas.

Para todos los tamaños de alambre corrugado debe efectuarse una prueba de tensión, una de doblado y enderezado de cada lote de 10 toneladas o fracción.

## 7 METODOS DE PRUEBA

### 7.1 Composición química

La composición química del alambón debe verificarse empleando los métodos indicados en la Norma Oficial Mexicana NOM-B-001.

### 7.2 Requisitos mecánicos

#### 7.2.1 Probetas

Las probetas para la prueba de tensión deben ser de sección completa del material, para todos los diámetros de alambre corrugado.

La determinación de los esfuerzos unitarios de las probetas deben basarse en las áreas de las secciones transversales nominales indicadas en la tabla 1.

Las probetas para la prueba de doblado deben ser de sección completa en su estado de laminación.

#### 7.2.2 Resistencia de fluencia

La resistencia de fluencia debe determinarse por el método de extensión bajo carga o por el método de deformación permanente especificado (Offset), especificados en la Norma Oficial Mexicana NOM-B-310. En el caso de utilizar el método de deformación permanente especificado (Offset), se debe usar valor de 0.2 % de extensión. Si se usa el método de extensión bajo carga, se debe utilizar un valor de 0.6 % de extensión.

#### 7.2.3 Alargamiento a la ruptura

7.2.3.1 El alargamiento a la ruptura en una longitud calibrada de diez diámetros, y en longitud de calibración fija de 200 mm, se debe efectuar conforme a lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-B-310.

Para ser representativo el alargamiento, la ruptura debe presentarse dentro del tercio medio de la longitud entre mordazas.

Se debe indicar en el informe de los resultados de prueba, si el tanto por ciento de alargamiento se refiere a una longitud calibrada de diez diámetros o a una longitud calibrada de 200 mm.

#### 7.2.4 Doblado y doblado y enderezado

Las pruebas de doblado y de doblado y enderezado, se deben efectuar sobre probetas de suficiente longitud para asegurar un doblado y desdoblado libre; el dispositivo para la prueba debe cumplir con lo siguiente:

- a) Una aplicación continua, uniforme y sin impactos de la fuerza durante toda la operación de doblado o de enderezado.

- b) Movimiento sin restricción de la probeta en los puntos de contacto con el dispositivo de doblado, alrededor de un mandril con rotación libre.
- c) La probeta debe estar en contacto con el mandril durante toda la operación de doblado y de doblado y enderezado.

### 7.3 Pruebas dimensionales de corrugación

#### 7.3.1 Medición de las corrugaciones

El espaciamiento promedio de las corrugaciones, debe determinarse dividiendo la longitud media de la probeta, entre el número de corrugaciones individuales sobre cualquier fila de corrugaciones de la probeta.

La longitud media de la probeta, debe considerarse como la distancia desde un punto sobre una corrugación, a otro punto correspondiente a otra corrugación de la misma fila.

La medición del espaciamiento entre corrugaciones debe efectuarse sobre una zona de la varilla que no contenga marcas, símbolos, letras o números. La altura promedio de las corrugaciones, tanto al centro como a las cuartas partes de su longitud, debe determinarse a partir de mediciones realizadas en dos o más corrugaciones típicas. La determinación debe basarse en tres mediciones por fila de corrugación.

Las mediciones deben realizarse con comprador óptico o Vernier, con una aproximación de 0.1 mm.

### 7.4 Repetición de pruebas.

Si cualquier prueba de tensión falla, se permite repetir la prueba sustituyendo la probeta por otra del mismo diámetro nominal y del mismo lote, en los casos siguientes:

- a) Si la fractura a la tensión se presenta fuera del tercio medio de la longitud de prueba de la probeta.
- b) Si el alargamiento es menor que el especificado en 5.5.1.

## 8 MARCADO Y EMBALAJE

### 8.1 Marcado

Los alambres corrugados deben identificarse con números, letras, símbolos realzados o combinación de éstos, que signifiquen "marca del fabricante".

Cada atado debe llevar una tarjeta firmemente sujeta, conteniendo como mínimo los siguientes datos;

- a) Nombre y marca del fabricante.
- b) Número de esta norma.

- c) Grado.
- d) Dimensiones (largo y diámetro), en milímetros.
- e) Masa en kilogramos.
- f) La leyenda "HECHO EN MEXICO".

## 8.2 Embalaje

El tipo de embalaje será por acuerdo previo entre fabricante y comprador.

## 9 INSPECCION

Por acuerdo previo entre comprador y fabricante, y cuando así se especifique en el contrato, pedido u orden de compra, el inspector que representa al comprador debe tener libre acceso en cualquier tiempo, mientras se procesa el material objeto del contrato, a todas las partes de la fábrica relacionadas con la fabricación del material ordenado. El fabricante debe proporcionar al inspector sin cargo alguno, todas las facilidades razonables para satisfacerlo de que el material se suministra de acuerdo con esta norma. A menos que se especifique otra cosa, todas las pruebas e inspección (excepto el análisis químico), deben efectuarse en la fábrica antes del embarque, y llevarse a cabo de manera que no interfiera con el trabajo de la planta.

## 10 CRITERIO DE ACEPTACION

A menos que se especifique otra cosa, cualquier alambre corrugado que no cumpla con las pruebas indicadas en esta norma, debe informarse al fabricante dentro de los diez días hábiles siguientes al recibo de las muestras por el comprador.

Las muestras analizadas y que representen material rechazado, deben conservarse durante dos semanas a partir de la fecha en que se notifique al fabricante del rechazo. En caso de desacuerdo con los resultados de las pruebas, el fabricante puede apelar dentro de ese lapso pidiendo nuevos análisis en dos probetas adicionales, las cuales deben cumplir con la norma para no rechazar el lote, definitivamente.

## 11 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma no concuerda con ninguna Norma Internacional.

LA DIRECTORA GENERAL DE NORMAS



LIC. CONSUELO SAEZ PUEYO

Fecha de aprobación y publicación: Julio 15, 1986



**SECRETARIA DE COMERCIO SECRETARIA DE COMERCIO**

**Y**

**FOMETO INDUSTRIAL**

**NORMA MEXICANA**

**NMX-B-253-1988**

**ALAMBRE LISO DE ACERO ESTIRADO EN FRIO  
PARA REFUERZO DE CONCRETO.**

*COLD-DRAWN STEEL WIRW PLAIN FOR CONCRETE  
REINFORCEMENT*

**DIRECCION GENERAL DE NORMAS**

## P R E F A C I O

En la elaboración de esta norma participaron las siguientes empresas e instituciones:

ACERO PREFORMADO, S.A. DE C.V.

ACEROS NACIONALES, S.A.

ALTOS HORNOS DE MEXICO, S.A.

BUFETE INDUSTRIAL DISEÑOS Y PROYECTOS, S.A.

PUPETE PENINSULAR DE CONSTRUCCION, S.A.

CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y DEL ACERO

COMITE ADMINISTRADOR DEL PROGRAMA FEDERAL DE CONSTRUCCION  
DE ESCUELAS

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

DEACERO, S.A. DE C.V.

DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

MEXICANA DE ALTA RESISTENCIA, S.A.

MEXICANA DE LAMINACION, S.A DE C.V

SECRETARIA DE MARINA

SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO (METRO)

## INDICE DEL CONTENIDO

1	OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION REFERENCIAS
2	REFERENCIAS
3	CLASIFICACION Y DESIGNACION
4	ESPECIFICACIONES
5	MUESTREO
6	METODOS DE PRUEBA
7	MARCADO Y EMBALAJE
8	INSPECCION
9	CRITERIO DE ACEPTACION O RECHAZO
10	CERTIFICACION
	APENDICE
11	BIBLIOGRAFIA

ALAMBRE LISO DE ACERO ESTIRADO EN FRIO  
 PARA REFUERZO DE CONCRETO.

COLD-DRAWN STEEL WIRW PLAIN FOR CONCRETE  
 REINFORCEMENT

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION.

Esta Norma Mexicana establece los requisitos que debe cumplir el alambre liso de acero estirado en frío, el cual se utiliza para refuerzo de concreto, como tal, o en forma de malla.

2 REFERENCIAS .

Esta norma se complementa con la siguiente Norma Mexicana vigente:

NMX-B-172 Métodos de prueba mecánicos para productos de acero.

3 CLASIFICACION Y DESIGNACION.

3.1 Clasificación.

El alambre cubierto por esta norma se clasifica conforme a su número de calibre tal y como se indica en la tabla 1.

Tabla 1.- Clasificación

Calibre número	Diámetro nominal, mm	Area nominal, mm <sup>2</sup>
0	7.79	47.60
1	7.19	40.60
2	6.67	35.00
3	6.19	30.07
4	5.72	25.70
5	5.26	21.72
6	4.88	18.70
7	4.50	15.90
8	4.11	13.27
9	3.77	11.16
10	3.43	9.23
11	3.06	7.35
12	2.68	5.64

3.2.1 En la designación del material deben indicarse, como mínimo los siguientes datos:

- a) Número de esta norma.
- b) Nombre del material (alambre de acero liso estirado en frío para refuerzo de concreto).
- c) Cantidad (en kilogramos).
- d) Diámetro nominal, en milímetros.
- e) Tipo de empaque (ver 7.2).

3.2.2. Un ejemplo para designar el alambre, es como sigue:

NMX-B-253      Alambre liso de acero estirado en frío para refuerzo de concreto,  
100 000 kg, 4.50 mm de diámetro, en rollos atados de 500 kg.

## 4      ESPECIFICACIONES

### 4.1      Materiales y fabricación.

4.1.1 El acero debe obtenerse por uno de los siguientes procesos: hogar abierto, horno eléctrico de arco o básico al oxígeno

4.1.2 El alambre debe ser estirado en frío a partir de alambrones que han sido laminados en caliente.

4.1.3 A menos que se indique otra cosa, el alambre se suministra sin galvanizar. Cuando se especifique galvanizado, este debe hacerse en el diámetro final.

### 4.2      Requisitos mecánicos

#### 4.2.1 Tensión.

El material debe cumplir con los requisitos de tensión indicados en la tabla 2, basados en el área nominal del alambre.

Tabla 2.- Requisitos de tensión.

Resistencia a la tensión, mínima, en Mpa (kgf/mm <sup>2</sup> )	549    (56)
Resistencia de fluencia, mínima, en Mpa (kgf/mm <sup>2</sup> )	481    (49)
Reducción de área, mínima en %	30    (a)

NOTA: (a) Cuando se prueba material con una resistencia a la tensión menor de 687

4.2.1.1 Debido a que el material no presenta un punto de fluencia definido, (por los métodos de la caída de la viga o de tensión del indicador de la máquina de prueba) puede determinarse la resistencia de fluencia por el método de extensión total bajo carga, considerando una deformación de 0.5% de la longitud calibrada bajo carga, o a opción del comprador, puede aceptarse la resistencia a la tensión como evidencia del cumplimiento del límite de fluencia,

4.2.1.2 La resistencia de fluencia debe determinarse empleando un extensómetro de la clase B-1 que cumpla con lo indicado en la especificación del apéndice A 2. El extensómetro debe retirarse de la probeta después de haber determinado la resistencia de fluencia.

#### 4.2.2 Doblado.

La probeta de doblado debe soportar un doblado en frío a 180° (a una temperatura no menor de 15°C) sobre un mandril, sin que se presenten grietas a simple vista en la parte exterior de la porción doblada, tal como se indica en la tabla 3.

Tabla 3.- Requisitos de doblado.

Diámetro nominal del Alambre, en milímetros	Característica de la prueba
7.79 y menores	Doblado sobre un mandril de diámetro igual al de la probeta.

#### 4.3 Tolerancias en las dimensiones.

La tolerancia en el diámetro es de  $\pm 3\%$  del diámetro nominal especificado. La diferencia entre los diámetros máximo y mínimo, medidos en cualquier sección transversal dada, no debe ser mayor de 5%

#### 4.4 Acabado.

4.4.1 El alambre debe estar libre de defectos perjudiciales tales como grietas, traslapes, etc., que afecten su uso.

4.4.2 El óxido, grietas de superficie o irregularidades superficiales del alambre que no está destinado a la fabricación de mallas, no debe ser causa de rechazo, siempre que las dimensiones mínimas el área de la sección transversal y las propiedades de tensión, determinadas sobre una probeta limpiada a mano con un cepillo de alambre, no sean menores que lo especificado en esta norma.

4.4.3 El alambre destinado a la fabricación de malla electrosoldada debe estar suficientemente limpio de óxido y lubricante de tal forma que no interfiera en el proceso, para conseguir una buena soldadura por resistencia eléctrica

## 5 MUESTREO

o de los alambres seleccionados al azar por cada atado las probetas deben ser de suficiente longitud para efectuar las pruebas indicadas en 4.2.1 y 4.2.2.

5.2.2 Si cualquier probeta presenta imperfecciones aisladas, no representativas del producto, puede descartarse y sustituirse por otra.

5.3 Número de pruebas.

Deben efectuarse pruebas de tensión y de doblado por cada 10 toneladas o fracción de cada diámetro conforme a lo indicado en la tabla 4.

Tabla 4.- Número de pruebas.

Diámetro en milímetros	Número de pruebas
Hasta 4.11	3
Más de 4.11 hasta 6.19	2
Más de 6.19	1

## 6 METODOS DE PRUEBA

Para verificar que el material suministrado cumple con lo establecido en esta norma, deben emplearse los métodos de prueba indicados en la NMX-B-172.

## 7 MARCADO Y EMBALAJE

### 7.1 Marcado.

Cada rollo debe llevar una tarjeta firmemente sujeta conteniendo los siguientes datos:

- a) Nombre o marca del fabricante.
- b) Nombre del material
- c) Diámetro en milímetros
- d) Número de esta norma.
- e) Masa neta.
- f) Longitud, en metros.

### 7.2 Embalaje.

El tipo de embalaje debe ser el establecido en la norma NMX-B-172.

8.1 El inspector que representa al comprador debe tener libre acceso en cualquier tiempo, mientras se procesa el material objeto del contrato, a todas las partes de la fabrica relaciona das con la fabricación del material ordenado. El fabricante debe proporcionar al inspector, sin cargo alguno todas las facilidades razonables para serciorarse de que el material se suministra conforme a esta norma, a menos que se especifique otra cosa.

8.2 Con excepción de la resistencia de fluencia, todas las pruebas y la inspección deben efectuarse en la planta del fabricante, antes del embarque, de tal manera que no interfieran con la operación de la planta.

## 9 CRITERIO DE ACEPTACION O RECHAZO

9.1 El material que presente imperfecciones, posteriores a su aceptación en la planta del fabricante, debe ser rechazado por el comprador y notificarlo al fabricante.

9.2 Cualquiera de las probetas que no cumpla con los requisitos de esta norma constituye la base para rechazar el lote que representa la probeta. El lote total puede volverse a inspeccionar probando cada rollo o cada atado para el requisito con el que no cumplió la probeta.

9.3 Cualquier rechazo basado en pruebas efectuadas conforme a lo indicado en esta norma debe comunicarse al fabricante dentro de los quince días siguientes al recibo del material. El material rechazado debe protegerse adecuadamente e identificar se correctamente, con el objeto de que el fabricante pueda hacer una investigación adecuada.

## 10 CERTIEICACION

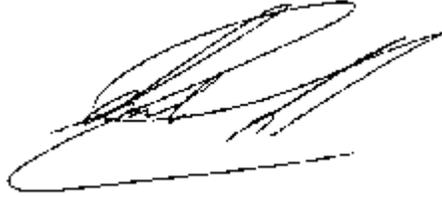
Cuando lo solicite el comprador en el contrato u orden de compra, el fabricante debe proporcionar un certificado de calidad en el cual se indique que el material fue fabricado, muestreado, probado e inspeccionado conforme a esta norma y cumple con los requisitos establecidos. Cuando se especifique en el contrato u orden de compra, debe suministrarse un informe de los resultados de prueba.

## APENDICE

Hasta que se elaboren las normas correspondientes, deben consultarse las siguientes especificaciones extranjeras:

A 1 ASTM-A-700	Practices for packaging, marking and loading methods for steel products for domestic shipment.
A 2 ASTM-E-83	Method for verification and classification of extensometers.

LA DIRECTORA GENERAL DE NORMAS

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and strokes, positioned centrally on the page.

LIC. CONSUELO SAEZ PUEYO



**SECRETARIA DE COMERCIO**

**Y**

**FOMENTO INDUSTRIAL**

**NORMA MEXICANA**

**NMX-B-290-1988**

**“MALLA SOLADADA DE ALAMBRE LISO DE ACERO, PARA REFUERZO DE  
CONCRETO”**

**STEEL WELDED WIRE PLAIN FABRIC FOR CONCRETE  
REINFORCEMENT”**

## P R E F A C I O

En la elaboración de esta norma participaron las siguientes empresas e instituciones:

- ACERO PREFORMADO, S.A.
- ACEROS NACIONALES, S.A.
- ALTOS HORNOS DE MEXICO, S.A,
- BUFETE INDUSTRIAL, DISENOS Y PPOYECTOS, S
- BUFETE PENINSULAR DE CONSTRVCCION
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y DEL ACERO
- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD.
- COMITE ADMINISTRADOR DEL PROGRAMA FEDERAL DE CONSTRUCCION DE ESCUELAS
- DEACERO, S.A. DE C.V.
- DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
- INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO
- MEXICANA DE LAMINACION, S.A, DE C.V.
- SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL
- SECRETARIA DE MARINA
- MEXICANA DE ALTA RESISTENCIA

“MALLA SOLDADA DE ALAMBRE LISO DE ACERO, PARA REFUERZO DE  
CONCRETO”

“STEEL WELDED WIRE PALIN FABRIC REINFORCEMENT”

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN.

Esta Norma Mexicana establece los requisitos que debe cumplir la malla soldada de alambre liso de acero, para refuerzo de concreto.

2. REFERENCIAS.

Esta norma se complementa con la siguiente Norma Oficial Mexicana vigente:

NMX-B-253 "Alambre liso de acero, estirado en frío para refuerzo de concreto"

3. DEFINICIONES.

3.1. Malla soldada de alambre de acero.

Para los propósitos de esta norma, se entiende por malla de alambre, al material compuesto por una serie de alambres de acero estirados en frío, colocados longitudinal y transversalmente, formando ángulos rectos entre sí y soldados por resistencia eléctrica, en todos los puntos de intersección.

4. DESIGNACIÓN

En la designación del material cubierto por esta norma deben incluirse los siguientes datos para describirlo adecuadamente:

- a) Número de esta norma.
- b) Nombre del material (malla soldada de alambre liso de acero para refuerzo de concreto).
- c) Cantidad (masa o metros cuadrados).
- d) Calibre del alambre longitudinal.
- e) Calibre del alambre transversal.
- f) Espaciamiento entre los alambres longitudinales y entre los transversales.
- g) Ancho de la malla (longitud de centro a centro entre los - alambres exteriores longitudinales).

- h) Si se desean hojas o rollos (dimensiones en cada caso)

## 5 ESPECIFICACIONES.

### 5.1 Materiales.

El alambre usado para la fabricación de la malla debe cumplir con los requisitos especificados en la NMX-B-253.

5.2 La malla puede suministrarse en hoja o en rollo, según especifique el comprador.

### 5.3 Fabricación

5.3.1 Los alambres deben ensamblarse mediante maquinas automáticas o por algún otro medio mecánico adecuado, el cual asegure un espaciamiento y alineación correctos de todos los miembros de la malla terminada.

5.3.2 Los alambres longitudinales y transversales de la malla deben estar firmemente unidos en todas las intersecciones mediante el empleo del proceso de soldadura por resistencia eléctrica, el cual emplea el principio de fusión combinado con presión.

### 5.4. Requisitos mecánicos.

Todo el alambre de la malla terminada debe cumplir con los requisitos mínimos de propiedad de tensión y prueba de doblado indicados en la NMX-B-253.

### 5.5. Reducción de área.

El alambre debe cumplir con los requisitos de reducción de área mínimo, indicados en la NMX.-B-253.

### 5.6. Resistencia al corte de la soldadura.

5.6.1 Para asegurar una adecuada resistencia al corte de la soldadura, entre los alambres transversales y longitudinales, deben efectuarse pruebas de resistencia al corte de la soldadura como se describen en 7.3. El valor promedio mínimo de la fuerza cortante en kilogramos fuerza, no debe ser inferior del valor que resulte de multiplicar 241 N/mm (25 kgf/mm ) por el área del alambre longitudinal, en mm<sup>2</sup>, siempre y cuando el alambre transversal tenga un diámetro mayor de 3.15 mm y que el área del alambre de menor diámetro no sea menor que 40% del área del alambre mas grueso.

5.6.2 El área del alambre que tenga un diámetro menor de 3.15 mm o el área del alambre más delgado que sea menor del 40% del área del alambre más grueso, no esta sujeto a requisitos de resistencia al corte en la soldadura.

5.6.3 La prueba para determinar la resistencia al esfuerzo cortante de la soldadura, debe efectuarse empleando el método indicado en 7.3.

5.6.4 Se considera que el material cumple con los requisitos de resistencia de la soldadura al esfuerzo cortante, si el promedio de cuatro soldaduras no es menor que el valor indicado en 5.6.1. Si el promedio no cumple con el valor establecido todas las soldaduras de la

Los calibres, espaciamento, arreglo de los alambres y dimensiones de las mallas terminadas, ya sea en forma de hoja o rollo deben cumplir con los requisitos especificados por el comprador.

#### 5.7.2 Ancho de la malla.

A menos que se especifique otra cosa, el ancho de la malla debe considerarse como la distancia de punta a punta de cualquier alambre transversal. La tolerancia en el ancho es de  $\pm 13$  mm del especificado.

#### 5.7.3 Largo.

La tolerancia en largo de la malla en hoja, medido en cualquier alambre longitudinal, puede variar en  $\pm 25$  mm o 1% lo que sea mayor.

#### 5.7.4 Puntas

Cuando se especifique que los alambres sobresalgan una longitud a determinada medida perpendicularmente a partir del eje de un alambre extremo, la tolerancia es de  $\pm 13$  mm de la longitud especificada.

#### 5.7.5 Tolerancia en el diámetro del alambre.

5.7.5.1. La tolerancia en el diámetro de cualquier alambre en la malla terminada, debe ser la misma que la indicada en la NMX-B-253, antes de la fabricación de la malla, excepto que no se aplican requisitos para fuera de redondo (ovalamiento).

#### 5.7.6 Espaciamento.

El espaciamento promedio de los alambres en la malla debe ser tal, que el número total de alambres contenidos en una hoja o rollo sea igual o mayor que el determinado por el espaciamento especificado, pero la distancia de centro a centro entre los miembros individuales, no debe variar en más de 6.5 mm del espaciamento especificado.

Se sobrentiende que las hojas de malla de la misma longitud especificada, puede que no siempre contenga el mismo número de alambres transversales, por tanto, pueden tener diferentes longitudes los extremos que sobresalen de los alambres longitudinales.

#### 5.8 Acabado y apariencia.

Cuando se usa alambre del grado y calidad adecuada para fabricar la malla, se obtiene un producto resistente, en la que sus aberturas son substancialmente cuadradas o rectangulares. Debe tener un acabado compatible con una buena practica de fabricación, lo cual se determina por medio de una inspección visual.

### 6. MUESTREO.

6.1. Deben seleccionarse, al menos, cuatro soldaduras de una muestra que represente al

6.3.2. Debe hacerse una prueba para determinar la resistencia al corte de la soldadura, por cada 28000 m<sup>2</sup> o fracción de malla terminada, del mismo tipo.

## 7. MÉTODOS DE PRUEBA.

### 7.1. Probetas.

7.1.1. Las probetas usadas para determinar las propiedades a la tensión indicadas en 7.2. deben obtenerse cortando de la malla terminada, unidades de tamaño adecuado para poder realizar la prueba correspondiente.

7.1.2. Las probetas usadas para determinar las propiedades a la tensión que incluyan una soldadura, deben tener la unión soldada localizada aproximadamente en el centro del alambre bajo prueba, y el alambre transversal a este debe extenderse aproximadamente 25 mm a cada lado de la unión soldada.

7.1.3. Las probetas para determinar las propiedades al corte en la soldadura, deben obtenerse cortando de la malla terminada una sección que incluya un alambre transversal a través del ancho completo de la hoja o rollo. El alambre transversal de cada probeta debe sobresalir, aproximadamente, 25 mm del alambre longitudinal. El alambre longitudinal de cada probeta debe tener tal longitud abajo del alambre transversal que quede adecuadamente sujeto por las mordazas de la máquina de prueba; tal longitud, arriba del alambre transversal, que su extremo quede arriba del eje del soporte superior del dispositivo de prueba.

7.1.4. Las probetas para la prueba de doblado deben tomarse entre las soldaduras.

7.1.5. Si cualquier probeta muestra defectos, debe descartarse y sustituirse por otra.

### 7.2. Requisitos mecánicos.

#### 7.2.1. Resistencia a la tensión.

Las pruebas de tensión pueden efectuarse sobre uno de los alambres soldados en la malla después de su fabricación, en una probeta que incluya o no uniones soldadas, pero no menos del 50% de las muestras probadas deben incluir uniones soldadas.

#### 7.2.2. Reducción de área.

La reducción de área puede determinarse midiendo la sección fracturada de una probeta que ha sido probada incluyendo o no las soldaduras. Sin embargo, en el caso de una probeta que incluya una soldadura, la medición se efectúa únicamente cuando la ruptura se ha presentado a una distancia suficiente fuera del centro de la soldadura, para permitir una medición exacta.

### 7.3. Métodos de prueba y aparato para determinar la resistencia al esfuerzo cortante de la soldadura.

7.3.1. Puesto que las soldaduras en las mallas de alambre soldado contribuyen a la adherencia y anclaje en el concreto, es imperativo que las pruebas de aceptación de la soldadura se hagan en dispositivos que permitan que las soldaduras se sometan a esfuerzos

tensión con una articulación de rotula al centro. Este u otro dispositivo diseñado con el mismo principio, es aceptable.

7.3.3. Las probetas deben insertarse a través de la ranura en los apoyos, usando la ranura adecuada más pequeña en la que el alambre longitudinal queda libre.

El alambre longitudinal debe quedar en contacto con la superficie de los rodillos de giro libre, mientras que el alambre transversal debe soportarse en los apoyos sobre cada lado de la muestra. La mordaza inferior de la maquina debe sujetar el extremo inferior del alambre longitudinal la velocidad de separación de los cabezales de la máquina de prueba debe ser:

máxima 13 mm/min.  
 mínima 1 3  
 mm/min.

## 8. MARCADO Y EMBALAJE.

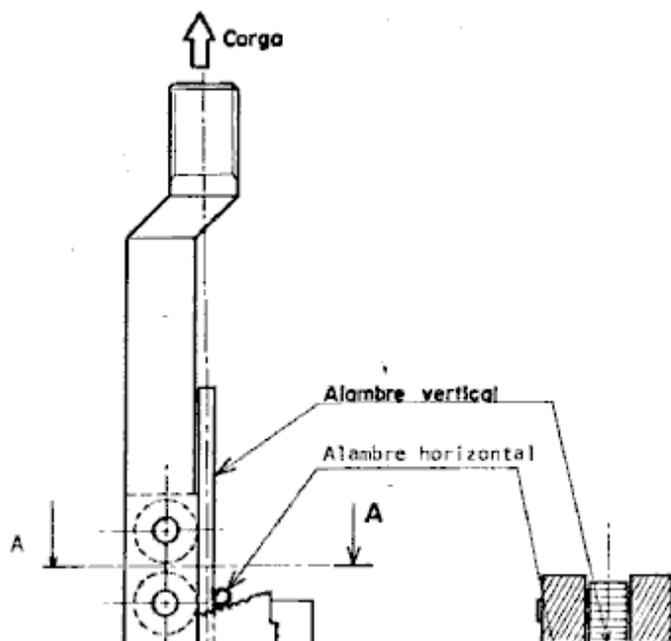
### 8.1. Marcado.

Cada atado de hojas o cada rollo, deben tener firmemente sujeta una etiqueta con el nombre o marca del fabricante, nombre del material, número de esta norma, calibre y separaciones tanto longitudinal como transversal, y cualquier otra información que haya especificado el comprador.

### 8.2. Embalaje.

#### 8.2.1 Hojas.

Cuando la malla se suministre en hojas planas, deben hacerse atados de tamaño conveniente que no contengan más de 150 hojas y que estén firmemente sujetas.



### 8.2.2 Rollos

Cuando la malla se suministre en rollos, cada uno de estos debe estar sujeto de tal manera que se evite su desenrollamiento durante el embarque y manejo.

8.3. Por acuerdo previo entre fabricante y comprador el tipo de embalaje puede efectuarse conforme a lo indicado en la especificación mencionada en el apéndice A 1.

## 9. INSPECCIÓN.

9.1 El inspector que representa al comprador debe tener libre acceso en todo tiempo mientras se procesa el material objeto del contrato, a todas las partes de la fabrica relacionadas con la fabricación del material ordenado. El fabricante debe proporcionar al inspector, sin cargo alguno, todas las facilidades razonables para cerciorarse de que el material se suministra conforme a esta norma.

9.2. Si el comprador considera conveniente comprobar el cumplimiento con los requisitos de tensión del alambre especificado en la NMX-B-253 puede efectuar dichas pruebas en un laboratorio acordado entre fabricante y comprador, o bien, puede efectuar esta prueba en el laboratorio del fabricante, si esto no interfiere con la operación de la planta.

## 10 CRITERIO DE ACEPTACIÓN.

10.1. El material que no cumpla con los requisitos de esta norma puede ser rechazado. A menos que se especifique de otra manera, cualquier rechazo debe informarse al fabricante dentro de los quince días siguientes a la selección de las probetas.

10.2. En caso de que una probeta no cumpla con los requisitos de tensión o doblado, el material no debe rechazarse, hasta que dos probetas adicionales tomadas de otros alambres de la misma hoja o rollo sean probados. El material se considera que cumple con esta norma, con respecto a una cierta propiedad a la tensión, cuando el promedio de prueba obtenido en las tres probetas sea cuando menos igual al mínimo requerido para esa propiedad particular, y siempre que ninguna de las tres probetas presente menos del 80% del mínimo requerido para la propiedad a la tensión en cuestión. Se considera que el material cumple con esta norma, con respecto a la prueba de doblado, siempre que las dos probetas adicionales pasen satisfactoriamente la misma.

10.3. Cualquier material que muestre defectos perjudiciales subsecuentes a su aceptación en la planta del fabricante, el comprador lo debe rechazar notificando a ese de inmediato

10.4. Las uniones soldadas deben soportar las operaciones normales de manejo y embarque sin desprenderse pero la presencia de soldaduras desprendidas, sin importar la causa, no deben ser motivo de rechazo, a menos que el número de uniones desprendidas por hoja exceda del 1% del número total de uniones de la misma o si el material se suministra en rollos, del 1 % del número total de uniones en el mismo, o del 1% del número total de uniones en 14 m<sup>2</sup> de malla, con tal de que no mas de la mitad del número permisible de uniones desprendidas estén localizadas sobre un solo alambre

rollos, así rechazados, excede del 25% del número total de piezas en el embarque, el embarque completo puede rechazarse.

10.7. El óxido, escamas superficiales, o las irregularidades superficiales no deben ser causa de rechazo, siempre que las dimensiones mínimas, el área de la sección transversal y las propiedades de tensión de una probeta, limpiada a mano con cepillo de alambre, no sean menores que lo especificado en esta norma.

10.3. Las probetas que representan material rechazado conservarse por un período de dos semanas como mínimo, a deben compartir de la fecha de inspección; durante este lapso, el fabricante puede hacer una apelación para realizar nuevas pruebas.

## 11. CERTIFICACIÓN.

Cuando sea requerido por el comprador, el fabricante debe proporcionarle un certificado en el cual conste que el material fue probado, muestreado y cumple con los requisitos de esta norma.

## APENDICE.

A.1. Hasta que se elabore la Norma Mexicana correspondiente, debe emplearse la especificación indicada a continuación:

ASTM-A-700 "Practices for packaging, marking, and loading --methods for steel products for domestic shipment'.

## 12. BIBLIOGRAFIA

NMX-B-253-1974 "Malla soldada de alambre de acero, para refuerzo de concreto".

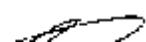
ASTM-A-185-1985 "Standard suecification for "Steel welded wire fabric, plain, for concrete reinforcement".

## 13. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

No puede establecerse concordancia por no existir referencia al momento de elaborar la presente

México, D.F., a 14 de Julio de1988

LA DIRECTORA GENERAL DE  
NORMAS





**SECRETARIA DE COMERCIO**

**Y**

**FOMENTO INDUSTRIAL**

**NORMA MEXICANA**

**NMX-B-294-1986**

**INDUSTRIA SIDERURGICA - VARILLAS CORRUGADAS DE  
ACERO, TORCIDAS EN FRIO, PROCEDENTES DE LINGOTE O  
PALANQUILLA, PARA REFUERZO DE CONCRETO**

*SIDERURGICAL INDUSTRY - COLD TWISTED, DEFORMED,  
INGOT-BILLET STEEL BARS FOR CONCRETE REINF OR CEMENT*

**DIRECCION GENERAL DE NORMAS**

## PREFACIO

En la elaboración de esta Norma participaron las siguientes Empresas e Instituciones:

- ACEROS ECATEPEC, S.A.
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y DEL ACERO.
- COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD.
- GIM., S.A. DE C.V.
- INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO.
- INSTITUTO TECNOLOGICO DE SALTILLO.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS.
- COMITE CONSULTIVO DE NORMAS DE LA INDUSTRIA SIDERURGICA.

## INDICE

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION
2. REFERENCIAS
3. DEFINICIONES
4. CLASIFICACION Y DESIGNACION
5. ESPECIFICACIONES
6. MUESTREO
7. METODOS DE PRUEBA
8. MARCADO Y EMBALAJE
9. INSPECCION NO OFICIAL
10. CRITERIO DE ACEPTACION
11. BIBLIOGRAFIA
12. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

INDUSTRIA SIDERURGICA - VARILLAS CORRUGADAS DE ACERO,  
TORCIDAS EN FRÍO, PROCEDENTES DE LINGOTE O PALANQUILLA, PARA  
REFUERZO DE CONCRETO

SIDERURGICAL INDUSTRY - COLD TWISTED, DEFORMED,  
INGOT-BILLET STEEL BARS FOR CONCRETE REINF OR CEMENT

## 1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma establece los requisitos que deben cumplir las varillas corrugadas de acero, torcidas en frío, para refuerzo de concreto, procedentes de lingote o palanquilla, con límites de fluencia mínimos de 412, 490, 588N/mm<sup>2</sup> (42, 50 y 60kgf/mm<sup>2</sup>). Se entiende por varilla corrugada una barra de acero que ha sido especialmente fabricada para usarse en refuerzo de concreto. Los tamaños y las dimensiones nominales de las varillas corrugadas torcidas en frío, así como su número de designación, se indican en la tabla 1.

La soldabilidad del acero no forma parte de esta norma.

## 2 REFERENCIAS

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Mexicanas vigentes:

NOM-B-001	Métodos de análisis química para determinar la composición de aceros y fundiciones.
NOM-B-310	Métodos de prueba a la tensión para productos de acero.
NOM-B-434	Método de prueba para la determinación del peso unitario y área transversal de las varillas lisas y corrugadas para refuerzo de concreto.

## 3 DEFINICIONES

### 3.1 Varillas torcidas en frío

Son aquellas varillas que provienen de la laminación en caliente de lingotes o palanquillas de coladas controladas, las cuales, por su composición química y un posterior torcido en frío, adquieren el límite de fluencia mínimo que se especifica para cada grado.

## 4 CLASIFICACION Y DESIGNACION

### 4.1 Clasificación

Las varillas cubiertas por esta Norma se clasifican en tres grados, de acuerdo con su límite de fluencia mínimo: 412, 490 y 588N/mm<sup>2</sup> ( 42, 50 y 60kgf/mm) y se designan respectivamente como grado 42, 50 y 60.

### 4.2 Designación

Tabla 1.- Número de designación, masa unitaria, dimensiones nominales y requisitos de corrugación para las varillas torcidas en frío.

NUM-B-294-1  
2/3  
TABLA 1.- Número de designación, masa unitaria, dimensiones nominales y requisitos de corrugación para las varillas torcidas en frío.

Número de designación de las varillas torcidas en frío.	DIMENSIONES NOMINALES (a)			REQUISITOS PARA LAS CORRUGACIONES TRANSVERSALES				REQUISITOS PARA LAS CORRUGACIONES LONGITUDINALES	
	Masa unitaria kg/m	Diámetro nominal mm	Área de la sección transversal mm <sup>2</sup>	Altura mínima de la corrugación en cm	Altura mínima entre los tercios de la corrugación en cm	Espaciamiento máximo mm	Ancho mínimo mm	Profundidad mínima mm	Altura mínima mm
2	0.248	6.4	32	0.5	0.4	4.5	0.6	12.8	0.6
3	0.560	9.5	71	0.7	0.5	6.7	1.0	19.0	1.0
4	0.994	12.7	127	0.9	0.8	8.9	1.3	25.4	1.3
5	1.552	15.9	198	1.1	1.0	11.1	1.6	31.8	1.6
6	2.235	19.0	285	1.3	1.1	13.3	1.9	38.0	1.9
7	3.042	22.2	388	1.6	1.3	15.5	2.2	44.4	2.2
8	3.975	25.4	507	1.8	1.5	17.8	2.5	50.8	2.5
9	5.032	28.6	642	2.0	1.7	20.0	2.9	57.2	2.9
10	6.225	31.8	794	2.2	1.9	22.3	3.2	63.6	3.2
11	7.503	34.9	957	2.4	2.1	24.5	3.5	69.8	3.5
12	8.938	38.1	1140	2.7	2.2	26.7	3.8	76.2	3.8

El diámetro nominal de una varilla torcida es equivalente al diámetro de una varilla lisa que tenga la misma masa unitaria.

Los números de designación de las varillas torcidas en frío corresponden al número de ondas de altura de onda de 25 mm.

En la designación de la varilla se deben incluir los siguientes datos, como mínimo, para describirla adecuadamente:

- a) Número de esta Norma.
- b) Nombre del material.
- c) Grado (indicando el límite de fluencia en  $\text{N/mm}^2$  ( $\text{kgf/mm}^2$ )).
- d) Cantidad (kilogramos).
- e) Dimensiones (tamaño nominal).

## 5 ESPECIFICACIONES

### 5.1 Acero

5.1.1 El acero para la fabricación de estas varillas, debe ser obtenerse por horno eléctrico.

#### 5.1.2 Fabricación

Las varillas deben laminarse directamente de palanquillas o lingotes.

### 5.2 Composición química

#### 5.2.1 Análisis de colada

En el análisis de colada, el contenido de fósforo en el acero debe ser como máximo de 0.05%.

#### 5.2.2 Análisis de producto

En el análisis de producto (comprobación), el contenido de fósforo en el acero no debe exceder de 25% (0.0625 % máx.) de lo especificado en 5.2.1.

### 5.3 Requisitos mecánicos

#### 5.3.1 Requisitos de tensión

Las varillas deben cumplir con los requisitos de tensión indicados en la tabla 2.

#### 5.3.2 Requisitos de doblado

Las probetas deben doblarse alrededor de un mandril, sin agrietarse en la parte exterior de la zona doblada. La prueba debe realizarse a temperatura ambiente y en ningún caso a menos de 289K (16°C). Los requisitos que deben cumplirse para el ángulo de doblado y los tamaños de mandril se indican en la tabla 3.

Tabla 2.- REQUISITOS DE TENSION.

	Grado 42	Grado 50	Grado 60
Límite de fluencia mínimo, en N/mm <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> )	412(42)	490(50)	589(60)
Resistencia a la tensión mínima, en N/mm <sup>2</sup> (kgf/mm <sup>2</sup> )	510(52)	589(60)	687(70)
Alargamiento en 200mm de longitud calibrada, mínimo, en %			
Varilla número 1, 2.5, 3, 4, 5 y 6		8	8
7, 8, 9 y 10		7	7
11 y 12		6	6

Tabla 3.- REQUISITOS DE DOBLADO.

Varillas No.	Prueba de doblado	
	Grado 42	Grado 50 y 60
Menores de no. 6	3.14 rad (180°) d = 4T	3.14 (180°) d = 6T
6, 7 y 8	3.14 rad (180°) d = 5T	3.14 (180°) d = 7T
9, 10, 11 y 12	3.14 rad (180°) d = 6T	3.14 (180°) d = 8T

Notas:

d = Diámetro del mandril.

T = Diámetro de la probeta.

1 radián = 57.29578 grados angulares.

## 5.4 Dimensiones y tolerancias

### 5.4.1 Dimensiones

Los tamaños y las dimensiones nominales de las varillas corrugadas, así como sus números de designación, se establecen en la tabla 1.

### 5.4.2 Requisitos para las corrugaciones

Las corrugaciones deben estar espaciadas a lo largo de la varilla a distancias aproximadamente uniformes. Las corrugaciones sobre los lados opuestos de las varillas deben ser similares en tamaño y forma.

Las características geométricas fundamentales de las corrugaciones, transversales y longitudinales, deben cumplir con los requisitos indicados en la tabla 1.

## 5.5 Masa

Las tolerancias en masa no deben exceder los límites indicados en la tabla 4.

Tabla 4.- Tolerancias en masa (a,b) (a partir de la masa teórica).

Diámetro de las varillas en mm	Lote (C) en menos, en %	Varillas individuales, en menos en %
Todos	3.5	6

a) Para la aplicación de esta tabla deben usarse las masas teóricas (masa unitaria en kg/m), indicados en la tabla 1.

b) Las varillas de refuerzo se clasifican en base a su masa nominal. En ningún caso el sobrepeso de cualquier lote o varilla debe ser causa de rechazo.

c) El término "lote" se refiere a todas las varillas de la misma masa unitaria nominal que corresponden a una orden de embarque.

## 5.6 Acabado

Las varillas pueden tener imperfecciones propias del laminado en caliente, siempre y cuando no afecten sus propiedades mecánicas.

## 6 MUESTREO

### 6.1 Composición química

#### 6.1.1 Análisis de colada

El fabricante debe efectuar un análisis de cada colada de acero en muestras tomadas, de preferencia, durante el vaciado de cada carga en una colada continua.

#### 6.1.2 Análisis de producto

Este análisis se debe efectuar en varillas terminadas que representen cada colada de acero.

### 6.2 Propiedades mecánicas

### 6.2.1 Probetas para las pruebas de tensión y de doblado

Las probetas para la prueba de tensión deben ser de sección completa en su estado final. Las determinaciones de los esfuerzos unitarios de las probetas de sección completa, deben basarse en las áreas de las secciones transversales nominales indicadas en la tabla 1.

Las probetas para la prueba de doblado deben ser de sección completa en su estado final.

### 6.2.2 Número de pruebas de tensión y de doblado

Debe hacerse una prueba de tensión y una de doblado de cada colada de acero, con las varillas terminadas del mayor diámetro. Sin embargo, si el material de una colada difiere en tres o más números de designación, debe hacerse una prueba de tensión y una de doblado de las varillas terminadas de mayor y menor número de designación.

Si cualquier probeta presenta defectos superficiales, puede descartarse y sustituirse por otra.

Si el porcentaje de alargamiento de cualquier probeta para la prueba de tensión es menor del especificado en el inciso 5.3.1, y además, una parte de la fractura se presenta fuera del tercio medio de la longitud calibrada, como se indica por las marcas de la probeta antes de la prueba, se permite repetir la prueba; para poder demostrar que se cumple con lo especificado en este inciso, se deben probar varillas representativas, seleccionando una varilla por cada 10 000kg (10 ton) o fracción de cada lote.

## 6.3 Dimensiones

### 6.3.1 Corrugaciones

Para que las determinaciones de las características dimensionales de las muestras sean representativas, las mediciones deben efectuarse en puntos seleccionados sobre una varilla, por cada 10 000kg (10 ton) o fracción, contenidas en un lote.

6.3.2 Antes de rechazar un lote por altura insuficiente en las corrugaciones, longitud insuficiente de las corrugaciones y espaciamiento entre corrugaciones, debe demostrarse claramente, por determinaciones en el lote, que no se cumple con los requisitos mínimos especificados en el inciso 5.4.1.

No debe efectuarse ningún rechazo sobre la base de mediciones efectuadas en menos de 10 corrugaciones adyacentes, sobre cada cara de la varilla bajo prueba.

## 7 METODOS DE PRUEBA

### 7.1 Composición química

Los métodos de análisis para determinar la composición química, deben ser los indicados en la Norma Mexicana NOM-B-001.

## 7.2 Requisitos mecánicos

### 7.2.1 Límite de fluencia

El límite de fluencia debe determinarse por el método de extensión bajo carga, o por el método de deformación permanente especificado (offset), indicado en la Norma Mexicana NOM-B-310. En caso de usar el método de extensión bajo carga, se debe utilizar un valor de 0.6% de extensión. Si se usa el método de deformación permanente especificado (offset), se debe usar el valor de 0.2% para trazar la línea paralela a la rama recta de la gráfica carga - deformación, de acuerdo con la Norma citada.

### 7.2.2 Doblado

La prueba de doblado se debe efectuar conforme a lo indicado en la NOM-B-120, empleando probetas de suficiente longitud para asegurar un doblado libre, y el dispositivo para la prueba debe cumplir con lo siguiente:

- a) Una aplicación continua y uniforme de la fuerza durante toda la operación de doblado.
- b) Movimiento sin restricción de la probeta en los puntos de contacto con el dispositivo de doblado.
- c) La probeta debe estar en contacto con el mandril durante toda la operación de doblado.

## 7.3 Medición de las corrugaciones

### 7.3.1 Aparatos y equipo

- a) Flexometro, con aproximación de 1mm.
- b) Vernier, con aproximación de 0.1mm.

### 7.3.2 Procedimiento

#### 7.3.2.1 Espaciamento

La separación, o espaciamento promedio de las corrugaciones transversales, debe determinarse dividiendo una longitud medida en la probeta, entre el número de corrugaciones individuales y fracciones de corrugación, en cualquier lado de la probeta.

7.3.2.2 La uniformidad de la separación entre las corrugaciones transversales de un lado de las varillas, debe considerarse en corrugaciones de la misma dirección.

7.3.2.3 La medición del espaciamento debe efectuarse sobre una zona de la varilla que no contenga marcas, símbolos, letras o números.

En el caso de varillas con corrugaciones transversales en dos direcciones, en el mismo lado de la varilla, el espaciamiento promedio o la distancia entre corrugaciones transversales debe calcularse dividiendo una longitud medida en la probeta, entre el número de corrugaciones que existen en ese lado de la probeta y en esa longitud, independientemente de su dirección.

### 7.3.3 Longitud de la probeta

La longitud medida en la probeta debe considerarse como la distancia desde un punto, sobre una corrugación, a otro punto correspondiente a otra corrugación en el mismo lado de la varilla.

### 7.3.4 Altura

La altura promedio de las corrugaciones debe determinarse a partir de mediciones realizadas en no menos de dos corrugaciones típicas; las determinaciones deben basarse en 3 mediciones por corrugación, una en el centro de la longitud total y las otras dos en puntos a la tercera parte de la longitud total.

## 8 MARCADO Y EMBALAJE

### 8.1 Marcado

8.1.1 Cuando se efectúen embarques desde la planta del fabricante, las varillas deben separarse adecuadamente y etiquetarse con el número de identificación de colada o de prueba.

8.1.2 Las varillas corrugadas que cumplan con esta Norma, se deben identificar con número, letras y/o símbolos realizados que indiquen los siguientes datos:

- a) Procedencia de palanquilla (con letra "N").
- b) Marca del fabricante.
- c) Número correspondiente a la designación de la varilla según tabla 1.
- d) Número que indique el grado de la varilla 42, 50 y 60.

8.2 Embalaje.  
El tipo de embalaje debe ser previo acuerdo entre fabricante y comprador.

## 9 INSPECCION NO OFICIAL

El inspector, que representa al comprador, debe tener libre acceso a cualquier hora, mientras se procesa el material objeto del contrato, a todas las partes de la fábrica relacionadas con la fabricación del material ordenado. El fabricante debe proporcionar al inspector, sin cargo alguno, todas las facilidades razonables para satisfacerlo de que el material se suministra conforme a esta Norma. A menos que se especifique otra cosa, todas las pruebas e inspección (excepto el análisis de producto) deben efectuarse en la fábrica

antes del embarque, y llevarse a cabo de manera tal, que no interfieran con el trabajo de la planta.

#### 10 CRITERIO DE ACEPTACION

A menos que se especifique de otra forma, cualquier rechazo basado en las pruebas establecidas en esta Norma, deben informarse por escrito al fabricante dentro de los 60 días hábiles a partir del recibo de la muestra por el comprador.

El material que muestre defectos perjudiciales, posteriores a su aceptación en la fábrica, debe ser rechazado y notificarse por escrito al fabricante.

Las probetas, probadas de acuerdo con el inciso 5.2.2, y que representan material rechazado, deben conservarse durante dos semanas a partir de la fecha en que se notifique por escrito al fabricante el rechazo. En caso de desacuerdo con los resultados de las pruebas, el fabricante puede apelar dentro de ese lapso.

#### 11 BIBLIOGRAFIA

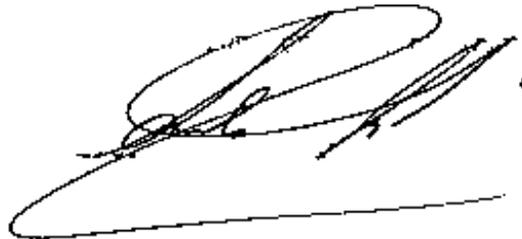
NOM-B-294-1979 Varillas corrugadas de acero, torcidas en frío, procedentes de lingote o palanquilla, para refuerzo de concreto.

#### 12 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

No se puede establecer concordancia por no haber referencia al momento de elaboración de la presente.

México D.F., Noviembre 3, 1986

LA DIRECTORA GENERAL DE NORMAS

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and strokes, positioned below the title of the Director General of Norms.

LIC. CONSUELO SAEZ PUEYO

Fecha de aprobación y publicación: Noviembre 3, 1986



**SECRETARIA DE COMERCIO**

**Y**

**FOMENTO INDUSTRIAL**

**NORMA MEXICANA**

**NMX-B-456-1987**

**ARMADURAS SOLDADAS DE ALAMBRE DE ACERO PARA  
CASTILLOS Y DALAS**

*PREFABRICATED WELDED ELEMENT FOR BRICK MASONRY FRAMES  
REINFORCEMENT*

**DIRECCION GENERAL DE NORMAS**

## P R E F A C I O

En la elaboración de esta norma participaron las siguientes empresas e instituciones:

CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y DEL ACERO

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

DEACERO, S.A.

DEPARTAMENSO DEL DISTRITO FEDERAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA DEL I.P.N.

GRUPO ORVI, S.A.

INGENIERIA EXPERIMENTAL

MEXICANA DE ALTA RESISTENCIA, S.A.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL

## INDICE DEL CONTENIDO

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION
2. REFERENCIAS
3. DEFINICIONES
4. DESDESIGNACION
5. ESPECIFICACIONES
6. MUESTREO
7. METODOS DE PRUEBA
8. MARCADO
9. INSPECCION
10. ACEPTACION Y RECHAZO
11. CERTIFICACION
12. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

## ARMADURAS SOLDADAS DE ALAMBRE DE ACERO PARA CASTILLOS Y DALAS

### PREFABRICATED WELDED ELEMENT FOR BRICK MASONRY FRAMES REINFORCEMENT

#### 1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION.

1.1 Esta Norma Mexicana establece los requisitos que deben cumplir las armaduras soldadas para refuerzo del concreto de castillos y dalas.

Para los propósitos de esta norma se entiende por armaduras soldadas para esfuerzo del concreto de castillos y dalas, al acero de refuerzo cuyos alambres longitudinales son corrugados refuerzo principal) y sus alambre transversales (estribos) pueden ser lisos o corrugados que cumplan con los requisitos que se establecen en esta norma.

1.2 Los alambres se conforman de manera que el refuerzo longitudinal quede confinado por los estribos, que a la vez delimitan la sección de la armadura soldada.

#### 2. REFERENCIAS.

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Mexicanas vigentes:

NMX-B-72 "Alambre corrugado de acero laminado en frío para refuerzo de concreto".

NMX-B-253 " Alambre de acero estirado en frío para refuerzo de concreto "

#### 3. DEFINICIONES.

3.1 Castillos y dalas.

Se entiende por castillos y dalas a los elementos de concreto reforzado que se utilizan para confinar y ligar muros de mampostería, de tabique piedra, etc.

#### 4. DESIGNACION.

En la designación del material suministrado conforme a esta norma, deben indicarse los siguientes datos para describirlo adecuadamente.

- a) Nombre del producto y número de esta norma.
- b) Cantidad, en metros.
- c) Dimensiones de la sección transversal y longitud de los tramos, en milímetros.
- d) Diámetro de los alambres corrugados y lisos y espaciamiento de los alambres transversales ( estribos ), en milímetros.

5. ESPECIFICACIONES.

5.1 Materiales.

Los alambres usados para la fabricación de las armaduras soldadas deben cumplir con los requisitos especificados en la NMX-B-72 y/o B 253.

5.1.1 Fabricación.

El conformado de las armaduras debe ser mediante máquinas que aseguren un alineamiento adecuado de todos los alambres así como los ángulos de doblado en los estribos.

5.1.2 Resistencia al corte de la soldadura.

El valor de la fuerza cortante resistente en las intersecciones de los alambres newtons (kilogramos fuerza), no debe ser inferior al valor que resulte de multiplicar el valor del esfuerzo resistente al corte de la soldadura, mínimo en MPa ( $\text{kgf}/\text{mm}^2$ ), indicado en la tabla 1, según el caso, por el área del alambre longitudinal en milímetros cuadrados, en una armadura terminada.

TABLA 1 - Resistencias al corte de la soldadura.

Resistencia al corte de la soldadura, esfuerzo mínimo, en Mpa ( $\text{kgf} / \text{mm}^2$ ).	Diámetro del refuerzo transversal empleado	
	Hasta 4 mm	Mayores de 4 mm
	98 ( 10 )	156 ( 16 )

### 5.1.3 Requisitos dimensionales de las armaduras soldadas.

Los diámetros geometría y arreglo de los alambres, así como las dimensiones de las armaduras soldadas terminadas deben cumplir con los requisitos especificados por el comprador.

Los ángulos de doblado que se aplican al refuerzo transversal (estribos) para conformar la sección de la armadura pueden tener una tolerancia de  $\pm 0.17$  rad ( $10^\circ$ ). El refuerzo transversal de las armaduras debe rematar en unas esquinas de la sección transversal con dobleces que formen un ángulo mínimo de  $2.09$  rad ( $120^\circ$ ) seguidos de tramos cuya longitud mínima sea diez veces el diámetro del alambre (ver figura 1).

#### 5.1.3.1 Dimensiones de las armaduras.

La sección transversal debe medirse a paños exteriores de los alambres que forman los estribos ( ver figura 2 ) y la longitud total se mide en uno de los alambres longitudinales ( ver figura 3 ).

La tolerancia en la dimensión de cualquier lado de la sección transversal es de más cero, menos un centímetro, pero el perímetro exterior de una armadura medido en el estribo no debe ser menor de 2.5 cm del especificado. La tolerancia en su longitud total, medida sobre cualquier alambre longitudinal puede variar en  $\pm 1\%$  de la longitud total especificada.

#### 5.1.3.2 Tolerancia en masa.

La tolerancia en masa de las armaduras no será mayor de menos 6% de la masa especificada para un tipo de armadura.

#### 5.1.3.3 Espaciamiento del refuerzo transversal (estribos).

El espaciamiento entre los estribos que forman la armadura no debe variar en más de 6.5 un del especificado; la medida debe efectuarse de centro a centro de los estribos (ver figura 3).

## 6. MUESTREO.

### 6.1 Lote.

Para los fines de esta norma un lote se define como 5 000 m o fracción de armadura terminada del mismo tipo y dimensiones.

## 6.2 Numero de pruebas

Para verificar el cumplimiento de los requisitos indicados en 5.1.2 y 5.1.3.1, deben efectuarse 4 pruebas en 4 armaduras diferentes tomadas al asar por cada lote o fracción

## 7. METODOS DE PRUEBA.

### 7.1 Pruebas de tensión de los alambres.

7.1.1 Las pruebas para determinar el cumplimiento de los requisitos del inciso 5.1.2, pueden efectuarse sobre uno de los alambres corrugados de la armadura terminada en una probeta que incluya uniones soldadas.

7.1.2 El alargamiento a la ruptura debe determinarse sobre una probeta que incluya las soldaduras y cumplir con los requisitos establecidos para el metal base.

La medición se efectúa únicamente cuando la ruptura se presenta dentro del tercio medio de la longitud de la probeta y a una distancia mínima de dos centímetros de la zona soldada, para permitir una medición exacta.

FIGURAS 1, 2, Y 3.

FIG.1 Medición de los ángulos remate de los estribos

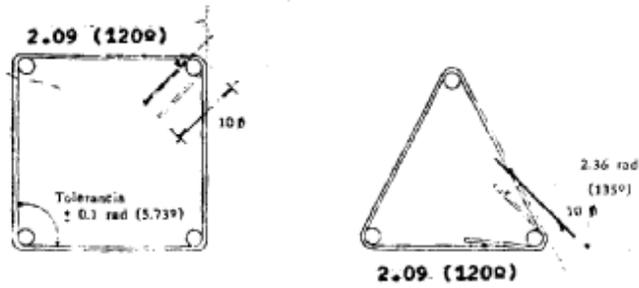


FIG.2 Medición de la sección de la armadura

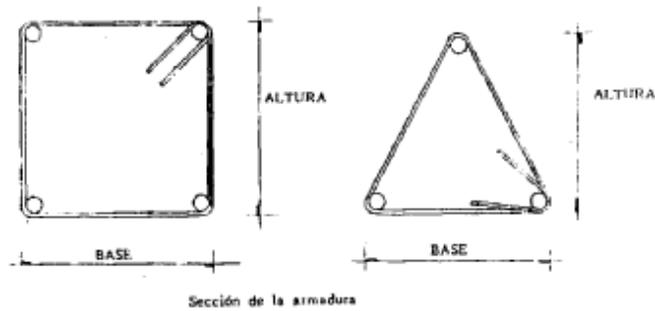
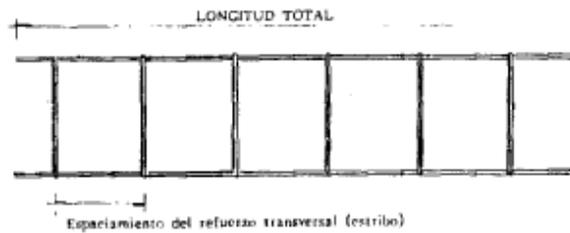


FIG.3 Medición de la longitud total y espaciamiento de los estribos



7.2 Resistencia al esfuerzo cortante de la soldadura.

7.2.1 La prueba para determinar la resistencia al esfuerzo cortante de la soldadura debe efectuarse empleando el método indicado en el inciso 7.5.

7.3 Determinación de las dimensiones

Las pruebas para verificar el cumplimiento de las características dimensionales deben efectuarse sobre armaduras terminadas.

7.4 Si cualquier armadura muestra defectos a simple vista, debe descartarse y sustituirse por otra.

7.5 Método de prueba para determinar la resistencia al esfuerzo cortante en la soldadura,

7.5.1 Aparatos y equipo.

Las pruebas de aceptación de la soldadura deben hacerse en dispositivos que permitan que el alambre longitudinal sea axialmente esforzado; al mismo tiempo el alambre transversal debe sujetarse junto al alambre longitudinal y en la misma posición relativa para prevenir rotaciones del alambre transversal.

La figura 4 muestra los detalles de un dispositivo típico de prueba el cual tiene dos apoyos que hacen posible efectuar pruebas de soldadura para estos tipos de armaduras. Este dispositivo puede usarse en la mayor parte de las máquinas de prueba a la tensión y con una articulación de rótula. Este u otro dispositivo diseñado con el mismo principio, es aceptable.

7.5.2 Procedimiento.

7.5.2.1 Las probetas deben insertarse a través de las ranuras en los apoyos, usando la ranura adecuada más pequeña, en la que el alambre longitudinal quede libre.

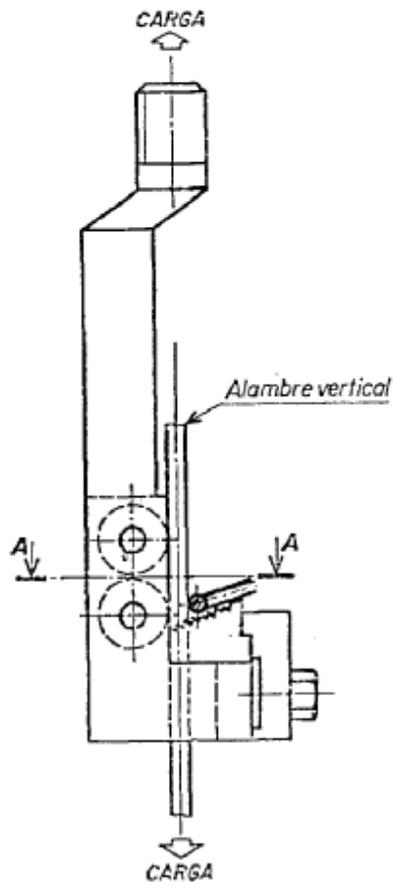
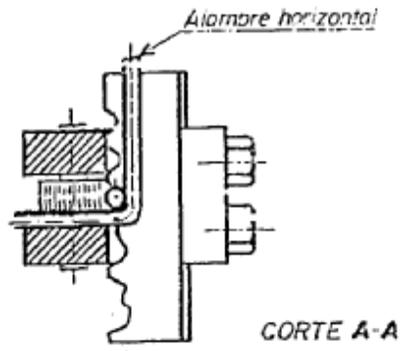
7.5.2.2 El alambre longitudinal debe quedar en contacto con la superficie de los rodillos de giro libre, mientras que el alambre transversal debe soportarse en los apoyos sobre cada lado de la muesca. La mordaza inferior de la máquina debe sujetar el extremo inferior del alambre longitudinal y la velocidad de separación de los cabezales durante la prueba es: máxima 13 mm/mín. mínima de 1.3 mm/min.

## 8. MARCADO

8.1 Las armaduras soldadas que cumplan con esta norma deben identificarse con números, letras, símbolos realzados o combinaciones de estos que signifiquen nombre o marca del fabricante, dimensiones de los alambres y de la armadura. Lo anterior puede efectuarse sobre el material o en una tarjeta firmemente asegurada.

### FIGURA 4.

Dispositivo de prueba de soldadura para armaduras prefabricadas



9. INSPECCION.

El inspector que representa al comprador debe tener libre acceso en todo tiempo mientras se procesa el material objeto del contrato, a todas las partes de la fábrica relacionadas con la fabricación del material ordenado.

El fabricante debe proporcionar al inspector, sin cargo alguno, todas las facilidades razonables para que compruebe que el material se suministre conforme a esta norma.

## 10. ACEPTACION Y RECHAZO.

10.1 El material que no cumpla con los requisitos de esta norma debe rechazarse, A menos que se especifique de otra manera cualquier rechazo debe informarse al fabricante dentro de los cinco días siguientes de haber efectuado las pruebas.

10.2 En caso de que una probeta no cumpla con los requisitos de tensión, el material no debe ser rechazado hasta que se prueben dos probetas adicionales tomadas de otros alambres de la misma armadura. El material se considera que cumple con esta norma, con respecto a una cierta propiedad de tensión, cuando el promedio de prueba obtenido en las muestras sea cuando menos igual al mínimo requerido para esa propiedad particular, y siempre que ninguna de ellas presente menos del 80% del mínimo requerido para la propiedad a la tensión en cuestión. Si se excede dicho porcentaje debe rechazarse el lote.

10.3 Las uniones soldadas deben soportar las operaciones normales de manejo y embarque sin desprenderse, pero la presencia de soldadura desprendidas sin importar la causa, no debe ser motivo de rechazo, a menos que el número de uniones desprendidas por armaduras así rechazadas excederse da del 2% del número total de uniones en la misma.

En caso de que el rechazo se justifique debido a la falta de cumplimiento con los requisitos dimensionales, la cantidad de material rechazado debe limitarse a las armaduras que no cumplan con lo especificado. No obstante, si el número total de armaduras así rechazadas, excede del 25 % del número total de tramos en el lote, este debe rechazarse.

10.4 La oxidación no debe ser causa de rechazo siempre y cuando las dimensiones mínimas el área de la sección transversal y las propiedades de tensión, de una muestra limpiada con cepillo de alambre no sean menores que lo especificado en esta norma

10.5 Las muestras que representan el material rechazado deben conservarse por un periodo de quince días, como mínimo, a partir de la fecha de inspección; durante ese lapso el fabricante puede hacer una apelación para realizar nuevas pruebas

## 11. CERTIFICACION.

Cuando sea especificado por el comprador en el contrato u orden de compra, el fabricante debe proporcionarle un certificado en el que conste que el material fue fabricado y probado

conforme a lo indicado en esta norma El certificado debe contener los siguientes datos:  
resultados de las propiedades mecánicas y las dimensiones.

12. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma no concuerda con ninguna norma internacional.

México, D.F. a 14 OCTUBRE 1987

LA DIRECTORA GENERAL DE NORMAS

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and strokes, positioned centrally below the title.

LIC. CONSUELO SAEZ PUEYO.



**SECRETARIA DE COMERCIO**

**Y**

**FOMENTO INDUSTRIAL**

**NORMA MEXICANA**

**NMX-C-006-1976**

**LADRILLOS BLOQUES CERAMICOS DE BARRO, ARCILLA Y/O  
SIMILARES**

*MASONRY UNITS MADE FROM CLAY OR SHALE*

**DIRECCION GENERAL DE NORMAS**

## LADRILLOS BLOQUES CERAMICOS DE BARRO, ARCILLA Y/O SIMILARES

### *MASONRY UNITS MADE FROM CLAY OR SHALE*

#### 1 GENERALIDADES

##### 1.1 DEFINICIONES

Para los fines de esta Norma se establecen las siguientes definiciones:

##### 1.1.1 Ladrillos y Bloques cerámicos, de barro, arcilla y/o similares

Son los elementos de construcción, de forma prismática rectangular, obtenidos por moldeo, secado y cocción de pastos cerámicos, de barro, arcilla y/o similares, extruídos o comprimidos.

##### 1.1.2 Pastas cerámicas

Son aquellas constituídas por materiales naturales, que contengan sustancias aluminosas, tales como barro, arcilla, pizarras y/o similares.

##### 1.1.3 Cáscaras

Son las partes exteriores del ladrillo hueco, comprendidas entre sus caras y los huecos y/o perforaciones.

##### 1.1.4 Paredes

Son partes interiores comprendidas entre los huecos y/o, las perforaciones.

##### 1.1.5 Liga cerámica

Es el estado físico-químico de los componentes cerámicos, logrado por fusión incipiente, sin llegar a la vitrificación, pero sí suficiente para que soporten un esfuerzo a la compresión de 100 kg/cm<sup>2</sup> de superficie neta y las condiciones ambientales, sin desintegrarse.

#### 1.2 ALCANCE

Esta Norma establece las especificaciones para ladrillos y bloques, macizos y/o huecos, ya sean de pasta cerámica, de barro, arcilla y/o similares: hechos en máquina o a mano.

#### 1.3 USOS

Los ladrillos y bloques se usan en la construcción de muros de carga, muros de separación, para revestimiento, interiores y exteriores. (ver inciso 6.3 MnE).

## 2 CLASIFICACION

Los ladrillos y bloques se clasifican, por su fabricación, en dos tipos: Hechos en Máquina (Mg) y hechos a mano (Mg); y en los subtipos y grados de calidad indicados en la Tabla I.

### 2.1 TIPO Mq

Los ladrillos hechos en máquina, por su diseño, se subdividen en 4 subtipos y en los grados de calidad señalados en la Tabla 1.

#### 2.1.1 Subtipo MqM

Son ladrillos hechos en máquina, compactos en toda su masa. Admiten perforaciones perpendiculares a sus caras mayores, tales que el volumen total sea inferior al 15% del volumen del ladrillo, y la superficie de cada perforación sea inferior o igual a  $6 \text{ cm}^2$ , debiendo quedar sus lados por lo menos a 18 mm de distancia del borde exterior del ladrillo y a 30 mm entre sí.

#### 2.1.2 Subtipo MqP

Son aquéllos que tienen perforaciones perpendiculares a las caras mayores, tales que el volumen total de las perforaciones debe ser superior al 15% e inferior o igual al 35% del volumen del ladrillo. El área transversal de cada perforación debe ser menor o igual  $6 \text{ cm}^2$  y su distribución sobre la superficie total debe ser lo más parejo posible. El espesor de las cáscaras debe ser igual o mayor a 15 mm. El espesor de las paredes debe ser igual o menor a 5 mm en cualquier sentido.

#### 2.1.3 Subtipo MqHv

Son aquellos bloques en que los huecos están dispuestos perpendicularmente a la cara de apoyo del ladrillo o bloque y el volumen total de los huecos debe ser superior al 35% del volumen total del ladrillo o bloque. Las cáscaras del ladrillo o bloque deben tener un espesor igual o mayor a 22 mm. Las paredes interiores deben tener un espesor igual o mayor a 8 mm en cualquier sentido. El área transversal de cada hueco no debe exceder al 20% del área total del ladrillo o bloque. (ver inciso 6.2).

#### 2.1.4 Subtipo MqHh

Son aquellos bloques cuyos huecos están dispuestos paralelamente a la cara de apoyo, de tal manera que el volumen total de los huecos debe ser superior al 40% del volumen total del bloque. La cáscara del bloque debe tener un espesor igual o mayor a 15 mm, o a 18 mm en caso de tratarse de una cáscara doble (con perforaciones hasta del 33%) (ver inciso 6.2). Las paredes deben tener un espesor igual o mayor a 8 mm.

### 2.2 TIPO Mn

Son ladrillos hechos a mano que no llegan a tener liga cerámica y deben ser solamente macizos. (ver inciso 6.3). Son de un solo tipo y un solo grado de calidad (ver Tabla 1.).

3 ESPECIFICACIONES

3.1 DEL PRODUCTO

3.1.1 Dimensiones

TABLA 1 CLASIFICACION

tipo	Mg	DESIGNACION	Grados de Calidad
Subtipo	MgM	Ladrillos macizos	A - B - C - D -
"	MqP	Perforados	B - C - D -
"	MqHv	Huecos verticales	C - D -
"	MqHh	Huecos horizontales	D - E -
Tipo	Mn	Ladrillos macizos	E

Las dimensiones de los ladrillos y bloques deben ser las especificadas en la Tabla II.

TABLA II DIMENSIONES

TIPO	MEDIDAS NOMINALES *	MEDIDAS DE FABRICACION	
	(mm)	*Mq	Mn
Largo	300	290	380
	200	190	180
Ancho	100	90	—
	150	140	135
	200	190	185
	300	290	—
Altura o	50	45	—
	775	65	60
Peralte	100	90	85
	150	140	--
	200	190	--
	300	290	--

\* Las medidas, tanto nominales como de fabricación, señaladas para el tipo Mq rigen para todos sus subtipos y calidades.

- a) Las diferencias entre las medidas nominales y las de fabricación corresponden al espesor de las juntas.
- b) Pueden fabricarse ladrillos y bloques en otras medidas, de acuerdo entre fabricante y comprador, para obtener elementos que permitan componer unidades:
  - 1).- De albañilería diferentes: 2).- Dar término a extremos y esquinas de muros y,
  - 3).- Formar vanos.

### 3.1.2 Acabados

Los ladrillos y bloques no deben presentar, por inspección visual en condiciones normales de luz, los siguientes defectos.

#### 3.1.2.1 Unidades seccionadas

Se puede aceptar que al momento de ser depositados en la obra de construcción cada lote de ladrillos cerámicos contenga ladrillos partidos en 2 o más secciones de cualquier volumen hasta de 5% para el tipo Mq, y hasta el 10% para el tipo Mn. Para los grados A y B, del tipo Mq, la cantidad de ladrillos seccionados en cada lote no debe exceder al 3%.

#### 3.1.2.2 Defectos superficiales

Para el tipo Mq, grados A, B y C, no se aceptan grietas, despostilladuras, ampollas y otros defectos visibles que pueden afectar su resistencia a la compresión y los porcentajes permisibles son los establecidos en la Tabla IV.

##### 3.1.2.2.1 Velos

Se acepta la existencia de velos blanquecinos o de un color marcadamente diferente al color original de los ladrillos que al ser cepillados en seco no dejen marcas visibles, observados a simple vista desde una distancia de 1 m.

Los ladrillos cerámicos de tipo Mq, grado A y B, rechazados por la prescripción anterior pueden ser reclasificados en los grados B,C o D, siempre y cuando cumplan con los demás requisitos del grado correspondiente.

#### 3.1.2.3 Apariencia

No deben tener otras imperfecciones que afecten la apariencia del muro terminado visto, desde una distancia de 3 m para el Tipo Mq, grados A, B y C; y desde una distancia de 4.5 m para los grados D y E; ésto es para una o dos caras, según las especificaciones de compra-venta. (ver inciso 6.1.1).

##### 3.1.2.3.1 Eflorescencia

Los ladrillos del Tipo Mq están exentos de módulos nocivos margosos y calizos o de otras sustancias que puedan dar origen a exfoliaciones y eflorescencias perjudiciales.

No se aceptan ladrillos cerámicos en que las eflorescencias hayan cubierto más del 25% de su superficie total, antes de ser colocadas en las albañilerías.

### 3.1.3 Disgregación

Los ladrillos cerámicos no deben presentar disgregaciones al tacto o al ser sumergidos en agua (ver inciso 5.2).

#### 3.1.4 Adherencia

Depende tanto de la dureza del ladrillo y de su porosidad, indicada por la absorción de agua, como del mortero adecuado y de su aplicación correcta. Por lo tanto, es necesario especificar el mortero adecuado en relación a las características del ladrillo y observar cuidadosamente su aplicación al colocarlos (ver inciso 6.4).

#### 3.1.5 Tolerancias de forma

La desviación máxima permisible de la línea recta de las caras de los ladrillos, en las aristas y/o esquinas, debe ser la que se indica en la Tabla III.

### 3.2 DEL MARCADO

#### 3.2.1 En el producto

Los ladrillos no pueden marcarse en las caras aparentes por razones de estética. La designación puede hacerse en las facturas o notas de entrega de acuerdo con las especificaciones del pedido. (ver inciso 6.5.).

## 4 MUESTREO

### 4.1 ALCANCE

El muestreo debe hacerse de común acuerdo entre fabricante y comprador; de no ser así se debe hacer conforme a la Norma Mexicana NMX-R-018 en vigor, "Muestreo para la Inspección por Atributos".

### 4.2 DEFINICIONES

#### 4.2.1 Lote

Es la cantidad de unidades de producto motivo de una sola entrega en relación con su designación.

#### 4.2.2 Unidad de producto

En cada uno de los ladrillos o bloques cerámicos.

#### 4.2.3 Muestra

Es el conjunto de unidades de producto que se extraen de un lote y sobre las que se hacen las pruebas o determinaciones.

### 4.3 PROCEDIMIENTO

Del tamaño del lote, se determina el tamaño de la muestra, según el Nivel II de acuerdo a la letra código. Se analizan las unidades de producto individualmente.

4.3.1 Criterio de aceptación

El nivel de aceptación de calidad debe ser de 4 (NAC) para las especificaciones de la Tabla III exceptuando las especificaciones para los defectos visuales cuyos porcentajes deben estar sujetos a lo señalado en la Tabla IV. (ver inciso 4.1.), en donde NAC 4 equivale aproximadamente a 95%.

TABLA III ESPECIFICACIONES

TIPOS		MqM				Mq			MqHv		MqHv		Mn
SUBTIPOS		MqM				MqP			MqHv		MqHv		
GRADOS DE CALIDAD		A	B	C	D	B	C	D	C	D	D	E	E
Resistencia De compresión mínima (cm2)	Promedio de 5	250	150	100	50	100	75	50	75	50	50	30	30
	Individual	200	120	80	40	80	60	40	60	40	40	20	20
Referencia Mínima (cm2)	Promedio de 5	6	4	4	2.5	4	4	2.5	3	2.5	3	2.5	2
	Individual.	4	3	2	1.7	3	2	1.7	2	1.7	2	1.7	1.5
Proporción De agua (% Peso)	Promedio de 5	10	14	16	18	14	16	18	14	16	18	22	22
	Individual.	12	16	18	20	16	18	20	16	18	18	20	24
TOLERANCIAS DIMENSIONALES(%)													
LARGO		±2	±3	±4	±4	±3	±3	±4	±3	±4	±4	±5	±5
ANCHO		±2	±3	±4	±4	±3	±3	±4	±3	±4	±4	±5	±5
ALTURA O PERALTE		±2	±3	±4	±4	±3	±3	±4	±3	±4	±4	±5	±5
VIACION MAXIMA DE LA LINEA RECTA SOBRE LA DIMENSION NOMIAL (EN %)		1	1.5	2	2	1.5	2	2	1.5	2	2	2	3
Bados Taduras Ladrillo Loque per Ible en mm	En esquinas	6	7	8	9	7	8	9	8	9	9	9	12
	En artistas		4	5	6	4	5	6	5	6	6	6	8
		3											

Las tolerancias en largo, ancho y altura o peralte, rigen para todas las medidas (ver Tabla II).

NOTA: Consultar la Norma Original, para una mejor comprensión de la tabla anterior.

4.3.2 Defectos visuales permitidos

TABLA IV

GRADO	TIPO Mq					Tipo Mn
	A	B	C	D	E	E
Piezas con defectos visuales permitidos en %	3	5	6	8	10	15

## 5 METODOS DE PRUEBA

5.1 Los métodos de prueba que deben seguirse para la comprobación de las especificaciones indicada en las Tablas II y III, son los establecidos en las Normas Mexicanas mencionadas en el inciso 6.4.

### 5.2 PRUEBAS DE DISGREGACION

#### 5.2.1 Preparación de la muestra

Los ladrillos que constituyen la muestra se cepillan en seco y se limpian del polvo superficial. Se sumergen en agua limpia durante cuatro horas a las temperaturas de 15 y 30°C. No se deben disgregar materias terrosas enturbiando el agua.

## 6 APENDICE

### 6.1 OBSERVACIONES

6.1.1 El color y la textura de los ladrillos cerámicos pueden fijarse de común acuerdo entre fabricante y comprador, proporcionando en su caso una muestra testigo.

Para los grados A y B deben ajustarse a dos caras del ladrillo comparándolas con las muestras testigo, y para los grados C y D se deben ajustar a una sola cara.

6.1.2 Si se alteran las condiciones de los subtipos MqHv y MqHh deben especificarse morteros de resistencia similar con la resistencia de los tabiques, para obtener una junta acorde con las cargas especificadas.

### 6.2 RECOMENDACIONES

6.2.1 Condiciones de servicio recomendables para ladrillos y bloques cerámicos de barro. (\*)

#### 6.2.2 Absorción

Se recomienda establecer la capacidad de absorción inicial, o succión, en caso de que no se haya comprobado que ésta es igual o inferior a 10 g/100 cm<sup>2</sup> de superficie en contacto con el agua. Los ladrillos con absorción más alta deben remojar de 3 a 24

horas con anticipación a su uso. Como guía para el constructor, se indica que por cada 2.5 g/100 cm<sup>2</sup> adicionales, deben sumergirse los ladrillos una hora en agua.

TABLA V

Tipo	Subtipo	Grado	Requerimientos Estructurales	Requerimientos Climatológicos	Requerimientos Funcionales
Mq	MaM	A	Aptos para albañilería soportante bajo tensiones elevadas (con o sin armar)	Aptos para climas severos con heladas y alta precipitación pluvial	Aptos para uso al exterior o interior en muros aparentes de 1 ó 2 caras
	MqM MqP	B	Aptos para albañilería soportante armada bajo tensiones moderadas (con o sin armar)	Aptos para climas con probabilidades de heladas y moderada precipitación pluvial	Aptos para uso al exterior o interior en muros aparentes de 1 ó 2 caras.
	MqM	C	Aptos para albañilería bajo cargas moderadas de compresión axial. (semi armada y/o reforzada).	Aptos para condiciones climatológicas medias del país con poca probabilidad de heladas y lluvias moderadas.	Aptos para el uso al exterior o interior en muros aparentes de 1 ó 2 caras. Para los ladrillos huecos se aconseja el uso de un sellador en muros exteriores.
	MqM MqP MqHv MqHh	D D D D	Aptos para albañilería simple o reforzada bajo cargas moderadas de compresión axial.	Aptos para climas benignos y de moderada precipitación pluvial. Con sellador o revestidor igual al graco C.	Aptos para uso exterior o interior en muros aparentes de 1 cara, para los ladrillos huecos se requiere un impermeabilizador en muros al exterior.
	MqHh	E	Aptos para albañilería simple o reforzada bajo cargas limitadas de compresión axial.	Aptos para climas benignos y de baja precipitación pluvial.	Aptos para uso en muros exteriores con revestimiento o sellador y en muros interiores.
Mn		E	Aptos para uso en albañilería simple o reforzada NO SOPORTANTE y/o con cargas bajas de compresión axial	Aptos solamente para climas benignos y escasa precipitación pluvial	No se aceptan para muros aparentes al exterior sin revestimiento.

\* Las condiciones de servicio recomendables para los ladrillos y bloques cerámicos son las indicadas en la Tabla V.

### 6.3 DATOS PARA EL PEDIDO

Se deben indicar la designación, de acuerdo con la Tabla III. (Ejem. MqHv C: Ladrillo hecho en Máquina con Huecos Verticales, grado C), y los demás datos que se consideren convenientes.

#### 6.4 NORMAS A CONSULTAR

NMX-C-036	Determinación a la Resistencia a la Compresión de Ladrillos y Bloques para la Construcción.
NMX-C-037	Determinación del Agua Absorbida por los Ladrillos y Bloques para la construcción.
NMX-C-082	Determinación del Esfuerzo de Adherencia de los Ladrillos Cerámicos y el Mortero de las Juntas.
NMX-C-038	Determinación de las Dimensiones de Ladrillos y Bloques para la Construcción.

#### 6.5 BIBLIOGRAFIA

NMX-C-006-1944	Calidad para Ladrillo (Tabique) Macizo de Barro.
NMX-C-013-1946	Calidad para Tabique Hueco de Barro.
ASTM-C-062	Specifications for Building Brick (Solid Masonry Units Made from Clay or Shale).
ASTM-C-652	Specifications for Hollow Brick (Hollow Masonry Units Made from Clay or Shale).
DIN-105	MAUERZIEGEL Vollziegel und Lochziegel.
NCHL-169.E.72	Ladrillos Cerámicos. Clasificación y Requisitos.

#### 6.6 PARTICIPANTES

Ladrillera Frisco S.A DE C.V.

Instituto Politécnico Nacional.

Ladrilleras Asociadas La Huerta S.A.

Instituto Nacional para el Fomento de la Vivienda de los Trabajadores.

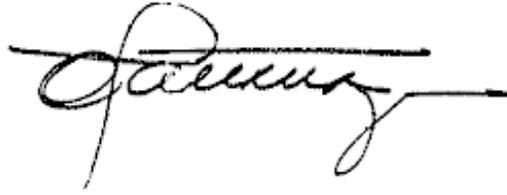
Ladrillos de Barro Comprimido S.A.

Tabiquera la Lama.

Laboratorio Nacional de la Construcción.

BIMSA.

México, D.F., a 11 Febrero 1976  
EL C. DIRECTOR GENERAL DE NORMAS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Cesar Larrañaga', written over a horizontal line.

ING. CESAR LARRAÑAGA ELILIZONDO  
Fecha de aprobación y publicación: Febrero 25, 1976  
Esta Norma cancela a la: NMX-C-006-1944 y C-013-1945



**SECRETARIA DE COMERCIO**

**Y**

**FOMENTO INDUSTRIAL**

**NORMA MEXICANA**

**NMX-C-010-1986**

**INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION - CONCRETO - BLOQUES  
LADRILLOS O TABIQUES Y TABICONES**

*BUILDING INDUSTRY - CONCRETE BLOCKS, BRICKS OR PARTITION  
MASONRY UNITS*

**DIRECCION GENERAL DE NORMAS**

## PREFACIO

En la elaboración de esta norma participaron las Empresas e Instituciones siguientes:

- CONCRETOS BAL, S.A.
- ASOCIACION NACIONAL DE PRODUCTOS DE BLOC, A.C.
- VIBROBLOCK, S.A.
- TRITURADOS BASALTICOS, S.A.
- PROCYMSA
- CONCRETOS ALTA RESISTENCIA, S.A.
- SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE TRANSFORMACION  
(Departamento de Normas y control de calidad).
- COMITE CONSULTIVO DE NORMAS DE LA INDUSTRIA DE LA  
CONSTRUCCION.

INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION - CONCRETO - BLOQUES  
LADRILLOS O TABIQUES Y TABICONES

BUILDING INDUSTRY - CONCRETE BLOCKS, BRICKS OR PARTITION  
MASONRY UNITS

1. OBJETIVO

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones que deben cumplir los bloques, ladrillos o tabiques y tabicones de concreto fabricados con moldes en máquinas de vibrocompactación, curados por aspersión de agua con vapor (a presión atmosférica o a alta presión) o por carbonatación y métodos de fraguado rápido.

Estos productos se emplean en la construcción ya sea como elementos estructurales arquitectónicos o de relleno.

2. REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes Normas Mexicanas vigentes:

NOM-C-036	Industria de la construcción - Ladrillos, bloques y adoquines de concreto - Resistencia a la compresión - Método de prueba.
NOM-C-037	Industria de la construcción - Concreto – Bloques ladrillos o tabiques y tabicones - Determinación de la absorción de agua.

3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma se establecen las definiciones siguientes:

3.1 Bloques, ladrillos o tabiques y tabicones de concreto

Son los materiales de construcción, de forma prismática rectangular, sólidos o huecos fabricados con cemento portland y agregados apropiados como arena, grava, piedra pómez, escoria volcánica o tezontle, arcilla y pizarras expandidas y otros apropiados. (Véase apéndice A-1).

### 3.2 Celdas

Son los espacios vacíos que se dejan en el interior de los ladrillos, bloques tabiques o tabicones con el fin de mejorar condiciones de aislamiento térmico y acústico, aligerarlos, al mismo tiempo que sirven para alojar los elementos de refuerzo de los muros, tuberías y ductos.

### 3.3 Ladrillos, bloques, tabiques y tabicones huecos

Son aquellos que contienen una o varias celdas.

### 3.4 Bloques, ladrillos, tabiques y tabicones sólidos

Son aquellos que no contienen celdas.

## 4. CLASIFICACION

4.1 El producto objeto de esta norma se clasifica en dos tipos y en los siguientes subtipos:

Tipo I Bloques huecos y sólidos, con los siguientes subtipos: RBH 70, RBH 60, RBH 40, para el grupo de huecos, RBS 100, RBS 70 y RBS 40, para el grupo de sólidos.

Tipo II Ladrillos o tabiques y tabicones huecos y sólidos, con los siguientes subtipos: RLH 100, RLH 70, para el grupo de huecos y RLS 175, RLS 100, RLS 50, para el grupo de sólidos.

### 4.2 Los Subtipos:

a) RBH-70, RBH-60, RBS-100, RLH-100, RLS-175, se usan en muros interiores y exteriores, de carga o de relleno. Su baja absorción permite el uso de éstos sin recubrimiento.

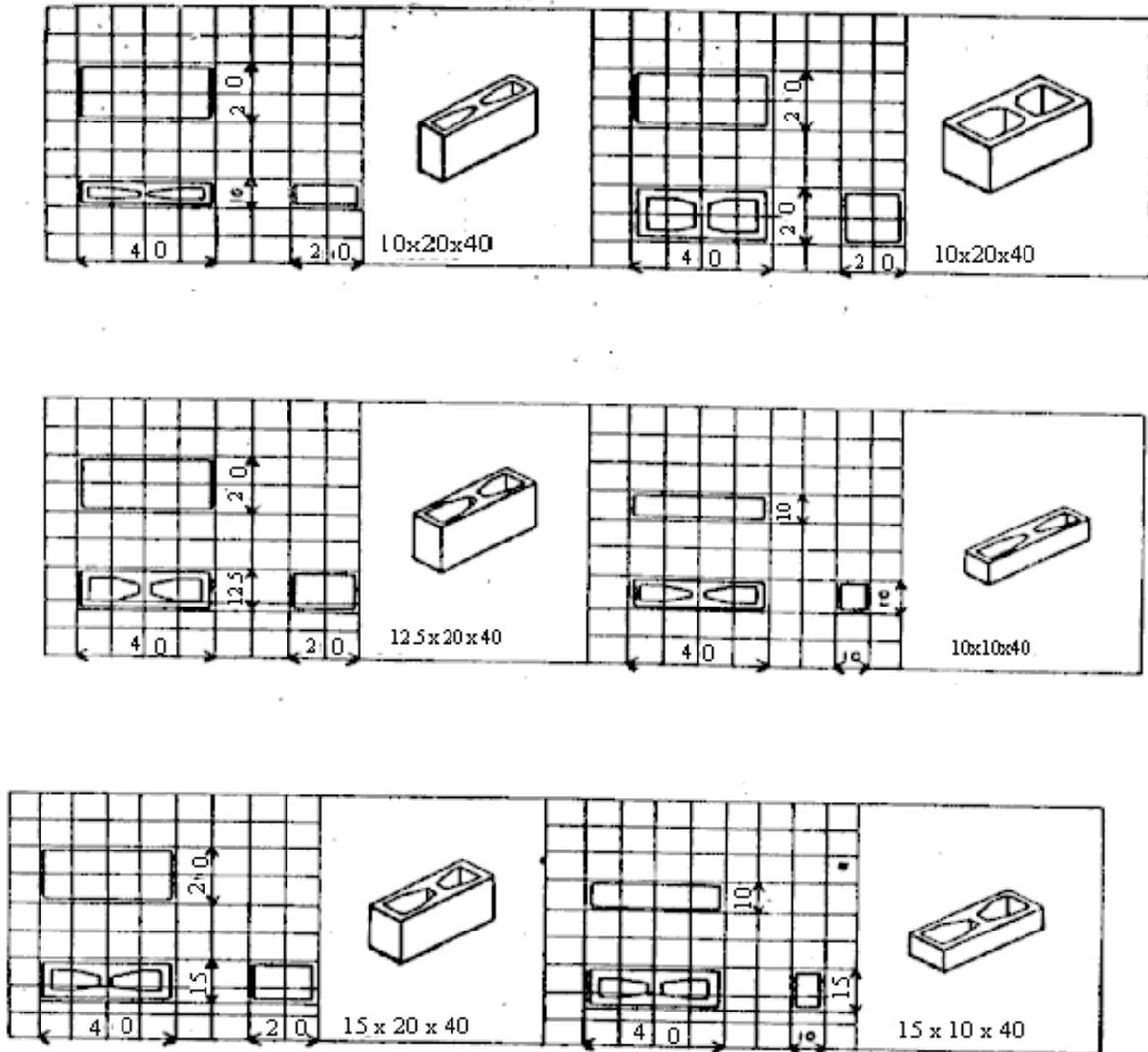
b) RBH-40, RBS-70, RLH-70, RLS-100, se usan en muros interiores y exteriores de carga o de relleno. En muros exteriores deben protegerse de las intemperie mediante recubrimiento o sellador impermeable.

c) RBS-40, RLS-50, se usan exclusivamente en muros interiores de relleno. Por su alto porcentaje de absorción no es recomendable su uso en exteriores y en caso de hacerlo, deben protegerse perfectamente de la intemperie por medio de un recubrimiento o sellador impermeable.

5. ESPECIFICACIONES

5.1 Las especificaciones que deben cumplir los bloques, ladrillos o tabiques y tabicones de concreto al momento de su entrega en la obra, son las que se indican en las tablas I,II y III.

5.2 Se recomienda que de preferencia las dimensiones se basen en el módulo de 10cm o en submúltiplos, estando incluida en la dimensión total de la pieza, la junta de albañilería correspondiente, recomendándose que ésta sea de 10mm, con una tolerancia de  $\pm 2$ mm. Las dimensiones deben estar expresadas en cm en los catálogos de los fabricantes, en los que se recomienda añadir piezas complementarias como medios bloques, "u" para cadena y esquinas, que evitan los cortes en obra y eliminan la cimbra de contacto (trabajando dichos elementos como cimbra muerta, es decir, su trabajo no es estructural) (véase figura 1).



Especificaciones:

Medida de trabajo = M.t.

Tolerancia de trabajo = T.t.

Junta o unión = U.

Medida nominal modular = m.M; m. ± M. M.t. ± T.t. + U.

Figura No. 1 EJEMPLOS DE BLOQUES CON DIMENSIONES MODULARES

TABLA 1 ESPECIFICACIONES PARA BLOQUES DE CONCRETO (TIPO 1)

Subtipo	Resistencia mín. de ruptura a la compresión sobre el área total (kg/cm <sup>2</sup> )	Absorción máx. de agua fría en 24 hrs. (litros por m <sup>3</sup> )	Variación máx. de la masa seca con relación a la masa de catálogo (Nota 1).	
clave	Promedio de 5 piezas	Piezas individual	Promedio de 5 piezas	Tolerancia
<b>HUECOS</b>				
RBH 70	6.9 (70)	5.5 (56)	220	± 8%
RBH 60	5.9 (60)	4.7 (48)	240	± 8%
RBH 40	3.9 (40)	3.1 (32)	290	± 8%
<b>Sólidos</b>				
RBS	9.8 (100)	7.8 (80)	240	± 8%
RBS	6.9 (70)	5.5 (56)	290	± 8%
RBS	3.9 (40)	3.1 (32)	-	± 12%

RBS.- Resistencia mínima a la compresión de bloques sólido.

RBH.- Resistencia mínima a la compresión de bloque hueco.

Nota 1. Variación máxima permisible de la masa seca a peso constante determinada en la prueba de absorción según la Norma NOM-C-037 (véase 2), con relación a la masa especificada.

Para el uso del Sello Oficial de Garantía véase Apéndice A.2.

TABLA II ESPECIFICACIONES PARA LADRILLOS TABIQUES Y TABICONES DE CONCRETO (TIPO II)

Subtipo	Resistencia mín. de ruptura a la compresión sobre el área total MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	Absorción máx. de agua en 24 hrs. dm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> (litros por m <sup>3</sup> ).		Variación máx. de la masa seca con relación a la masa especificada (Nota I).
		Pieza individual	Promedio 5 piezas	
Clave	Promedio de 5 piezas			Tolerancias
Huecos				
RLH 100	9.8 (100)	7.9 (80)	240	± 8%
RLH 70	6.9 (70)	5.5 (56)	290	± 8%
Sólidos				
RLS 175	17.2 (175)	13.7 (140)	240	± 8%
RLS 100	9.8 (100)	7.8 (80)	290	± 8%
RLS 50	4.9 (50)	3.9 (40)	-	± 12%

RLH Resistencia mínima a la compresión de ladrillo o tabicón hueco.

RLS Resistencia mínima a la compresión de ladrillo o tabicón sólido.

TABLA III ESPECIFICACIONES DIMENSIONALES EN cm

	Ancho	Altura	Largo
Tipo I Bloques de concreto	10 a 30	10 a 30	más de 30
Tipo II Ladrillos, tabiques y tabicones de concreto	10 a 30	hasta 15	hasta 30

5.2.1 Las tolerancias en las dimensiones de las piezas señaladas no deben ser mayores de  $\pm 3$  milímetros en la altura y  $\pm 2$  milímetros en el largo y en el ancho de las dimensiones especificadas por el fabricante.

### 5.3 Acabado

Todos los bloques, ladrillos, tabiques y tabicones deben estar exentos de cuarteaduras, despostilladuras y defectos que puedan dificultar su manejo y debilitar la resistencia de la construcción.

En aquellos casos en que los bloques, ladrillos tabiques y tabicones vayan a ser utilizados en forma aparente, las caras expuestas deben ser libres de imperfecciones, fisuras u otros defectos.

## 6. MUESTREO

El muestreo debe ser tomado aleatoriamente con acuerdo del fabricante y comprador; recomendándose tomar 10 piezas como mínimo por cada lote de 10 000 piezas o fracción.

## 7. METODOS DE PRUEBA

Los métodos de prueba a seguir para verificar las especificaciones del producto objeto de esta norma, son los que se mencionan a continuación.

### 7.1 Determinación de absorción

Se determina de acuerdo con el método marcado en la NOM-C-037 (véase 2).

### 7.2 Determinación de la resistencia a la compresión.

Se determina de acuerdo al método marcado en la NOM-C-036 (véase 2).

## 8. BIBLIOGRAFIA

ASTM-C-55-1980	Concrete Building, Brick, Spec. for.
ASTM-C-90-1975	Hollow Load-Bearing Concrete Masonry Units, Spec. for.
ASTM-C-145-1975	Solid Load-Bearing Concrete Masonry Units, Spec. for.

## 9. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

No se puede establecer concordancia por no existir referencia al momento de la elaboración de la presente.

### APENDICE A

A.1 Se consideran bloques a aquellas piezas cuya longitud es mayor de 30cm; a las piezas menores, según las regiones del país, se les llama ladrillos o tabiques y tabicones.

A.2 En el caso del uso del Sello Oficial de Garantía las pruebas de absorción y compresión, se deben realizar con la intervención de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

A.3 Al recibirse el material en la obra se recomienda cubrir la estibas con material impermeable (polietileno o similar) para evitar que se humedezca, especialmente en tiempo de lluvia, y al momento de su colocación debe ir lo más seco posible con objeto de evitar al máximo su contracción, también se recomienda no utilizar morteros ricos en cal.

México, D.F., a 14 Agosto 1986.

LA DIRECTORA GENERAL DE NORMAS

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Consuelo Saez Pueyo', written in a cursive style.

LIC. CONSUELO SAEZ PUEYO



**SECRETARIA DE COMERCIO**

**Y**

**FOMENTO INDUSTRIAL**

**NORMA MEXICANA**

**NMX-C-036-1983**

**INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION - LADRILLOS, BLOQUES  
Y ADOQUINES DE CONCRETO - RESISTENCIA A LA  
COMPRESION - METODO DE PRUEBA**

*BUILDING INDUSTRY - BRICKS, BLOCKS AND PAVING BLOCK OF  
CONCRETE - COMPRESSIVE STRENGTH - METHOD OF TEST*

**DIRECCION GENERAL DE NORMAS**

## PREFACIO

En la elaboración de la presente norma participaron los organismos siguientes:

- SECRETARIA DE DESARROLLO URBANO Y ECOLOGIA.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS.
- UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA DE AZCAPOTZALCO (UAMA).
- ASOCIACION NACIONAL DE LABORATORIOS INDEPENDIENTES AL SERVICIO DE LA CONSTRUCCION.
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE TRANSFORMACION (Departamento de Normas y Control de Calidad).
- COMITE CONSULTIVO NACIONAL DE NORMALIZACION DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION.

INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION - LADRILLOS, BLOQUES Y ADOQUINES  
DE CONCRETO - RESISTENCIA A LA COMPRESION - METODO DE PRUEBA

BUILDING INDUSTRY - BRICKS, BLOCKS AND PAVING BLOCK OF  
CONCRETE - COMPRESSIVE STRENGTH - METHOD OF TEST

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Mexicana establece el método de prueba para la determinación de la resistencia a la compresión de ladrillos, bloques y adoquines de concreto para la construcción y la pavimentación respectivamente.

2 REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes Normas Mexicanas vigentes:

NOM-O-021 Método de muestreo de ladrillos refractarios.

NOM-Z-012 Muestreo para la inspección por atributos.

3 MUESTREO

La muestra para hacer las determinaciones de resistencia de los productos a que se refiere esta norma se puede obtener de acuerdo a lo que se indica en la NOM-0-021 (véase 2), o bien de común acuerdo entre productor y comprador, en caso de que no exista este acuerdo debe aplicarse la NOM-Z-012 (véase 2).

4 PREPARACION DE LA PROBETA

Las unidades que forman la muestra pueden ser:

- a) Ladrillo o bloques de concreto o bien,
- b) Adoquines

En el caso a) deben probarse cinco unidades completas, sin fallas ni fisuras y con sus caras razonablemente paralelas, que representan el lote de entrega, debidamente marcados para su identificación.

En el caso b) de las unidades que constituyen el lote de prueba, deben obtenerse probetas cúbicas con sierra de diamante de tal manera que tengan por lado la disminución mínima del adoquín.

De preferencia, estos cubos deben extraerse de la parte central del adoquín.

Tanto los ladrillos, los bloques y los cubos deben secarse en un horno a una temperatura de 373 a 383 K (100 a 110°C) hasta masa constante.

La superficie de las probetas que van a quedar en contacto con las placas de la máquina de prueba, se debe cabecear con mortero de azufre cuya resistencia mínima a la compresión sea de 350 kg/cm<sup>2</sup> para lograr que sean paralelas entre si. Este mortero ya aplicado debe dejarse fraguar el tiempo necesario. Cuando se trate de unidades con huecos debe evitarse que el mortero penetre más de C.5 cm dentro de ellos.

## 5 METODOS DE PRUEBA

### 5.1 Resistencia a la compresión

#### 5.1.1 Aparatos

##### 5.1.1.1 Máquina de prueba

La máquina de prueba debe estar equipada con dos bloques de acero, cuya dureza Rockwell C, no sea menor de 60 y de dureza Brinnell N 620; uno de los cuales tiene asiento esférico que transmite la carga a la superficie superior de la probeta y el otro en un block plano rígido en el cual descansa la probeta. Cuando el área de la aplicación de la carga de los bloques de acero no es suficiente para cubrir el área que se va a cargar en la probeta deben colocarse placas adicionales de acero que cumplan con los requisitos que se anotan en el párrafo siguiente, y se colocan entre los bloques de carga y la probeta cabeceada de modo que el centroide de la superficie a la cual se le va a aplicar la carga se alinea con el centro de los bloques de la máquina.

##### 5.1.1.2 Placas y bloques de acero

Las superficies de los bloques y placas de carga no deben diferir de un plano en más de 0.025 mm en cualquiera de las dimensiones en 152.4 mm. El centro de la esfera del bloque superior debe coincidir con el centro de su carga. Si se usa placa de carga el centro de las esferas debe caer en una línea que pasa verticalmente en el centroide de la carga de la probeta. El bloque con asiento esférico debe mantenerse fijo en su sitio, pero debe girar libremente en cualquier dirección. El diámetro de la cara de la carga de los bloques debe ser cuando menos de 16 cm. Cuando se empleen placas de acero entre los bloques de carga y la probeta, estos deben tener un espesor igual, cuando menos a la tercera parte de la distancia de la orilla del bloque de carga a la esquina más distante de la probeta.

En ningún caso el espesor de la placa debe ser menor de 13mm.

## 6 PROCEDIMIENTO

### 6.1 Colocación de la probeta

Hacer la prueba colocando la probeta con el centroide de sus superficies que va a recibir la carga alineado verticalmente con el centro del bloque de carga de acero de la máquina

de prueba. Para materiales homogéneos el centroíde de la superficie de carga puede considerarse la vertical que pase por el centro de gravedad de la probeta. Excepto para unidades especiales destinadas a emplearse con sus agujeros en dirección horizontal se prueban con sus perforaciones en posición vertical; para otras unidades con perforaciones que se van a emplear horizontalmente deben probarse con dichas perforaciones en la posición en que se van a emplear.

## 6.2 Velocidad de la prueba

Aplicar la mitad de la carga que se espera como máximo, a una velocidad conveniente después de la cual se ajustan los controles de la maquina lo necesario para dar una velocidad uniforme de traslado de la cabeza móvil, de tal modo que la carga restante no se aplique en menos de uno ni más de dos minutos.

## 6.3 Cálculos y resultados

6.3.1 Tomar la resistencia a la compresión de una probeta como la carga máxima de N o kg dividida por el área transversal de la probeta o sea el área total de una sección perpendicular a la dirección de la carga incluyendo aquellas que estén en los espacios huecos a menos que estos espacios estén ocupados en la probeta por porciones de unidades adyacentes.

6.3.2 Cuando la resistencia a la compresión mínima al área neta promedio y el área total se especifica, calcular la carga máxima en N ó dividida ésta entre el promedio de áreas netas y este dato incluyese en el informe.

### 6.3.3 Area neta

Calcular el porcentaje promedio del área neta de la probeta como sigue:

$$A_n = A_T - A_h$$

En donde:

$A_n$  = Area neta.

$A_T$  = Area total de la superficie de aplicación de la carga  $A_h$  = Area de los huecos.

$A_h$  = Area de los huecos

### 6.3.4 Informe

Informar los resultados con aproximación de 1.0kPa (10 g/cm<sup>2</sup>) por separado para cada probeta y para el promedio de todas las unidades probadas.

## 7 BIBLIOGRAFIA

ASTM C-140-75. Standard Method of SAMPLING AND TESTING CONCRETE MASONRY UNITS.

Naucalpan de Juárez Edo. de México a., 31 de enero

EL DIRECTOR GENERAL DE NORMAS

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'R' followed by a 'S' and a horizontal line with a small flourish at the end.

DR. ROMAN SERRA CASTAÑOS

Fecha de aprobación y publicación: Febrero 11, 1983

Esta norma cancela la NOM-C-036-1974



SECRETARIA DE COMERCIO

Y

FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA OFICIAL MEXICANA

NMX-C-037-1986

INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION - CONCRETO - BLOQUES,  
LADRILLOS O TABIQUES Y TABICONES DE CONCRETO -  
DETERMINACION DE LA ABSORCION DE AGUA

BUILDING INDUSTRY - CONCRETE - BLOCKS, BRICKS OR  
PARTITION MASONRY WITH UNITS DETERMINATION OF ABSORBENT  
WATER

DIRECCION GENERAL DE NORMAS  
PREFACIO

En la elaboración de esta norma participaron las Empresas e Instituciones siguientes:

- ANPROBLOC, S.A.
- VIBRO BLOCK, S.A.
- PRECONCRETO, S.A. DE C.V.
- TRITURADOS BASALTICOS, S.A.
- SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
- UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA DE AZCAPOTZALCO.
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE TRANSFORMACION  
(Departamento de Normas y Control de Calidad).
- COMITE CONSULTIVO DE NORMAS DE LA INDUSTRIA DE LA  
CONSTRUCCION.

## 1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACION

Esta Norma Mexicana establece el método de prueba para la determinación de la calidad de agua que absorben los bloques, ladrillos o tabiques y tabicones de concreto para la construcción, en las condiciones que se especifican.

## 2. REFERENCIAS

Esta norma se complementa con las siguientes Normas Mexicanas vigentes:

NMX-C-006	Industria de la Construcción - Ladrillos y bloques cerámicos de barro, arcilla y/o similares.
NMX-C-010	Industria de la Construcción - Concreto - Bloques, ladrillos ó tabiques y tabicones de concreto.

## 3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma se establecen las definiciones siguientes:

### 3.1 Bloques, ladrillos o tabiques y tabicones

Son los materiales de construcción de forma prismática rectangular, sólidos o huecos, fabricados con cemento portland y agregados apropiados, tales como arena, grava, piedra triturada, piedra pomez, escoria volcánica o tezontle, arcillas, pizarras expandidas y otros.

NOTA.- En algunas zonas del país se conoce al ladrillo como tabique o tabicón.

### 3.2 Celdas

Espacios vacíos que se dejan en el interior de bloques, ladrillos y tabicones con el fin de aligerar y mejorar las condiciones de aislamiento térmico, al mismo tiempo que sirven para alojar los elementos de refuerzo de los muros.

### 3.3 Absorción volumétrica

Cantidad de agua absorbida en litros por unidad de volumen aparente de la pieza en m<sup>3</sup>. El volumen aparente es aquel que corresponde a la geometría de la pieza y que incluye sus poros interiores, pero excluye el de las celdas.

### 3.4 Bloques cerámicos

Son elementos de construcción, de forma prismática rectangular, obtenidos por moldeo, secado y cocción de pastas cerámicas de barro, arcilla y / o similares extruidos o comprimidos.

#### 4. APARATOS Y EQUIPO

4.1 Balanza con capacidad adecuada y sensibilidad no menor de 0.1 % de la masa de la pieza que se ensaye, provista de un sistema que permita la determinación de la masa del espécimen sumergido.

4.2 Horno con control de temperatura capaz de mantenerse entre 373 y 383 k (100 y 110 °C).

#### 5. MATERIALES Y REACTIVOS

5.1 Material común de laboratorio de pruebas

5.2 Agua limpia

#### 6. MUESTREO

El muestreo debe ser aleatorio, de acuerdo con lo que marcan las normas NMX-C-006 y NMX-C-010 (véase 2) y de ellos debe destinarse un mínimo de 5 piezas elegidas para la determinación de agua absorbida.

#### 7. PREPARACION DE LOS ESPECIMENES

7.1 Secado

Los especímenes se secan en el horno a temperatura entre 373 y 383 K (100 y 110 °C); se sacan periódicamente y se pesan hasta que en dos pesadas sucesivas, la diferencia en masa no sea mayor de 0.2% de la masa de las piezas.

#### 8. PROCEDIMIENTO

8.1 Se registran las masas de los 5 especímenes ya secos y se sumergen en agua a temperatura entre 290 y 296 K (17 y 23 °C) por un período de 24 horas; terminado este período se sacan y se elimina el agua superficial con un paño o papel absorbente; se seca también el interior de las celdas, y se vuelve a determinar su masa.

8.2 Masa del espécimen sumergido

El espécimen se ata con un alambre (de preferencia inoxidable) o hilo de nylon, ambos de poco diámetro, cuya masa no sea mayor de 0.5% de la masa de la pieza; se coloca en una canastilla adecuada y se cuelga de la horquilla del brazo de la balanza.

Se registra la masa del espécimen sumergido en agua sin que roce las paredes y el fondo del recipiente.

Se procede de igual manera con los 5 especímenes.

## 9. CALCULOS

$$A = \frac{M_{ss} - M_s}{M_{ss} - P_a} \times 1000$$

En donde:

A = el volumen de agua absorbida referido al volumen aparente del espécimen en dm<sup>3</sup> /m<sup>3</sup>.

M<sub>s</sub> = Masa seca del espécimen en kg.

M<sub>ss</sub> = Masa saturada y superficialmente seca en kg

P<sub>a</sub> = Peso ahogado en kg.

## 10. RESULTADOS

Los resultados obtenidos por este método no deben exceder los límites establecidos en las normas NMX-C-006 y NMX-C-010 (véase 2.) de acuerdo a la clasificación de la pieza.

## 11. BIBLIOGRAFIA

ASTM-C-67-80 Brick and Structural Clay Tile, Sampling and Testing 16.

ASTM-C-140-75 (1980) Concrete Masonry Units, Sampling and Testing.

12. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

No se puede establecer concordancia por no existir referencia al momento de la elaboración de la presente.

México, D.F., Noviembre 10, 1986

LA DIRECTORA GENERAL DE NORMAS.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'C. Saez Pueyo', written in a cursive style.

LIC. CONSUELO SAEZ PUEYO.

JAS \* WUJ \* RVSD \* JEDM \* RAM \*mept.



**SECRETARIA DE COMERCIO**

**Y**

**FOMENTO INDUSTRIAL**

**NORMA MEXICANA**

**NMX-C-038-1974**

**“DETERMINACION DE LAS DIMENSIONES DE LADRILLOS Y  
BLOQUES PARA LA CONSTRUCCION”**

*“DETERMINATION OF DIMENSIONS FOR CONSTRUCTION BRICK  
AND MASONRY UNITS”*

**DIRECCION GENERAL DE NORMAS**

“DETERMINACION DE LAS DIMENSIONES DE LADRILLOS Y  
BLOQUES PARA LA CONSTRUCCION”

“DETERMINATION OF DIMENSIONS FOR CONSTRUCTION BRICK AND  
MASONRY UNITS”

1 ALCANCE

Esta Norma establece el método de prueba para la determinación de las dimensiones de los ladrillos y bloques para la construcción por medio de una escuadra provista de una regla con cursor (Ver Figura 1).

2 DEFINICION

Dimensión de un bloque es cada una de las tres direcciones en que se mide la extensión del mismo, denominándolas largo, ancho y alto.

3 APARATOS Y EQUIPO

3.1 ESCUADRA GRADUADA CON REGLA - CURSOR

El dispositivo para hacer la medición de las dimensiones de los ladrillos y bloques es una escuadra metálica, uno de cuyos brazos está graduado en centímetros y éstos en milímetros, y provisto de un cursor con regla de tal modo, que ésta sea perfectamente paralela al brazo mayor de la escuadra como se ilustra en la Figura No. 1.

4 PREPARACION DEL ESPECIMEN

4.1 Los cinco especímenes que se usen para la prueba, deben ser representativos del lote de entrega y mantenerse a la temperatura ambiente durante las mediciones. No deben tener ningún material extraño o depositado en sus caras; en este caso se deben eliminar.

5 PROCEDIMIENTO

5.1 COLOCACION DEL ESPECIMEN

El espécimen se coloca en una superficie plana, que puede ser una mesa, descansando en la cara conveniente para usar la escuadra en posición horizontal, como se ilustra gráficamente en las figuras No. 2, a, b, 3a, b, 4a, b.

## 5.2 MEDICIONES

De cada una de las dimensiones se hacen dos determinaciones una colocando la escuadra longitudinalmente (Figuras 2a, 3a y 4a) y otra transversalmente (Figuras 2b, 3b y 4b). Se ajustan en los brazos y la regla de esta escuadra procurando que hagan el mejor contacto posible con las caras del ladrillo o bloque. Se toma la lectura en el brazo menor graduado, hasta aproximación de 1 mm.

## 6 CALCULOS Y RESULTADOS

6.1 Se calculan los promedios aritméticos de los resultados de las mediciones duplicadas de cada una de las dimensiones de ladrillos y bloques para la construcción.

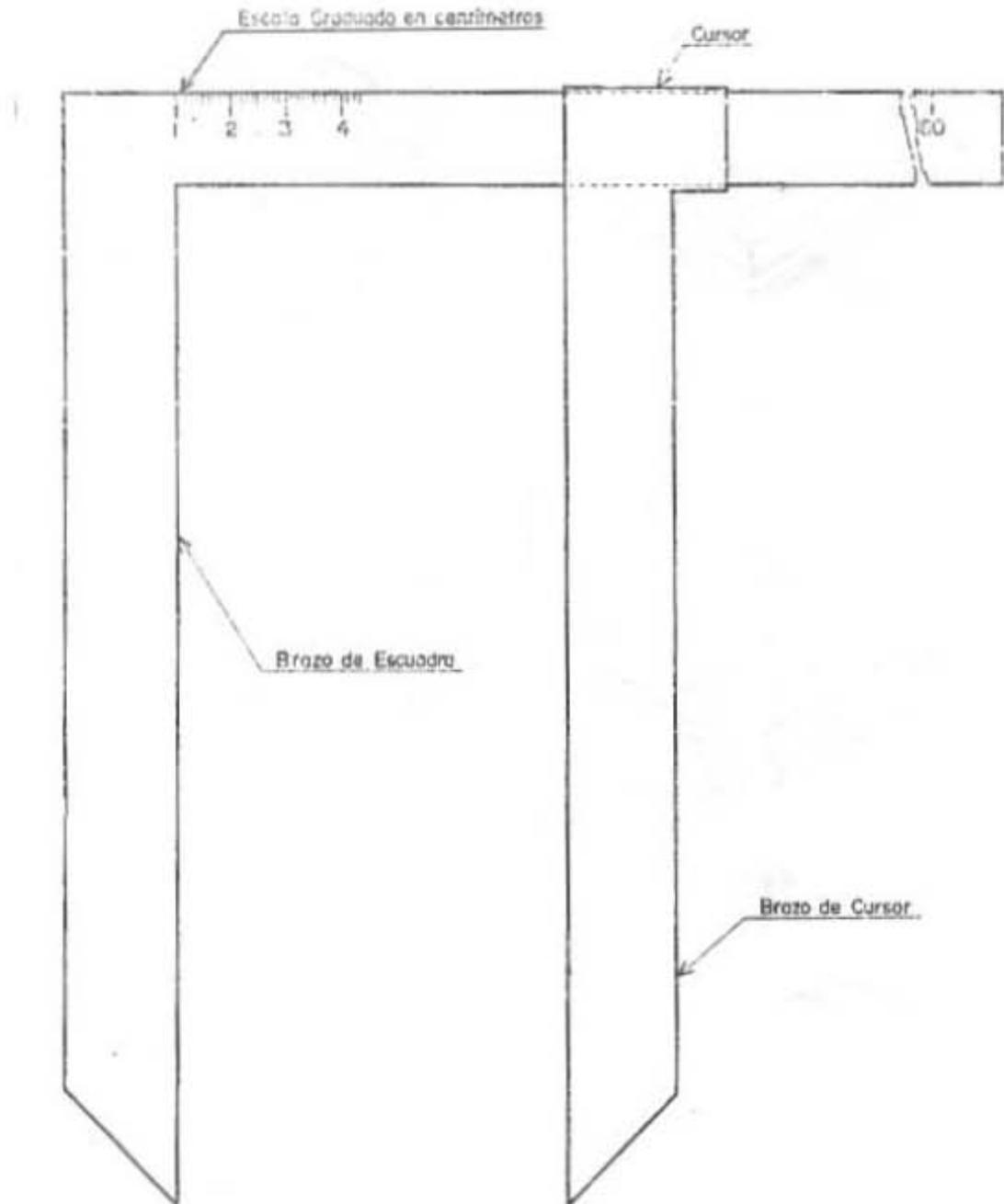
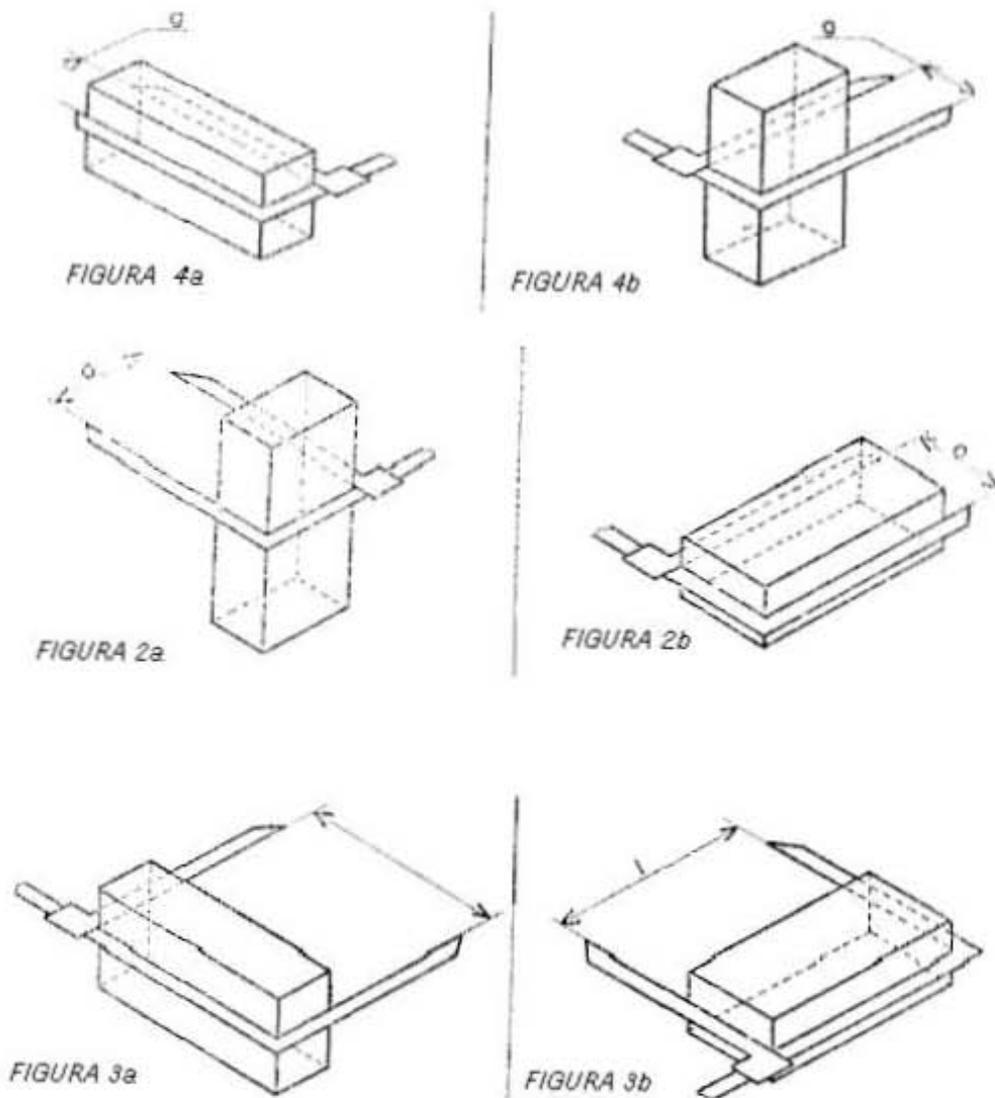


FIGURA 1.

ESCUADRA CON CURSOR PARA MEDICIONES



FIGURAS 2,3,4(a,b).

COLOCACION DE LA ESCUADRA PARA LA MEDICION DE LADRILLOS

## 6.2 RESULTADOS

Las medidas y las desviaciones deben reportarse con una aproximación de  $\pm 1$  mm redondeando los valores al milímetro más próximo.

## 7 APENDICE

### 7.1 OBSERVACIONES

La calibración de la escala del brazo graduado debe hacerse con una medida patrón autorizada.

### 7.2 NORMAS A CONSULTA

NMX-C-038-1964 Determinación de las Medidas en Ladrillos Huecos de Concreto.

### 7.3 BIBLIOGRAFIA

ASTM C-140-70 "Sampling and Testing Concrete Masonry Units".

DIN 105-1957 "Maverziegel (Ladrillos para Muros).

### 7.4 PARTICIPANTES

Ladrillera Frisco, S.A. de C.V.

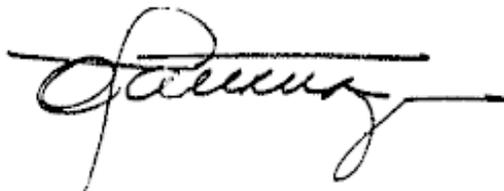
Instituto Politécnico Nacional (E.S.I.M.E.).

Bloques y Ladrillos, S.A.

Cámara Nacional de la Industria de Transformación.- Depto. de Normas y Control de Calidad.

México, D.F., Enero 3, 1975

EL C. DIRECTOR GENERAL DE NORMAS



ING. CESAR LARRAÑA ELIZONDO.

Fecha de aprobación y publicación: Enero 22, 1975

Esta Norma cancela a la: NMX-C-038-1964



**SECRETARIA DE COMERCIO**

**Y**

**FOMENTO INDUSTRIAL**

**NORMA MEXICANA**

**NMX-C-082-1974**

**“DETERMINACION DEL ESFUERZO DE ADHERENCIA DE LOS  
LADRILLOS CERAMICOS Y EL MORTERO DE LAS JUNTAS”**

*“DETERMINATION OF ADHERENCE RESISTEANCE OF CERAMIC  
BRICKS AND MORTAR JOINTS”*

**DIRECCION GENERAL DE NORMAS**

“DETERMINACION DEL ESFUERZO DE ADHERENCIA DE LOS  
LADRILLOS CERAMICOS Y EL MORTERO DE LAS JUNTAS”

“DETERMINATION OF ADHERENCE RESISTEANCE OF CERAMIC  
BRICKS AND MORTAR JOINTS”

1 ALCANCE

La presente Norma establece el método de prueba para la determinación de la fuerza de adherencia entre los ladrillos y el mortero de composición adecuada, usados en muros de carga en las construcciones. ½

2 DEFINICIONES

Para los fines de esta Norma se establecen las siguientes definiciones:

2.1 ADHERENCIA

Es la propiedad de algunas sustancias que consiste en que al ponerse en contacto se pegan con cierta fuerza.

2.2 ESFUERZO DE ADHERENCIA

Es la fuerza con que se pegan dos superficies en contacto, por unidad de área común.

3 APARATOS Y EQUIPO

3.1 APARATO

Máquina probadora, tipo hidráulico, para bloques, equipada con manómetro de carátula, graduada en kgf, provisto de dos agujas y bomba actuada por motor.

3.2 EQUIPO

Recipiente para hacer los morteros.

Cucharas para la aplicación del mortero de la junta.

Equipo común de laboratorios de pruebas de materiales para la construcción.

4 MATERIALES Y REACTIVOS

4.1 Cemento Portland, debe cumplir con lo establecido en la Norma Mexicana. NMX-C-001 en vigor, "Cemento Portland".

4.2 ARENA GRADUADA LIMPIA QUE PASE EL TAMIZ No. DGN 10 M.

4.3 AGUA CORRIENTE, LIMPIA.

## 5 PREPARACION DEL ESPECIMEN

5.1 En esta prueba se usan tres ladrillos y se pegan según se muestra en la figura No. 1, con un mortero de 1 cm de espesor, hecho con una proporción 1:3, utilizando las caras destinadas a recibir el mortero de la junta horizontal.

Los ladrillos se deben mojar con la cantidad suficiente de agua para impedir que la absorban del mortero.

5.2 Las superficies de los especímenes que quedan en contacto con los platos de la máquina de prueba, se deben enrasar con mortero adecuado, hasta obtener el paralelismo entre ellas.

Se debe dejar fraguar el mortero el tiempo necesario.

La aplicación de la carga se debe hacer en forma gradual.

## 6 PROCEDIMIENTO

Los tres ladrillos cerámicos, ya preparados según 5.1 y 5.2 se colocan en la máquina de prueba de modo que los platos de la misma, inferior y superior, hagan contacto perfecto en toda la superficie del espécimen.

Se aplica la fuerza sobre el espécimen de una manera gradual, lentamente, sin aumentos bruscos.

Cuando la fuerza aplicada logra despegar los ladrillos, se debe hacer la lectura del manómetro que indique la aguja suelta.

Se deben hacer cinco determinaciones, y se considera como resultado de la prueba, el promedio de las cinco lecturas.

## 7 CALCULOS

El esfuerzo de adherencia, se calcula por medio de la fórmula siguiente:

$$A = \frac{P}{S}$$

En donde:

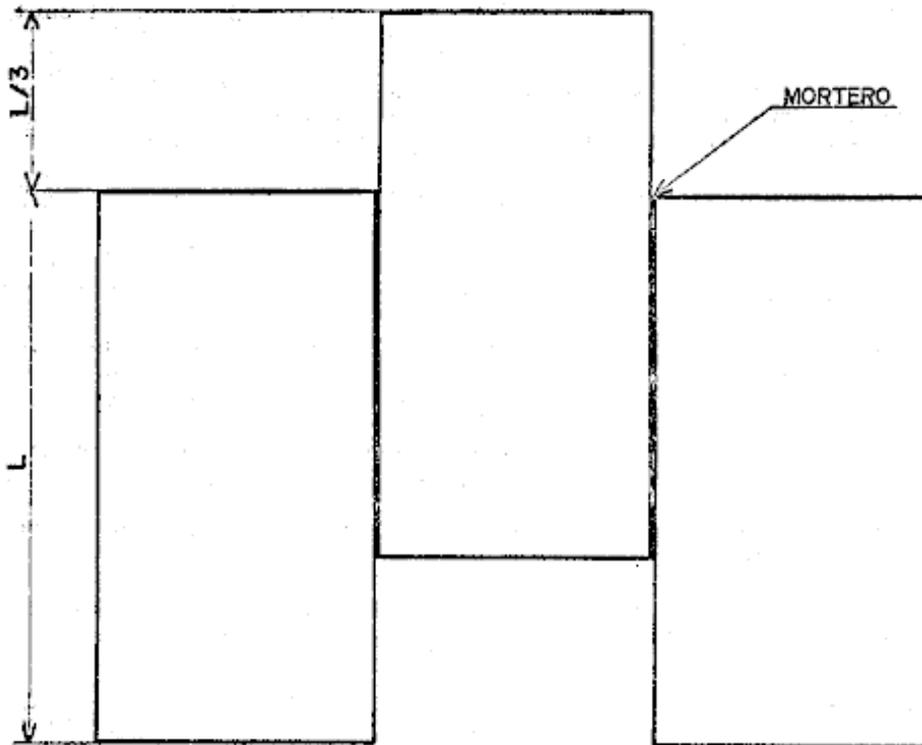
A = esfuerzo de adherencia, en kgf/cm<sup>2</sup>

P = carga máxima que logra despegar los ladrillos, en Kg

S = suma de las dos superficies adheridas al ladrillo central, sin tomar en cuenta las áreas de los huecos o perforaciones, en cm<sup>2</sup>.

Si en la fig. 1 "L" es el largo del ladrillo y "a" la otra dimensión y como la base del ladrillo central se coloca a la tercera parte del largo del ladrillo, una de las áreas de adherencia será:

$2 \frac{aL}{3}$  y las dos resultan  $4 \frac{aL}{3}$  y entonces la fórmula queda:



L= Largo del ladrillo

FIGURA 1.

PRUEBA DE ADHERENCIA

$$A = \frac{3P}{4a} \text{ kgf/cm}^2$$

## 8 PRECISION

Las pruebas no deben diferir en más de 5 % si se hacen en el mismo laboratorio y por un solo operador, y 10 % cuando las pruebas se hacen o por operadores distintos y/o en laboratorios diferentes.

## 9 APENDICE

### 9.1 OBSERVACIONES

### 9.2 NORMAS A CONSULTAR

NMX-C-001-1968 Norma Mexicana "Cemento Portland".

NMX-B-231-1970 "Requisitos de las Cribas para Clasificación de Materiales".

### 9.3 BIBLIOGRAFIA

Norma Chilena INDITECNOR.- "Ensayes de Ladrillos Arcillosos", 30-54 ch.

### 9.4 PARTICIPANTES

Ladrillera Frisco, S.A. de C.V.

Instituto Politécnico Nacional (E.S.I.M.E).

Cámara Nacional de la Industria de Transformación.- Depto. de Normas y Control de Calidad.

México, D.F., Enero 3, 1975

EL C. DIRECTOR GENERAL DE NORMAS



ING.CESAR LARRAÑAGA ELIZONDO

Fecha de aprobación y publicación: Enero 22, 1975

## ÍNDICE

## Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería.....4

## NOTACIÓN .....4

## 1. CONSIDERACIONES GENERALES .....5

## 1.1 Alcance .....5

## 1.2 Otros tipos de piezas y otras modalidades de refuerzo y construcción de muros .....5

## 1.3 Sistema de unidades .....5

## 2. MATERIALES PARA MAMPOSTERÍA .....6

## 2.1 Piezas .....6

## 2.1.1 Tipos de piezas .....6

## 2.1.1.1 Piezas macizas .....6

## 2.1.1.2 Piezas huecas .....6

## 2.1.2 Resistencia a compresión .....6

## 2.2 Cementantes.....7

## 2.2.1 Cemento hidráulico .....7

## 2.2.2 Cemento de albañilería .....7

## 2.2.3 Cal hidratada .....7

## 2.3 Agregados pétreos .....7

## 2.4 Agua de mezclado.....7

## 2.5 Morteros.....7

## 2.5.1 Resistencia a compresión .....7

## 2.5.2 Mortero para pegar piezas .....7

## 2.5.3 Morteros y concretos de relleno .....8

## 2.6 Acero de refuerzo .....8

## 2.7 Mampostería.....8

## 2.7.1 Resistencia a compresión .....8

## 2.7.1.1 Ensayes de pilas construidas con las piezas y morteros que se emplearán en la obra.....8

## 2.7.1.2 A partir de la resistencia de diseño de las piezas y el mortero.....9

## 2.7.1.3 Valores indicativos .....10

## 2.7.2 Resistencia a compresión diagonal.....10

## 2.7.2.1 Ensayes de muretes construidos con las piezas y morteros que se emplearán en la obra.....10

## 2.7.2.2 Valores indicativos .....11

## 2.7.3 Resistencia al aplastamiento.....11

## 2.7.4 Resistencia a tensión .....11

## 2.7.5 Módulo de elasticidad .....11

## 2.7.5.1 Ensayes de pilas construidas con las piezas y morteros que se emplearán en la obra.....11

## 2.7.5.2 Determinación a partir de la resistencia de diseño a compresión de la mampostería.....11

## 2.7.6 Módulo de cortante.....11

## 2.7.6.1 Ensayes de muretes construidos con las piezas y morteros que se emplearán en la obra.....11

## 2.7.6.2 Determinación a partir del módulo de elasticidad de la mampostería .....12

## 3. ESPECIFICACIONES GENERALES DE ANÁLISIS Y DISEÑO .....12

## 3.1 Criterios de diseño.....12

## 3.1.1 Estado límite de falla ..... 12

## 3.1.2 Estado límite de servicio..... 12

## 3.1.3 Diseño por durabilidad ..... 12

## 3.1.4 Factores de resistencia ..... 12

## 3.1.4.1 En muros sujetos a compresión axial..... 12

## 3.1.4.2 En muros sujetos a flexocompresión en su plano o a flexocompresión fuera de su plano... 12

## 3.1.4.3 En muros sujetos a fuerza cortante ..... 12

## 3.1.5 Contribución del refuerzo a la resistencia a cargas verticales ..... 12

## 3.1.6 Hipótesis para la obtención de resistencias de diseño a flexión..... 13

## 3.1.7 Resistencia de la mampostería a cargas laterales... 13

## 3.2 Métodos de análisis..... 13

## 3.2.1 Criterio general ..... 13

## 3.2.2 Análisis por cargas verticales ..... 13

## 3.2.2.1 Criterio básico ..... 13

## 3.2.2.2 Fuerzas y momentos de diseño..... 13

## 3.2.2.3 Factor de reducción por los efectos de excentricidad y esbeltez..... 14

## 3.2.2.4 Efecto de las restricciones a las deformaciones laterales ..... 14

## 3.2.3 Análisis por cargas laterales ..... 14

## 3.2.3.1 Criterio básico ..... 14

## 3.2.3.2 Métodos de análisis dinámico y estático..... 15

## 3.2.3.3 Método simplificado..... 16

## 3.2.4 Análisis por temperatura..... 17

## 3.3 Detallado del refuerzo ..... 17

## 3.3.1 General..... 17

## 3.3.2 Tamaño del acero de refuerzo..... 17

## 3.3.2.1 Diámetro del acero de refuerzo longitudinal... 17

## 3.3.2.2 Diámetro del acero de refuerzo horizontal ..... 17

## 3.3.3 Colocación y separación del acero de refuerzo longitudinal..... 17

## 3.3.3.1 Distancia libre entre barras..... 17

## 3.3.3.2 Paquetes de barras..... 17

## 3.3.3.3 Espesor de mortero de relleno y refuerzo ..... 17

## 3.3.4 Protección del acero de refuerzo..... 17

## 3.3.4.1 Recubrimiento en castillos exteriores y dalas.. 17

## 3.3.4.2 Recubrimiento en castillos interiores y en muros con refuerzo interior ..... 17

## 3.3.4.3 Recubrimiento de refuerzo horizontal..... 17

## 3.3.5 Dobleces del refuerzo ..... 17

## 3.3.5.1 En barras rectas..... 18

## 3.3.5.2 En estribos ..... 18

## 3.3.5.3 En grapas ..... 18

## 3.3.6 Anclaje..... 18

## 3.3.6.1 Requisitos generales..... 18

## 3.3.6.2 Barras rectas a tensión ..... 19

## 3.3.6.3 Barras a tensión con dobleces a 90 ó 180 grados ..... 19

## 3.3.6.4 Refuerzo horizontal en juntas de mortero ..... 19

## 3.3.6.5 Mallas de alambre soldado..... 19

## 3.3.6.6 Uniones de barras..... 20

## 4. MUROS DIAFRAGMA ..... 20

## 4.1 Alcance ..... 20

<b>4.2 Fuerzas de diseño</b> .....	<b>21</b>	6.3.2.1 <i>Método general de diseño</i> .....	29
<b>4.3 Resistencia a fuerza cortante en el plano</b> .....	<b>21</b>	6.3.2.2 <i>Método optativo</i> .....	29
4.3.1 Fuerza cortante resistida por la mampostería.....	21	<b>6.4 Resistencia a cargas laterales</b> .....	<b>29</b>
<b>4.4 Volteo del muro diafragma</b> .....	<b>21</b>	6.4.1 Consideraciones generales.....	29
<b>4.5 Interacción marco–muro diafragma en el plano.</b> .....	<b>21</b>	6.4.2 Fuerza cortante resistida por la mampostería.....	29
<b>5. MAMPOSTERÍA CONFINADA</b> .....	<b>21</b>	6.4.3 Fuerza cortante resistida por el acero de refuerzo horizontal.....	29
<b>5.1 Alcance</b> .....	<b>21</b>	6.4.3.1 <i>Tipos de acero de refuerzo</i> .....	29
5.1.1 Castillos y dalas exteriores.....	21	6.4.3.2 <i>Separación del acero de refuerzo horizontal</i> ....	30
5.1.2 Muros con castillos interiores.....	23	6.4.3.3 <i>Cuantías mínima y máxima del acero de refuerzo horizontal</i> .....	30
5.1.3 Muros con aberturas.....	23	6.4.3.4 <i>Diseño del refuerzo horizontal</i> .....	30
5.1.4 Espesor y relación altura a espesor de los muros... 23			
<b>5.2 Fuerzas y momentos de diseño</b> .....	<b>23</b>	<b>7. MAMPOSTERÍA NO CONFINADA NI REFORZADA</b> .....	<b>30</b>
<b>5.3 Resistencia a compresión y flexocompresión en el plano del muro</b> .....	<b>23</b>	<b>7.1 Alcance</b> .....	<b>30</b>
5.3.1 Resistencia a compresión de muros confinados.... 23		<b>7.2 Fuerzas y momentos de diseño</b> .....	<b>30</b>
5.3.2 Resistencia a flexocompresión en el plano del muro.....	24	<b>7.3 Refuerzo por integridad estructural</b> .....	<b>30</b>
5.3.2.1 <i>Método general de diseño</i> .....	24	7.3.1 Refuerzo vertical.....	30
5.3.2.2 <i>Método optativo</i> .....	24	7.3.2 Refuerzo horizontal.....	31
<b>5.4 Resistencia a cargas laterales</b> .....	<b>24</b>	<b>7.4 Resistencia a compresión y flexocompresión en el plano del muro</b> .....	<b>31</b>
5.4.1 Consideraciones generales.....	24	7.4.1 Resistencia a compresión.....	31
5.4.2 Fuerza cortante resistida por la mampostería.....	25	7.4.2 Resistencia a flexocompresión.....	31
5.4.3 Fuerza cortante resistida por el acero de refuerzo horizontal.....	25	<b>7.5 Resistencia a cargas laterales</b> .....	<b>31</b>
5.4.3.1 <i>Tipos de acero de refuerzo</i> .....	25	<b>8. MAMPOSTERÍA DE PIEDRAS NATURALES</b> .....	<b>31</b>
5.4.3.2 <i>Separación del acero de refuerzo horizontal</i> ... 25		<b>8.1 Alcance</b> .....	<b>31</b>
5.4.3.3 <i>Cuantías mínima y máxima del acero de refuerzo horizontal</i> .....	25	<b>8.2 Materiales</b> .....	<b>32</b>
5.4.3.4 <i>Diseño del refuerzo horizontal</i> .....	25	8.2.1 Piedras.....	32
5.4.4 Fuerza cortante resistida por malla de alambre soldado recubierta de mortero.....	25	8.2.2 Morteros.....	32
5.4.4.1 <i>Tipo de refuerzo y de mortero</i> .....	25	<b>8.3 Diseño</b> .....	<b>32</b>
5.4.4.2 <i>Cuantías mínima y máxima de refuerzo</i> .....	26	8.3.1 Esfuerzos resistentes de diseño.....	32
5.4.4.3 <i>Diseño de la malla</i> .....	26	8.3.2 Determinación de la resistencia.....	32
<b>6. MAMPOSTERÍA REFORZADA INTERIORMENTE</b> .....	<b>26</b>	<b>8.4 Cimientos</b> .....	<b>32</b>
<b>6.1 Alcance</b> .....	<b>26</b>	<b>8.5 Muros de contención</b> .....	<b>33</b>
6.1.1 Cuantías de acero de refuerzo horizontal y vertical.....	26	<b>9. CONSTRUCCIÓN</b> .....	<b>33</b>
6.1.2 Tamaño, colocación y separación del refuerzo horizontal y vertical.....	27	<b>9.1 Planos de construcción</b> .....	<b>33</b>
6.1.3 Mortero y concreto de relleno.....	27	<b>9.2 Construcción de mampostería de piedras artificiales</b> .....	<b>33</b>
6.1.4 Anclaje del refuerzo horizontal y vertical.....	27	9.2.1 Materiales.....	33
6.1.5 Muros transversales.....	27	9.2.1.1 <i>Piezas</i> .....	33
6.1.6 Muros con aberturas.....	27	9.2.1.2 <i>Morteros</i> .....	34
6.1.7 Espesor y relación altura a espesor de los muros... 27		9.2.1.3 <i>Concretos</i> .....	34
6.1.8 Pretiles.....	28	9.2.2 Procedimientos de construcción.....	34
6.1.9 Supervisión.....	28	9.2.2.1 <i>Juntas de mortero</i> .....	34
<b>6.2 Fuerzas y momentos de diseño</b> .....	<b>28</b>	9.2.2.2 <i>Aparejo</i> .....	34
<b>6.3 Resistencia a compresión y flexocompresión en el plano del muro</b> .....	<b>28</b>	9.2.2.3 <i>Concreto y mortero de relleno</i> .....	34
6.3.1 Resistencia a compresión de mampostería con refuerzo interior.....	28	9.2.2.4 <i>Refuerzo</i> .....	35
6.3.2 Resistencia a flexocompresión en el plano del muro.....	29	9.2.2.5 <i>Tuberías y ductos</i> .....	35
		9.2.2.6 <i>Construcción de muros</i> .....	35
		9.2.2.7 <i>Tolerancias</i> .....	35
		<b>9.3 Construcción de mampostería de piedras naturales</b> .....	<b>35</b>
		9.3.1 Piedras.....	35
		9.3.2 Mortero.....	35

9.3.3 Procedimiento constructivo .....	36	11.2.5.3 Capacidad remanente .....	39
<b>10. INSPECCIÓN Y CONTROL DE OBRA.....</b>	<b>36</b>	11.2.5.4 Cálculo de la capacidad estructural.....	39
<b>10.1 Inspección .....</b>	<b>36</b>	11.2.6 Determinación de la necesidad de rehabilitación...	40
10.1.1 Antes de la construcción de muros de mampostería .....	36	11.2.6.1 Daño ligero .....	40
10.1.2 Durante la construcción.....	36	11.2.6.2 Daño mayor.....	40
<b>10.2 Control de obra .....</b>	<b>37</b>	<b>11.3 Rehabilitación .....</b>	<b>40</b>
10.2.1 Alcance.....	37	11.3.1 Apuntalamiento, rehabilitación temporal y demolición .....	40
10.2.2 Muestreo y ensayos .....	37	11.3.1.1 Control del acceso .....	40
10.2.2.1 Mortero para pegar piezas .....	37	11.3.1.2 Rehabilitación temporal.....	40
10.2.2.2 Mortero y concreto de relleno .....	37	11.3.1.3 Seguridad durante la rehabilitación .....	40
10.2.2.3 Mampostería.....	37	11.3.2 Conexión entre elementos existentes y materiales o elementos nuevos.....	40
10.2.2.4 Penetración del mortero en piezas multiperforadas.....	37	11.3.3 Reparación de elementos .....	40
10.2.3 Criterio de aceptación.....	38	11.3.3.1 Alcance.....	40
10.2.3.1 De morteros y mampostería.....	38	11.3.3.2 Reemplazo de piezas, mortero, barras y concreto dañados .....	40
10.2.3.2 De la penetración del mortero en piezas multiperforadas.....	38	11.3.3.3 Reparación de grietas .....	40
<b>10.3 Inspección y control de obra de edificaciones en rehabilitación .....</b>	<b>38</b>	11.3.3.4 Reparación de daños debidos a corrosión.....	41
<b>11. EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN.....</b>	<b>38</b>	11.3.4 Refuerzo.....	41
<b>11.1 Alcance .....</b>	<b>38</b>	11.3.4.1 Generalidades .....	41
<b>11.2 Evaluación.....</b>	<b>38</b>	11.3.4.2 Encamisado de elementos de concreto y de mampostería.....	41
11.2.1 Necesidad de evaluación .....	38	11.3.4.3 Adición de elementos confinantes de concreto reforzado.....	41
11.2.2 Proceso de evaluación .....	38	11.3.4.4 Adición o retiro de muros .....	42
11.2.3 Investigación y documentación de la edificación y de las acciones que la dañaron.....	38	11.3.5 Construcción, supervisión y control de calidad .....	42
11.2.3.1 Información básica .....	38	<b>APÉNDICE NORMATIVO A – CRITERIO DE ACEPTACIÓN DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS A BASE DE MAMPOSTERÍA DISEÑADOS POR SISMO.....</b>	<b>42</b>
11.2.3.2 Determinación de las propiedades de los materiales .....	39	<b>A.1 Definiciones .....</b>	<b>42</b>
11.2.4 Clasificación del daño en los elementos de la edificación .....	39	<b>A.2 Notación.....</b>	<b>42</b>
11.2.4.1 Modo de comportamiento .....	39	<b>A.3 Alcance .....</b>	<b>42</b>
11.2.4.2 Magnitud de daño .....	39	<b>A.4 Criterio de diseño de los especímenes .....</b>	<b>42</b>
11.2.5 Evaluación del impacto de elementos dañados en el comportamiento de la edificación .....	39	<b>A.5 Especímenes de pruebas.....</b>	<b>43</b>
11.2.5.1 Impacto del daño .....	39	<b>A.6 Laboratorio .....</b>	<b>43</b>
11.2.5.2 Edificación sin daño estructural.....	39	<b>A.7 Protocolo de ensayo .....</b>	<b>43</b>
		<b>A.8 Informe de pruebas .....</b>	<b>43</b>
		<b>A.9 Criterio de aceptación .....</b>	<b>44</b>

## Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería

### NOTACIÓN

$A_s$	área total de acero de refuerzo longitudinal colocada en cada uno de los castillos extremos del muro	$F_{AE}$	factor de área efectiva de los muros de carga
$A_{sc}$	área del acero de refuerzo transversal de los castillos colocada a una separación $s$	$F_E$	factor de reducción por efectos de excentricidad y esbeltez
$A_{sh}$	área del acero de refuerzo horizontal colocada a una separación $s_h$	$F_R$	factor de resistencia
$A_{st}$	área de acero de los dispositivos o conectores, colocados a una separación $s$ , necesaria para dar continuidad a muros transversales que lleguen a tope	$f_c'$	resistencia especificada del concreto en compresión
$A_{sv}$	área del acero de refuerzo vertical colocada a una separación $s_v$	$\overline{f_j}$	media de la resistencia a compresión de cubos de mortero o de cilindros de concreto
$A_T$	área bruta de la sección transversal del muro o segmento de muro, que incluye a los castillos	$f_j^*$	resistencia de diseño a compresión del mortero
$B$	dimensión en planta del entrepiso, medida paralelamente a la excentricidad torsional estática, $e_s$	$\overline{f_m}$	media de la resistencia a compresión de pilas de mampostería, corregida por su relación altura a espesor y referida al área bruta
$b$	longitud de apoyo de una losa soportada por el muro	$f_m^*$	resistencia de diseño a compresión de la mampostería, referida al área bruta
$c_j$	coeficiente de variación de la resistencia a compresión del mortero o del concreto de relleno	$\overline{f_p}$	media de la resistencia a compresión de las piezas, referida al área bruta
$c_m$	coeficiente de variación de la resistencia a compresión de pilas de mampostería	$f_p^*$	resistencia de diseño a compresión de las piezas, referida al área bruta
$c_p$	coeficiente de variación de la resistencia a compresión de piezas	$f_y$	esfuerzo de fluencia especificado del acero de refuerzo
$c_v$	coeficiente de variación de la resistencia a compresión diagonal de muretes de mampostería	$f_{yh}$	esfuerzo de fluencia especificado del acero de refuerzo horizontal o malla de alambre soldado
$c_z$	coeficiente de variación de la resistencia de interés de las muestras	$G_m$	módulo de cortante de la mampostería
$d$	distancia entre el centroide del acero de tensión y la fibra a compresión máxima	$H$	altura libre del muro entre elementos capaces de darle apoyo lateral
$d_b$	diámetro de barras de refuerzo	$H_o$	longitud mínima, medida en los extremos de los castillos, sobre la cual se deben colocar estribos con una menor separación
$d'$	distancia entre los centroides del acero colocado en ambos extremos de un muro	$h_c$	dimensión de la sección del castillo o dala que confina al muro en el plano del mismo
$E_m$	módulo de elasticidad de la mampostería para esfuerzos de compresión normales a las juntas	$k$	factor de altura efectiva del muro
$E_s$	módulo de elasticidad del acero de refuerzo ordinario	$L$	longitud efectiva del muro
$e$	excentricidad con que actúa la carga en elementos de mampostería de piedras naturales y que incluye los efectos de empujes laterales, si existen	$L_d$	longitud de anclaje de una barra de refuerzo recta a tensión
$e_c$	excentricidad con que se transmite la carga de la losa a muros extremos	$L'$	separación entre elementos que rigidizan transversalmente al muro
$e_s$	excentricidad torsional estática	$M_R$	momento flexionante resistente de diseño, aplicado en el plano, en un muro sujeto a flexocompresión
$e'$	excentricidad calculada para obtener el factor de reducción por excentricidad y esbeltez	$M_o$	momento flexionante, aplicado en el plano, que resiste el muro en flexión pura
		$P$	carga axial total que obra sobre el muro, sin multiplicar por el factor de carga
		$P_R$	resistencia de diseño del muro a carga vertical

$P_u$	carga axial total que obra sobre el muro multiplicada por el factor de carga
$p_h$	cuantía de acero de refuerzo horizontal en el muro, calculada como $A_{sh}/s_h t$
$p_v$	cuantía de acero de refuerzo vertical en el muro, calculada como $A_{sv}/s_v t$
$Q$	factor de comportamiento sísmico
$Q'$	factor de reducción de las fuerzas inducidas por el sismo con fines de diseño, función del periodo natural
$R$	resistencia lateral calculada del espécimen (Apéndice Normativo A)
$R_a$	resistencia lateral aproximada del espécimen (Apéndice Normativo A)
$R_{max}$	resistencia (carga lateral máxima) del espécimen medida en laboratorio (Apéndice Normativo A)
$s$	separación del acero de refuerzo
$s_h$	separación del acero de refuerzo horizontal en el muro o de los alambres horizontales de una malla de alambre soldado
$s_v$	separación del acero de refuerzo vertical en el muro
$t$	espesor del muro
$V_{mR}$	fuerza cortante de diseño que toma la mampostería
$V_{sR}$	fuerza cortante de diseño que toma el acero de refuerzo horizontal o mallas de alambre soldado
$v_m^*$	resistencia de diseño a compresión diagonal de muretes, sobre área bruta medida a lo largo de la diagonal paralela a la carga
$\bar{v}_m$	media de la resistencia a compresión diagonal de muretes, sobre área bruta medida a lo largo de la diagonal paralela a la carga
$x$	distancia entre el centro de cortante del entrepiso y el muro de interés, con signo, ortogonal a la dirección de análisis, usada para calcular la excentricidad torsional estática, $e_s$
$z^*$	resistencia de diseño de interés
$\bar{z}$	media de las resistencias de las muestras
$\Delta$	desplazamiento lateral aplicado en la parte superior del espécimen (Apéndice Normativo A)
$\eta$	factor de eficiencia del refuerzo horizontal
$\lambda$	factor de sobrerresistencia de las conexiones (Apéndice Normativo A)
$\theta$	distorsión (Apéndice Normativo A)

## 1. CONSIDERACIONES GENERALES

### 1.1 Alcance

Estas Normas contienen requisitos mínimos para el análisis, diseño y construcción de estructuras de mampostería.

Los Capítulos 2 a 10 de estas disposiciones se aplican al análisis, diseño, construcción e inspección de muros constituidos por piezas prismáticas de piedra artificial, macizas o huecas, o por piedras naturales unidas por un mortero aglutinante. Incluyen muros reforzados con armados interiores, castillos, cadenas o contrafuertes.

Los Capítulos 4 a 7 se refieren a los diferentes sistemas constructivos a base de mampostería con piedras artificiales. Si bien el comportamiento de los sistemas constructivos es, en términos generales, similar, se establece la división en capítulos para facilitar el proceso de análisis y diseño.

El Capítulo 8 se aplica al diseño de estructuras hechas con piedras naturales.

Los Capítulos 9 y 10 se refieren a la construcción y a la inspección y control de obra.

El Capítulo 11 se aplica a la evaluación y rehabilitación de estructuras de mampostería.

En el Apéndice Normativo A se presenta un criterio de aceptación de sistemas constructivos a base de mampostería diseñados por sismo.

### 1.2 Otros tipos de piezas y otras modalidades de refuerzo y construcción de muros

Cualquier otro tipo de piezas, de refuerzo o de modalidad constructiva a base de mampostería deberá ser evaluado según lo establece el Reglamento y el Apéndice Normativo A de estas Normas.

### 1.3 Sistema de unidades

Las disposiciones de estas Normas se presentan en unidades del Sistema Métrico (cuyas unidades básicas son metro, kilogramo fuerza y segundo), y entre paréntesis en Sistema Internacional. La conversión entre ellas se ha aproximado, de modo que la equivalencia no es necesariamente exacta.

## 2. MATERIALES PARA MAMPOSTERÍA

### 2.1 Piezas

#### 2.1.1 Tipos de piezas

Las piezas usadas en los elementos estructurales de mampostería deberán cumplir con la Norma Mexicana NMX-C-404-ONNCCE, con excepción de lo dispuesto para el límite inferior del área neta de piezas huecas señalado en la sección 2.1.1.2 (fig. 2.1). El peso volumétrico neto mínimo de las piezas, en estado seco, será el indicado en la tabla 2.1.

**Tabla 2.1** *Peso volumétrico neto mínimo de piezas, en estado seco*

Tipo de pieza	Valores en kg/m <sup>3</sup> (kN/m <sup>3</sup> )
Tabique de barro recocido	1300 (13)
Tabique de barro con huecos verticales	1700 (17)
Bloque de concreto	1700 (17)
Tabique de concreto (tabicón)	1500 (15)

En el Capítulo 5 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo se fijan distintos factores de comportamiento sísmico,  $Q$ , en función del tipo de piezas que compone un muro y de su refuerzo.

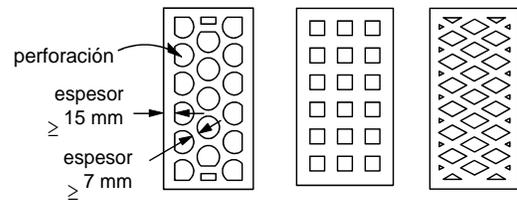
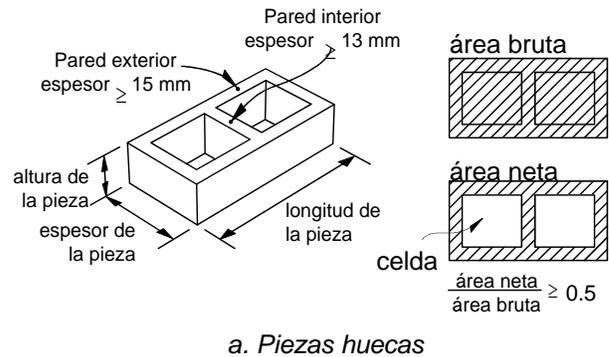
#### 2.1.1.1 Piezas macizas

Para fines de aplicación del Capítulo 5 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo y de estas disposiciones, se considerarán como piezas macizas aquellas que tienen en su sección transversal más desfavorable un área neta de por lo menos 75 por ciento del área bruta, y cuyas paredes exteriores no tienen espesores menores de 20 mm.

#### 2.1.1.2 Piezas huecas

Las piezas huecas a que hace referencia el Capítulo 5 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo y estas disposiciones son las que tienen, en su sección transversal más desfavorable, un área neta de por lo menos 50 por ciento del área bruta; además el espesor de sus paredes exteriores no es menor que 15 mm (fig. 2.1). Para piezas huecas con dos hasta cuatro celdas, el espesor mínimo de las paredes interiores deberá ser de 13 mm. Para piezas multiperforadas y cuyas perforaciones sean de las mismas dimensiones, y cuya distribución sea uniforme, el espesor mínimo de las paredes interiores será de 7 mm. Se entiende como piezas multiperforadas aquellas con más de siete perforaciones o alvéolos (fig. 2.1).

Para fines de esta Norma sólo se permite usar piezas huecas con celdas o perforaciones ortogonales a la cara de apoyo.



**Figura 2.1** *Piezas*

#### 2.1.2 Resistencia a compresión

La resistencia a compresión se determinará para cada tipo de piezas de acuerdo con el ensaye especificado en la norma NMX-C-036.

Para diseño, se empleará un valor de la resistencia,  $f_p^*$ , medida sobre el área bruta, que se determinará como el que es alcanzado por lo menos por el 98 por ciento de las piezas producidas.

La resistencia de diseño se determinará con base en la información estadística existente sobre el producto o a partir de muestreos de la pieza, ya sea en planta o en obra. Si se opta por el muestreo, se obtendrán al menos tres muestras, cada una de diez piezas, de lotes diferentes de la producción. Las 30 piezas así obtenidas se ensayarán en laboratorios acreditados por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. La resistencia de diseño se calculará como

$$\overline{f_p^*} = \frac{\overline{f_p}}{1 + 2.5 c_p} \quad (2.1)$$

donde

$\overline{f_p}$  media de la resistencia a compresión de las piezas, referida al área bruta; y

$c_p$  coeficiente de variación de la resistencia a compresión de las piezas.

El valor de  $c_p$  no se tomará menor que 0.20 para piezas provenientes de plantas mecanizadas que evidencien un sistema de control de calidad como el requerido en la norma NMX-C-404-ONNCCE, ni que 0.30 para piezas de fabricación mecanizada, pero que no cuenten con un sistema de control de calidad, ni que 0.35 para piezas de producción artesanal.

El sistema de control de calidad se refiere a los diversos procedimientos documentados de la línea de producción de interés, incluyendo los ensayos rutinarios y sus registros.

## 2.2 Cementantes

### 2.2.1 Cemento hidráulico

En la elaboración del concreto y morteros se empleará cualquier tipo de cemento hidráulico que cumpla con los requisitos especificados en la norma NMX-C-414-ONNCCE. Quedan excluidos de esta Norma los cementos de fraguado rápido.

### 2.2.2 Cemento de albañilería

En la elaboración de morteros se podrá usar cemento de albañilería que cumpla con los requisitos especificados en la norma NMX-C-021-ONNCCE.

### 2.2.3 Cal hidratada

En la elaboración de morteros se podrá usar cal hidratada que cumpla con los requisitos especificados en la norma NMX-C-003-ONNCCE.

## 2.3 Agregados pétreos

Los agregados deben cumplir con las especificaciones de la norma NMX-C-111.

## 2.4 Agua de mezclado

El agua para el mezclado del mortero o del concreto debe cumplir con las especificaciones de la norma NMX-C-122. El agua debe almacenarse en depósitos limpios y cubiertos.

## 2.5 Morteros

### 2.5.1 Resistencia a compresión

La resistencia a compresión del mortero, sea para pegar piezas o de relleno, se determinará de acuerdo con el ensayo especificado en la norma NMX-C-061.

La resistencia a compresión del concreto de relleno se determinará del ensayo de cilindros elaborados, curados y probados de acuerdo con las normas NMX-C-160 y NMX-C-083-ONNCCE.

Para diseño, se empleará un valor de la resistencia,  $f_j^*$ , determinado como el que es alcanzado por lo menos por el 98 por ciento de las muestras. La resistencia de diseño se calculará a partir de muestras del mortero, para pegar piezas o de relleno, o del concreto de relleno por utilizar.

En caso de mortero, se obtendrán al menos tres muestras, cada una de al menos tres probetas cúbicas. Las nueve probetas se ensayarán siguiendo la norma NMX-C-061.

En caso de concreto de relleno, se obtendrán al menos tres probetas cilíndricas. Las probetas se elaborarán, curarán y probarán de acuerdo con las normas NMX-C-160 y NMX-C-083-ONNCCE.

La resistencia de diseño será

$$f_j^* = \frac{\overline{f_j}}{1 + 2.5 c_j} \quad (2.2)$$

donde

$\overline{f_j}$  media de la resistencia a compresión de cubos de mortero o de cilindros de concreto de relleno; y

$c_j$  coeficiente de variación de la resistencia a compresión del mortero o del concreto de relleno, que en ningún caso se tomará menor que 0.2.

### 2.5.2 Mortero para pegar piezas

Los morteros que se empleen en elementos estructurales de mampostería deberán cumplir con los requisitos siguientes:

- Su resistencia a compresión será por lo menos de 40 kg/cm<sup>2</sup> (4 MPa).
- Siempre deberán contener cemento en la cantidad mínima indicada en la tabla 2.2.
- La relación volumétrica entre la arena y la suma de cementantes se encontrará entre 2.25 y 3. El volumen de arena se medirá en estado suelto.
- Se empleará la mínima cantidad de agua que dé como resultado un mortero fácilmente trabajable.

Si el mortero incluye cemento de albañilería, la cantidad máxima de éste, a usar en combinación con cemento, será la indicada en la tabla 2.2.

**Tabla 2.2** *Proporcionamientos, en volumen, recomendados para mortero en elementos estructurales*

Tipo de mortero	Partes de cemento hidráulico	Partes de cemento de albañilería	Partes de cal hidratada	Partes de arena <sup>1</sup>	Resistencia nominal en compresión, $f_j^*$ , kg/cm <sup>2</sup> (MPa)
I	1	—	0 a 1/4	No menos de 2.25 ni más de 3 veces la suma de cementantes en volumen	125 (12.5)
	1	0 a 1/2	—		
II	1	—	1/4 a 1/2		75 (7.5)
	1	1/2 a 1	—		
III	1	—	1/2 a 1 1/4		40 (4)

<sup>1</sup> El volumen de arena se medirá en estado suelto.

### 2.5.3 Morteros y concretos de relleno

Los morteros y concretos de relleno que se emplean en elementos estructurales de mampostería para rellenar celdas de piezas huecas deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Su resistencia a compresión será por lo menos de 125 kg/cm<sup>2</sup> (12.5 MPa).
- El tamaño máximo del agregado no excederá de 10 mm.
- Se empleará la mínima cantidad de agua que permita que la mezcla sea lo suficientemente fluida para rellenar las celdas y cubrir completamente las barras de refuerzo vertical, en el caso de que se cuente con refuerzo interior. Se aceptará el uso de aditivos que mejoren la trabajabilidad.
- En la tabla 2.3 se incluyen revenimientos nominales recomendados para morteros y concretos de relleno según la absorción de las piezas.

**Tabla 2.3** *Revenimiento permisible para los morteros y concretos de relleno, en función de la absorción de la pieza*

Absorción de la pieza, %	Revenimiento nominal <sup>1</sup> , mm
8 a 10	150
10 a 15	175
15 a 20	200

<sup>1</sup> Se aceptan los revenimientos con una tolerancia de  $\pm 25$  mm.

En la tabla 2.4 se muestran las relaciones volumétricas recomendadas entre los distintos componentes.

**Tabla 2.4** *Proporcionamientos, en volumen, recomendados para morteros y concretos de relleno en elementos estructurales*

Tipo	Partes de cemento hidráulico	Partes de cal hidratada	Partes de arena <sup>1</sup>	Partes de grava
Mortero	1	0 a 0.25	2.25 a 3	—
Concreto	1	0 a 0.1	2.25 a 3	1 a 2

<sup>1</sup> El volumen de arena se medirá en estado suelto.

## 2.6 Acero de refuerzo

El refuerzo que se emplee en castillos, dalas, elementos colocados en el interior del muro y/o en el exterior del muro, estará constituido por barras corrugadas, por malla de acero, por alambres corrugados laminados en frío, o por armaduras soldadas por resistencia eléctrica de alambre de acero para castillos y dalas, que cumplan con las Normas Mexicanas correspondientes. Se admitirá el uso de barras lisas, como el alambroón, únicamente en estribos, en mallas de alambre soldado o en conectores. El diámetro mínimo del alambroón para ser usado en estribos es de 5.5 mm. Se podrán utilizar otros tipos de acero siempre y cuando se demuestre a satisfacción de la Administración su eficiencia como refuerzo estructural.

El módulo de elasticidad del acero de refuerzo ordinario,  $E_s$ , se supondrá igual a  $2 \times 10^6$  kg/cm<sup>2</sup> ( $2 \times 10^5$  MPa).

Para diseño se considerará el esfuerzo de fluencia mínimo,  $f_y$ , establecido en las Normas citadas.

## 2.7 Mampostería

### 2.7.1 Resistencia a compresión

La resistencia de diseño a compresión de la mampostería,  $f_m^*$ , sobre área bruta, se determinará con alguno de los tres procedimientos indicados en las secciones 2.7.1.1 a 2.7.1.3. El valor de la resistencia en esta Norma está referido a 28 días. Si se considera que el muro recibirá las acciones de diseño antes de este lapso, se deberá evaluar la resistencia para el tiempo estimado según 2.7.1.1.

#### 2.7.1.1 Ensayes de pilas construidas con las piezas y morteros que se emplearán en la obra

Las pilas (fig. 2.2) estarán formadas por lo menos con tres piezas sobrepuestas. La relación altura a espesor de la pila estará comprendida entre dos y cinco; las pilas se ensayarán a la edad de 28 días. En la elaboración, curado, transporte, almacenamiento, cabeceado y procedimiento de ensaye de los especímenes se seguirá la Norma Mexicana correspondiente.

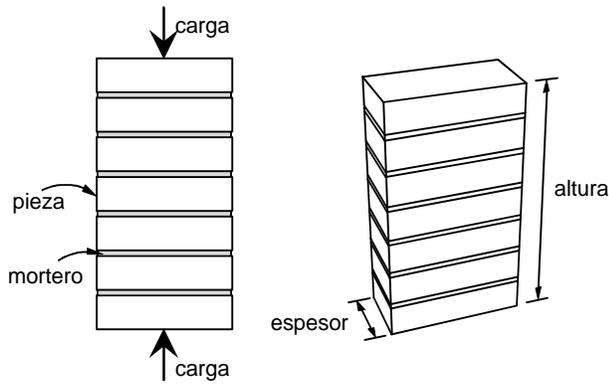


Figura 2.2 Pila para prueba en compresión

La determinación se hará en un mínimo de nueve pilas en total, construidas con piezas provenientes de por lo menos tres lotes diferentes del mismo producto.

El esfuerzo medio obtenido, calculado sobre el área bruta, se corregirá multiplicándolo por los factores de la tabla 2.5.

Tabla 2.5 Factores correctivos para las resistencias de pilas con diferentes relaciones altura a espesor

Relación altura a espesor de la pila <sup>1</sup>	2	3	4	5
Factor correctivo	0.75	0.90	1.00	1.05

<sup>1</sup> Para relaciones altura a espesor intermedias se interpolará linealmente.

La resistencia de diseño a compresión se calculará como

$$f_m^* = \frac{\overline{f_m}}{1 + 2.5 c_m} \quad (2.3)$$

donde

$\overline{f_m}$  media de la resistencia a compresión de las pilas, corregida por su relación altura a espesor y referida al área bruta; y

$c_m$  coeficiente de variación de la resistencia a compresión de las pilas de mampostería, que en ningún caso se tomará inferior a 0.15.

2.7.1.2 A partir de la resistencia de diseño de las piezas y el mortero

Las piezas y el mortero deben cumplir con los requisitos de calidad especificados en las secciones 2.1 y 2.5, respectivamente.

- a) Para bloques y tabiques de concreto con relación altura a espesor no menor que 0.5, y con  $f_p^* \geq 100$  kg/cm<sup>2</sup> (10

MPa), la resistencia de diseño a compresión podrá ser la que indica la tabla 2.6.

Tabla 2.6 Resistencia de diseño a compresión de la mampostería de piezas de concreto ( $f_m^*$ , sobre área bruta)

$f_p^*$ , kg/cm <sup>2</sup> (MPa) <sup>1</sup>	$f_m^*$ , kg/cm <sup>2</sup> (MPa)		
	Mortero I	Mortero II	Mortero III
100 (10)	50 (5)	45 (4.5)	40 (4)
150 (15)	75 (7.5)	60 (6)	60 (6)
200 (20)	100 (10)	90 (9)	80 (8)

<sup>1</sup> Para valores intermedios se interpolará linealmente.

Los valores  $f_m^*$  de esta tabla son válidos para piezas que cumplen con la resistencia  $f_p^*$  señalada en ella y con la sección 2.1, y para mampostería con espesores de junta horizontal comprendidos entre 10 y 12 mm si las piezas son de fabricación mecanizada, o de 15 mm si son de fabricación artesanal. Para otros casos se deberá determinar la resistencia de acuerdo con la sección 2.7.1.1.

- b) Para piezas de barro con relación altura a espesor no menor que 0.5, la resistencia de diseño a compresión podrá ser la que se obtiene de la tabla 2.7.

Tabla 2.7 Resistencia de diseño a compresión de la mampostería de piezas de barro ( $f_m^*$ , sobre área bruta)

$f_p^*$ , kg/cm <sup>2</sup> (MPa) <sup>1</sup>	$f_m^*$ , kg/cm <sup>2</sup> (MPa)		
	Mortero I	Mortero II	Mortero III
60 (6)	20 (2)	20 (2)	20 (2)
75 (7.5)	30 (3)	30 (3)	25 (2.5)
100 (10)	40 (4)	40 (4)	30 (3)
150 (15)	60 (6)	60 (6)	40 (4)
200 (20)	80 (8)	70 (7)	50 (5)
300 (30)	120 (12)	90 (9)	70 (7)
400 (40)	140 (14)	110 (11)	90 (9)
500 (50)	160 (16)	130 (13)	110 (11)

<sup>1</sup> Para valores intermedios se interpolará linealmente.

Los valores  $f_m^*$  de esta tabla son válidos para piezas que cumplen con la resistencia  $f_p^*$  señalada en ella y con la sección 2.1, y para mampostería con espesores de junta horizontal comprendidos entre 10 y 12 mm si las piezas son de fabricación mecanizada, o de 15 mm si son de fabricación artesanal. Para otros casos se deberá determinar la resistencia de acuerdo con la sección 2.7.1.1.

### 2.7.1.3 Valores indicativos

Si no se realizan determinaciones experimentales podrán emplearse los valores de  $f_m^*$  que, para distintos tipos de piezas y morteros, se presentan en la tabla 2.8.

**Tabla 2.8 Resistencia de diseño a compresión de la mampostería,  $f_m^*$ , para algunos tipos de piezas, sobre área bruta**

Tipo de pieza	$f_m^*$ , kg/cm <sup>2</sup> (MPa)		
	Mortero I	Mortero II	Mortero III
Tabique de barro recocido ( $f_p^* \geq 60$ kg/cm <sup>2</sup> , 6 MPa)	15 (1.5)	15 (1.5)	15 (1.5)
Tabique de barro con huecos verticales ( $f_p^* \geq 120$ kg/cm <sup>2</sup> , 12 MPa)	40 (4)	40 (4)	30 (3)
Bloque de concreto (pesado <sup>1</sup> ) ( $f_p^* \geq 100$ kg/cm <sup>2</sup> , 10 MPa)	20 (2)	15 (1.5)	15 (1.5)
Tabique de concreto (tabicón) ( $f_p^* \geq 100$ kg/cm <sup>2</sup> , 10 MPa)	20 (2)	15 (1.5)	15 (1.5)

<sup>1</sup> Con peso volumétrico neto, en estado seco, no menor que 2000 kg/m<sup>3</sup> (20 kN/m<sup>3</sup>).

Los valores  $f_m^*$  de esta tabla son válidos para piezas que cumplen con la resistencia  $f_p^*$  señalada en ella y con la sección 2.1, y para mampostería con espesores de junta horizontal comprendidos entre 10 y 12 mm si las piezas son de fabricación mecanizada, o de 15 mm si son de fabricación artesanal. Para otros casos se deberá determinar la resistencia de acuerdo con la sección 2.7.1.1.

### 2.7.2 Resistencia a compresión diagonal

La resistencia de diseño a compresión diagonal de la mampostería,  $v_m^*$ , sobre área bruta de la diagonal, se determinará con alguno de los dos procedimientos indicados en las secciones 2.7.2.1 y 2.7.2.2. El valor de la resistencia en esta Norma está referido a 28 días. Si se considera que el muro recibirá las acciones de diseño +antes de este lapso, se deberá evaluar la resistencia para el tiempo estimado según 2.7.2.1.

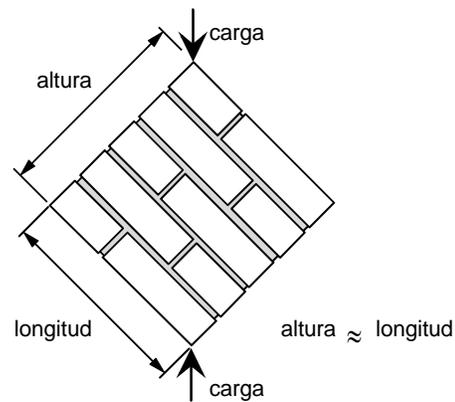
#### 2.7.2.1 Ensayes de muretes construidos con las piezas y morteros que se emplearán en la obra

Los muretes (fig. 2.3) tendrán una longitud de al menos una vez y media la longitud de la pieza y el número de hiladas necesario para que la altura sea aproximadamente igual a la

longitud. Los muretes se ensayarán sometiéndolos a una carga de compresión monótona a lo largo de su diagonal y el esfuerzo cortante medio se determinará dividiendo la carga máxima entre el área bruta del murete medida sobre la misma diagonal.

Los muretes se ensayarán a la edad de 28 días. En la elaboración, curado, transporte, almacenamiento, cabeceado y procedimiento de ensaye de los especímenes se seguirá la Norma Mexicana correspondiente.

La determinación se hará sobre un mínimo de nueve muretes construidos con piezas provenientes de por lo menos tres lotes diferentes.



**Figura 2.3 Murete para prueba en compresión diagonal**

La resistencia de diseño a compresión diagonal,  $v_m^*$ , será igual a

$$v_m^* = \frac{\bar{v}_m}{1 + 2.5 c_v} \quad (2.4)$$

donde

$\bar{v}_m$  media de la resistencia a compresión diagonal de muretes, sobre área bruta medida a lo largo de la diagonal paralela a la carga; y

$c_v$  coeficiente de variación de la resistencia a compresión diagonal de muretes, que en ningún caso se tomará inferior a 0.20.

Para muros que dispongan de algún sistema de refuerzo cuya contribución a la resistencia se quiera evaluar o que tengan características que no pueden representarse en el tamaño del murete, las pruebas de compresión diagonal antes descritas deberán realizarse en muros de al menos 2 m de lado.

### 2.7.2.2 Valores indicativos

Si no se realizan ensayos de muretes, la resistencia de diseño a compresión diagonal será la que indica la tabla 2.9. Las piezas huecas referidas en la tabla deben cumplir con lo dispuesto en la sección 2.1.1.

**Tabla 2.9 Resistencia de diseño a compresión diagonal para algunos tipos de mampostería, sobre área bruta**

Pieza	Tipo de mortero	$v_m^{*1}$ , kg/cm <sup>2</sup> (MPa)
Tabique de barro recocido ( $f_p^* \geq 60$ kg/cm <sup>2</sup> , 6 MPa)	I	3.5 (0.35)
	II y III	3 (0.3)
Tabique de barro con huecos verticales ( $f_p^* \geq 120$ kg/cm <sup>2</sup> , 12 MPa)	I	3 (0.3)
	II y III	2 (0.2)
Bloque de concreto (pesado <sup>2</sup> ) ( $f_p^* \geq 100$ kg/cm <sup>2</sup> , 10 MPa)	I	3.5 (0.35)
	II y III	2.5 (0.25)
Tabique de concreto (tabicón) ( $f_p^* \geq 100$ kg/cm <sup>2</sup> , 10 MPa)	I	3 (0.3)
	II y III	2 (0.2)

<sup>1</sup> Cuando el valor de la tabla sea mayor que  $0.8\sqrt{f_m^*}$ , en kg/cm<sup>2</sup> ( $0.25\sqrt{f_m^*}$ , en MPa) se tomará este último valor como  $v_m^*$ .

<sup>2</sup> Con peso volumétrico neto, en estado seco, no menor que 2000 kg/m<sup>3</sup> (20 kN/m<sup>3</sup>).

Los valores  $v_m^*$  de esta tabla son válidos para piezas que cumplen con la resistencia  $f_p^*$  señalada en ella y con la sección 2.1, y para mampostería con espesores de junta horizontal comprendidos entre 10 y 12 mm. Para otros casos se deberá determinar la resistencia de acuerdo con la sección 2.7.2.1.

### 2.7.3 Resistencia al aplastamiento

Cuando una carga concentrada se transmite directamente a la mampostería, el esfuerzo de contacto no excederá de  $0.6f_m^*$ .

### 2.7.4 Resistencia a tensión

Se considerará que es nula la resistencia de la mampostería a esfuerzos de tensión perpendiculares a las juntas. Cuando se requiera esta resistencia deberá proporcionarse el acero de refuerzo necesario.

### 2.7.5 Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad de la mampostería,  $E_m$ , se determinará con alguno de los procedimientos indicados en las secciones 2.7.5.1 y 2.7.5.2.

#### 2.7.5.1 Ensayes de pilas construidas con las piezas y morteros que se emplearán en la obra

Se ensayarán pilas del tipo, a la edad y en la cantidad indicados en la sección 2.7.1.1. El módulo de elasticidad para cargas de corta duración se determinará según lo especificado en la Norma Mexicana correspondiente.

Para obtener el módulo de elasticidad para cargas sostenidas se deberán considerar las deformaciones diferidas debidas al flujo plástico de las piezas y el mortero. Optativamente, el módulo de elasticidad para cargas de corta duración obtenida del ensaye de pilas se podrá dividir entre 2.3 si se trata de piezas de concreto, o entre 1.7 si se trata de piezas de barro o de otro material diferente del concreto.

#### 2.7.5.2 Determinación a partir de la resistencia de diseño a compresión de la mampostería

a) Para mampostería de tabiques y bloques de concreto:

$$E_m = 800 f_m^* \text{ para cargas de corta duración} \quad (2.5)$$

$$E_m = 350 f_m^* \text{ para cargas sostenidas} \quad (2.6)$$

b) Para mampostería de tabique de barro y otras piezas, excepto las de concreto:

$$E_m = 600 f_m^* \text{ para cargas de corta duración} \quad (2.7)$$

$$E_m = 350 f_m^* \text{ para cargas sostenidas} \quad (2.8)$$

### 2.7.6 Módulo de cortante

El módulo de cortante de la mampostería,  $G_m$ , se determinará con alguno de los procedimientos indicados en las secciones 2.7.6.1 y 2.7.6.2. Se aplicará la sección 2.7.6.2 si el módulo de elasticidad se determinó según la sección 2.7.5.2.

#### 2.7.6.1 Ensayes de muretes construidos con las piezas y morteros que se emplearán en la obra

Se ensayarán muretes del tipo, a la edad y en la cantidad señalados en la sección 2.7.2.1. El módulo de cortante se determinará según lo especificado en la Norma Mexicana correspondiente.

### 2.7.6.2 Determinación a partir del módulo de elasticidad de la mampostería

Si se opta por usar la sección 2.7.5.2 para determinar el módulo de elasticidad de la mampostería, el módulo de cortante de la mampostería se puede tomar como

$$G_m = 0.4 E_m \quad (2.9)$$

## 3. ESPECIFICACIONES GENERALES DE ANÁLISIS Y DISEÑO

### 3.1 Criterios de diseño

El dimensionamiento y detallado de elementos estructurales se hará de acuerdo con los criterios relativos a los estados límite de falla y de servicio establecidos en el Título VI del Reglamento y en estas Normas, o por algún procedimiento optativo que cumpla con los requisitos del Título VI. Adicionalmente, se diseñarán las estructuras por durabilidad.

Las fuerzas y momentos internos producidos por las acciones a que están sujetas las estructuras se determinarán de acuerdo con los criterios prescritos en la sección 3.2.

#### 3.1.1 Estado límite de falla

Según el criterio de estado límite de falla, las estructuras y elementos estructurales deben dimensionarse y detallarse de modo que la resistencia de diseño en cualquier sección sea al menos igual al valor de diseño de la fuerza o momento internos.

Las resistencias de diseño deben incluir el correspondiente factor de resistencia,  $F_R$ , prescrito en la sección 3.1.4.

Las fuerzas y momentos internos de diseño se obtienen multiplicando por el correspondiente factor de carga, los valores de dichas fuerzas y momentos internos calculados bajo las acciones especificadas en el Título VI del Reglamento y en las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones.

#### 3.1.2 Estado límite de servicio

Se comprobará que las respuestas de la estructura (asentamientos, deformación, agrietamiento, vibraciones, etc.) queden limitadas a valores tales que el funcionamiento en condiciones de servicio sea satisfactorio.

### 3.1.3 Diseño por durabilidad

Se diseñarán y detallarán las estructuras por durabilidad para que la expectativa de vida útil sea de 50 años.

Los requisitos mínimos establecidos en estas Normas son válidos para elementos expuestos a ambientes no agresivos, tanto interior como exteriormente, y que corresponden a una clasificación de exposición  $A_1$  y  $A_2$ , según las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.

Si el elemento estará expuesto a ambientes más agresivos, se deberán aplicar los criterios de diseño por durabilidad de estructuras de concreto.

#### 3.1.4 Factores de resistencia

Las resistencias deberán reducirse por un factor de resistencia  $F_R$ . Se acepta aplicar estos valores en aquellas modalidades constructivas y de refuerzo cuyo comportamiento experimental ha sido evaluado y satisface el Apéndice Normativo A. Los valores del factor de resistencia serán los siguientes.

##### 3.1.4.1 En muros sujetos a compresión axial

$F_R = 0.6$  para muros confinados (Cap. 5) o reforzados interiormente (Cap. 6)

$F_R = 0.3$  para muros no confinados ni reforzados interiormente (Cap. 7)

##### 3.1.4.2 En muros sujetos a flexocompresión en su plano o a flexocompresión fuera de su plano

$F_R = 0.8$  si  $P_u \leq \frac{P_R}{3}$

$F_R = 0.6$  si  $P_u > \frac{P_R}{3}$

##### 3.1.4.3 En muros sujetos a fuerza cortante

$F_R = 0.7$  para muros diafragma (Cap. 4), muros confinados (Cap. 5) y muros con refuerzo interior (Cap. 6)

$F_R = 0.4$  para muros no confinados ni reforzados interiormente (Cap. 7)

#### 3.1.5 Contribución del refuerzo a la resistencia a cargas verticales

La contribución a la resistencia a carga vertical de castillos y dalas (Cap. 5) o del refuerzo interior (Cap. 6) se considerará según las secciones 5.3.1 y 6.3.1 de estas Normas, a menos

que mediante ensayos a escala natural se haya demostrado que se justifica un incremento mayor en la resistencia debido a dicho refuerzo.

### 3.1.6 Hipótesis para la obtención de resistencias de diseño a flexión

La determinación de resistencias de secciones de cualquier forma sujetas a flexión, carga axial o una combinación de ambas, se efectuará con el criterio de resistencia a flexocompresión que se especifica para concreto reforzado, y con base en las hipótesis siguientes:

- La mampostería se comporta como un material homogéneo.
- La distribución de deformaciones unitarias longitudinales en la sección transversal de un elemento es plana.
- Los esfuerzos de tensión son resistidos por el acero de refuerzo únicamente.
- Existe adherencia perfecta entre el acero de refuerzo vertical y el concreto o mortero de relleno que lo rodea.
- La sección falla cuando se alcanza, en la mampostería, la deformación unitaria máxima a compresión que se tomará igual a 0.003.
- A menos que ensayos en pilas permitan obtener una mejor determinación de la curva esfuerzo-deformación de la mampostería, ésta se supondrá lineal hasta la falla.

En muros con piezas huecas en los que no todas las celdas estén rellenas con mortero o concreto, se considerará el valor de  $f_m^*$  de las piezas huecas sin relleno en la zona a compresión.

Muros sometidos a momentos flexionantes, perpendiculares a su plano podrán ser confinados o bien reforzados interiormente. En este último caso podrá determinarse la resistencia a flexocompresión tomando en cuenta el refuerzo vertical del muro, cuando la separación de éste no exceda de seis veces el espesor del muro,  $t$ .

### 3.1.7 Resistencia de la mampostería a cargas laterales

La fuerza cortante que toma la mampostería, según las modalidades descritas en los Capítulos 4 a 7, se basa en el esfuerzo cortante resistente de diseño que, en esta Norma, se toma igual a la resistencia a compresión diagonal,  $v_m^*$ .

## 3.2 Métodos de análisis

### 3.2.1 Criterio general

La determinación de las fuerzas y momentos internos en los muros se hará, en general, por medio de un análisis elástico de primer orden. En la determinación de las propiedades

elásticas de los muros deberá considerarse que la mampostería no resiste tensiones en dirección normal a las juntas y emplear, por tanto, las propiedades de las secciones agrietadas y transformadas cuando dichas tensiones aparezcan.

Los módulos de elasticidad del acero de refuerzo y de la mampostería, así como el módulo de cortante de la mampostería, se tomarán como se indica en las secciones 2.6, 2.7.5 y 2.7.6, respectivamente. Para el concreto se usará el valor supuesto en la sección 1.4.1 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.

### 3.2.2 Análisis por cargas verticales

#### 3.2.2.1 Criterio básico

Para el análisis por cargas verticales se tomará en cuenta que en las juntas de los muros y los elementos de piso ocurren rotaciones locales debidas al aplastamiento del mortero. Por tanto, para muros que soportan losas de concreto monolíticas o prefabricadas, se supone que la junta tiene suficiente capacidad de rotación para que pueda considerarse que, para efectos de distribución de momentos en el nudo muro-losa, la rigidez de los muros es nula y que los muros sólo quedan cargados axialmente.

En el análisis se deberá considerar la interacción que pueda existir entre el suelo, la cimentación y los muros.

#### 3.2.2.2 Fuerzas y momentos de diseño

Será admisible determinar las cargas verticales que actúan sobre cada muro mediante una bajada de cargas por áreas tributarias.

Para el diseño sólo se tomarán en cuenta los momentos flexionantes siguientes:

- Los momentos flexionantes que deben ser resistidos por condiciones de estática y que no pueden ser redistribuidos por la rotación del nudo, como son los debidos a un voladizo que se empote en el muro y los debidos a empujes, de viento o sismo, normales al plano del muro.
- Los momentos flexionantes debidos a la excentricidad con que se transmite la carga de la losa del piso inmediatamente superior en muros extremos; tal excentricidad,  $e_c$ , se tomará igual a

$$e_c = \frac{t}{2} - \frac{b}{3} \quad (3.1)$$

donde  $t$  es el espesor del muro y  $b$  es longitud de apoyo de una losa soportada por el muro (fig. 3.1).

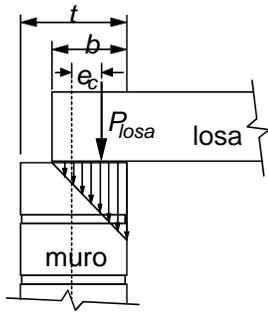


Figura 3.1 Excentricidad de la carga vertical

### 3.2.2.3 Factor de reducción por los efectos de excentricidad y esbeltez

Se podrán tomar en cuenta mediante los valores aproximados del factor de reducción  $F_E$ .

- a) Se podrá tomar  $F_E$  igual a 0.7 para muros interiores que soporten claros que no difieren en más de 50 por ciento. Se podrá tomar  $F_E$  igual a 0.6 para muros extremos o con claros que difieran en más de 50 por ciento así como para casos en que la relación entre cargas vivas y cargas muertas de diseño excede de uno. Para ambos casos, se deberá cumplir simultáneamente que:

- 1) Las deformaciones de los extremos superior e inferior del muro en la dirección normal a su plano están restringidas por el sistema de piso, por dadas o por otros elementos;
- 2) La excentricidad en la carga axial aplicada es menor que  $t/12$  y no hay fuerzas significativas que actúan en dirección normal al plano del muro; y
- 3) La relación altura libre a espesor del muro,  $H/t$ , no excede de 20.

- b) Cuando no se cumplan las condiciones del inciso 3.2.2.3.a, el factor de reducción por excentricidad y esbeltez se determinará como el menor entre el que se especifica en el inciso 3.2.2.3.a, y el que se obtiene con la ecuación siguiente

$$F_E = \left(1 - \frac{2e'}{t}\right) \left[1 - \left(\frac{kH}{30t}\right)^2\right] \quad (3.2)$$

donde

$H$  altura libre de un muro entre elementos capaces de darle apoyo lateral;

$e'$  excentricidad calculada para la carga vertical más una excentricidad accidental que se tomará igual a  $t/24$ ; y

$k$  factor de altura efectiva del muro que se determinará según el criterio siguiente:

- $k = 2$  para muros sin restricción al desplazamiento lateral en su extremo superior;
- $k = 1$  para muros extremos en que se apoyan losas; y
- $k = 0.8$  para muros limitados por dos losas continuas a ambos lados del muro.

### 3.2.2.4 Efecto de las restricciones a las deformaciones laterales

En casos en que el muro en consideración esté ligado a muros transversales, a contrafuertes, a columnas o castillos que restrinjan su deformación lateral, el factor  $F_E$  se calculará como

$$F_E = \left(1 - \frac{2e'}{t}\right) \left[1 - \left(\frac{kH}{30t}\right)^2\right] \left(1 - \frac{H}{L'}\right) + \frac{H}{L'} \leq 0.9 \quad (3.3)$$

donde  $L'$  es la separación de los elementos rigidizantes transversales al muro (fig.3.2).

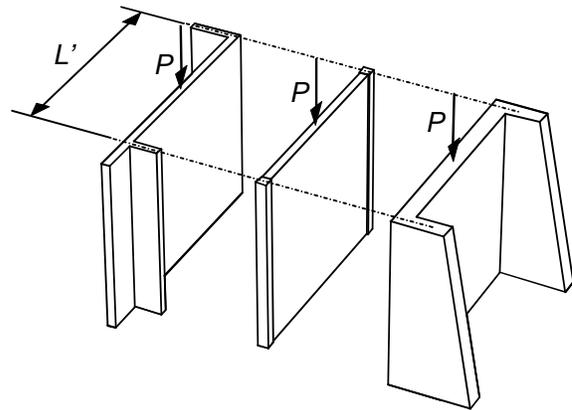


Figura 3.2 Restricción a la deformación lateral

### 3.2.3 Análisis por cargas laterales

#### 3.2.3.1 Criterio básico

Para determinar las fuerzas y momentos internos que actúan en los muros, las estructuras de mampostería se podrán analizar mediante métodos dinámicos o estáticos (sección 3.2.3.2), o bien empleando el método simplificado de

análisis descrito en la sección 3.2.3.3. Se deberá considerar el efecto de aberturas en la rigidez y resistencia laterales.

3.2.3.2 Métodos de análisis dinámico y estático

Se aceptará el análisis mediante métodos dinámicos o estáticos que cumplan con el Capítulo 2 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo.

La determinación de los efectos de las cargas laterales inducidas por sismo se hará con base en las rigideces relativas de los distintos muros y segmentos de muro. Estas se determinarán tomando en cuenta las deformaciones por cortante y por flexión. Para la revisión del estado límite de falla y para evaluar las deformaciones por cortante, será válido considerar la sección transversal agrietada en aquellos muros o segmentos más demandados. Para evaluar las deformaciones por flexión se considerará la sección transversal agrietada del muro o segmento cuando la relación de carga vertical a momento flexionante es tal que se presentan tensiones verticales.

Se tomará en cuenta la restricción que impone a la rotación de los muros, la rigidez de los sistemas de piso y techo, así como la de los dinteles y pretilos.

En estructuras de mampostería confinada o reforzada interiormente, los muros y segmentos sin aberturas se pueden modelar como columnas anchas (fig. 3.3), con momentos de inercia y áreas de cortante iguales a las del muro o segmento real. En muros largos, como aquellos con castillos intermedios, se deberá evaluar el comportamiento esperado para decidir si, para fines de análisis, el muro se divide en segmentos a cada uno de los cuales se les asignará el momento de inercia y el área de cortante correspondiente.

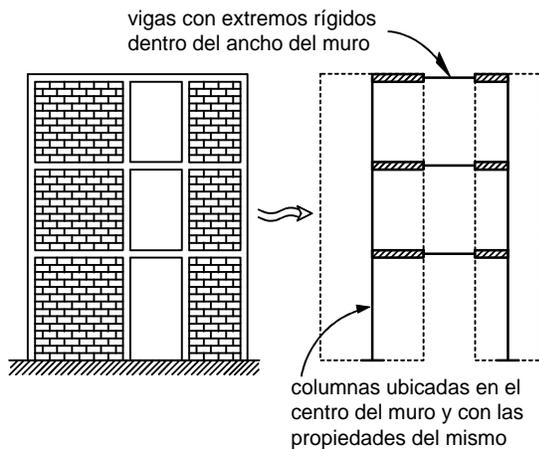


Figura 3.3 Modelo de columna ancha

Las columnas anchas estarán acopladas por vigas con el momento de inercia de la losa en un ancho equivalente, al

cual deberá sumarse el momento de inercia de dinteles y pretilos.

En los análisis se usarán los módulos de elasticidad y de cortante de la mampostería,  $E_m$  y  $G_m$ , con valores para cargas de corta duración (secciones 2.7.5 y 2.7.6). Los valores deberán reflejar las rigideces axiales y de cortante que se espera obtener de la mampostería en obra. Los valores usados en el análisis deberán indicarse en los planos (sección 9.1).

Para estimar la rigidez a flexión en losas, con o sin pretilos, se considerará un ancho de cuatro veces el espesor de la losa a cada lado de la trabe o dala, o de tres veces el espesor de la losa cuando no se tiene trabe o dala (fig. 3.4).

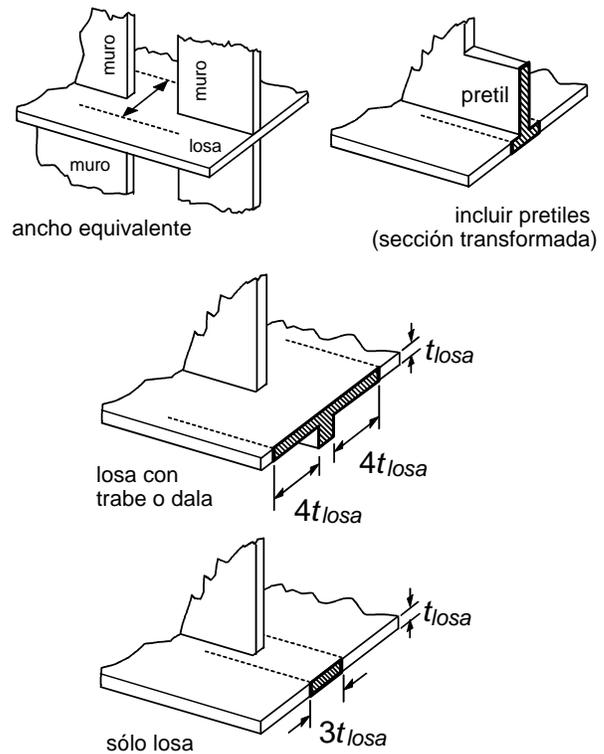


Figura 3.4 Ancho equivalente en losas

En los análisis a base de marcos planos, para estimar la rigidez a flexión de muros con patines, se considerará un ancho del patín a compresión a cada lado del alma que no exceda de seis veces el espesor del patín (fig. 3.5).

Para el caso de muros que contengan aberturas, éstos podrán modelarse como columnas anchas equivalentes, solamente si el patrón de aberturas es regular en elevación (fig. 3.3), en cuyo caso los segmentos sólidos del muro se modelarán como columnas anchas y éstas se acoplarán por vigas

conforme se establece en el párrafo anterior. Si la distribución de aberturas es irregular o compleja en elevación, deberán emplearse métodos más refinados para el modelado de dichos muros. Se admite usar el método de elementos finitos, el método de puntales y tensores u otros procedimientos analíticos similares que permitan modelar adecuadamente la distribución de las aberturas en los muros y su impacto en las rigideces, deformaciones y distribuciones de esfuerzos a lo largo y alto de los muros.

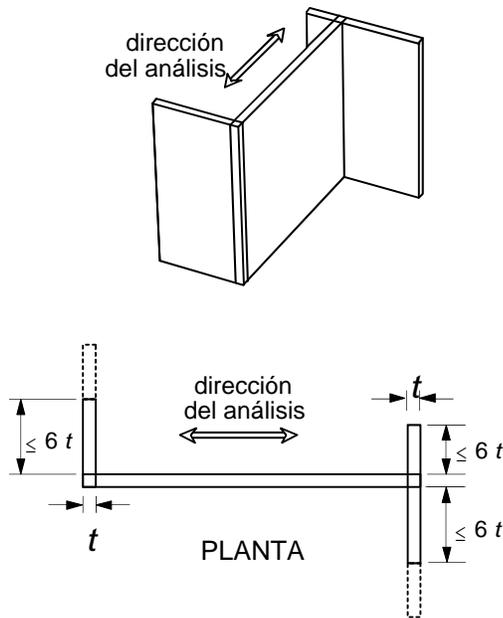


Figura 3.5 Ancho del patín a compresión en muros I, T, C o L

Los muros diafragma se podrán modelar como diagonales equivalentes o como paneles unidos en las esquinas con las vigas y columnas del marco perimetral.

Si se usan muros de mampostería y de concreto se deberán considerar las diferencias entre las propiedades mecánicas de ambos materiales.

Si se usa el cuerpo principal de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo, las distorsiones laterales permisibles que se usarán en la revisión de los desplazamientos laterales serán las indicadas a continuación:

- 0.006 en muros diafragma.
- 0.0035 en muros de carga de mampostería confinada de piezas macizas con refuerzo horizontal o mallas (Cap. 5).
- 0.0025 en muros de carga de:
  - a) mampostería confinada de piezas macizas (Cap. 5);

- b) mampostería de piezas huecas confinada y reforzada horizontalmente (Cap. 5); o
- c) mampostería de piezas huecas confinada y reforzada con malla (Cap. 5).

0.002 en muros de carga de mampostería de piezas huecas con refuerzo interior (Cap. 6).

0.0015 en muros de carga de mampostería que no cumplan las especificaciones para mampostería confinada ni para mampostería reforzada interiormente (Cap. 7).

### 3.2.3.3 Método simplificado

Será admisible considerar que la fuerza cortante que toma cada muro o segmento es proporcional a su área transversal, ignorar los efectos de torsión y de momento de volteo, y emplear el método simplificado de diseño sísmico especificado en el Capítulo 7 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo, cuando se cumplan los requisitos especificados en el Capítulo 2 de las Normas citadas y que son los siguientes:

- a) En cada planta, al menos 75 por ciento de las cargas verticales están soportadas por muros ligados entre sí mediante losas monolíticas u otros sistemas de piso suficientemente resistentes y rígidos al corte. Dichos muros tendrán distribución sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales. Para ello, la excentricidad torsional calculada estáticamente,  $e_s$ , no excederá del diez por ciento de la dimensión en planta del entrepiso medida paralelamente a dicha excentricidad,  $B$ . La excentricidad torsional  $e_s$  podrá estimarse como el cociente del valor absoluto de la suma algebraica del momento de las áreas efectivas de los muros, con respecto al centro de cortante del entrepiso, entre el área efectiva total de los muros orientados en la dirección de análisis (fig. 3.6). El área efectiva es el producto del área bruta de la sección transversal del muro,  $A_T$ , y el factor  $F_{AE}$ , que está dado por

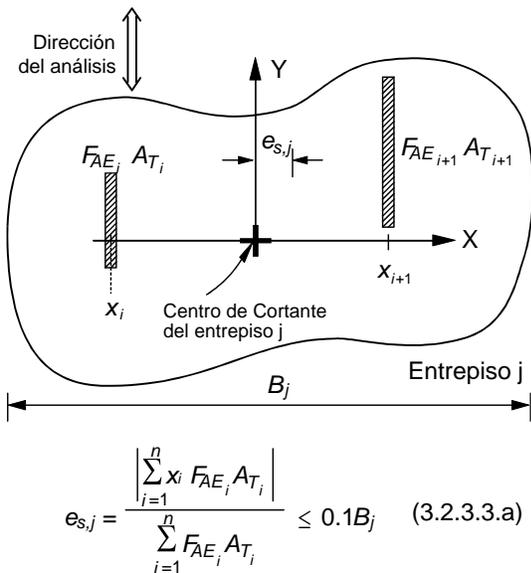
$$F_{AE} = 1, \quad \text{si } \frac{H}{L} \leq 1.33$$

$$F_{AE} = \left(1.33 \frac{L}{H}\right)^2, \quad \text{si } \frac{H}{L} > 1.33 \quad (3.4)$$

donde  $H$  es la altura libre del muro y  $L$  es la longitud efectiva del muro.

- b) La relación entre longitud y ancho de la planta del edificio no excede de 2 a menos que, para fines de análisis sísmico, se pueda suponer dividida dicha planta en tramos independientes cuya relación longitud a ancho satisfaga esta restricción y las que se fijan en el inciso anterior, y cada tramo se revise en forma independiente en su resistencia a efectos sísmicos.

- c) La relación entre la altura y la dimensión mínima de la base del edificio no excede de 1.5 y la altura del edificio no es mayor de 13 m.



**Figura 3.6** Requisito para considerar distribución simétrica de muros en una dirección

### 3.2.4 Análisis por temperatura

Cuando por el diferencial de temperaturas así se requiera, o cuando la estructura tenga una longitud mayor de 40 m, será necesario considerar los efectos de la temperatura en las deformaciones y elementos mecánicos. Se deberá poner especial cuidado al evaluar los efectos en función de las características mecánicas de la mampostería.

## 3.3 Detallado del refuerzo

### 3.3.1 General

Los planos de construcción deberán tener figuras o notas con los detalles del refuerzo (sección 9.1). Toda barra de refuerzo deberá estar rodeada en toda su longitud por mortero, concreto o mortero de relleno, con excepción de las barras de refuerzo horizontal que estén ancladas según la sección 3.3.6.4.

### 3.3.2 Tamaño del acero de refuerzo

#### 3.3.2.1 Diámetro del acero de refuerzo longitudinal

El diámetro de la barra más gruesa no deberá exceder de la mitad de la menor dimensión libre de una celda. En castillos y dalas, el diámetro de la barra más gruesa no deberá exceder de un sexto de la menor dimensión (fig. 3.7).

#### 3.3.2.2 Diámetro del acero de refuerzo horizontal

El diámetro del refuerzo horizontal no será menor que 3.5 mm ni mayor que tres cuartas partes del espesor de la junta (ver sección 9.2.2.1) (fig. 3.7).

### 3.3.3 Colocación y separación del acero de refuerzo longitudinal

#### 3.3.3.1 Distancia libre entre barras

La distancia libre entre barras paralelas, empalmes de barras, o entre barras y empalmes, no será menor que el diámetro nominal de la barra más gruesa, ni que 25 mm (fig. 3.7).

#### 3.3.3.2 Paquetes de barras

Se aceptarán paquetes de dos barras como máximo.

#### 3.3.3.3 Espesor de mortero de relleno y refuerzo

El espesor del concreto o mortero de relleno, entre las barras o empalmes y la pared de la pieza será al menos de 6 mm (fig. 3.7).

### 3.3.4 Protección del acero de refuerzo

#### 3.3.4.1 Recubrimiento en castillos exteriores y dalas

En muros confinados con castillos exteriores, las barras de refuerzo longitudinal de castillos y dalas deberán tener un recubrimiento mínimo de concreto de 20 mm (fig. 3.7).

#### 3.3.4.2 Recubrimiento en castillos interiores y en muros con refuerzo interior

Si la cara del muro está expuesta a tierra, el recubrimiento será de 35 mm para barras no mayores del No. 5 (15.9 mm de diámetro) o de 50 mm para barras más gruesas (fig. 3.7).

#### 3.3.4.3 Recubrimiento de refuerzo horizontal

La distancia libre mínima entre una barra de refuerzo horizontal o malla de alambre soldado y el exterior del muro será la menor de 10 mm o una vez el diámetro de la barra (fig. 3.7).

### 3.3.5 Dobleces del refuerzo

El radio interior de un doblez será el especificado para concreto reforzado.

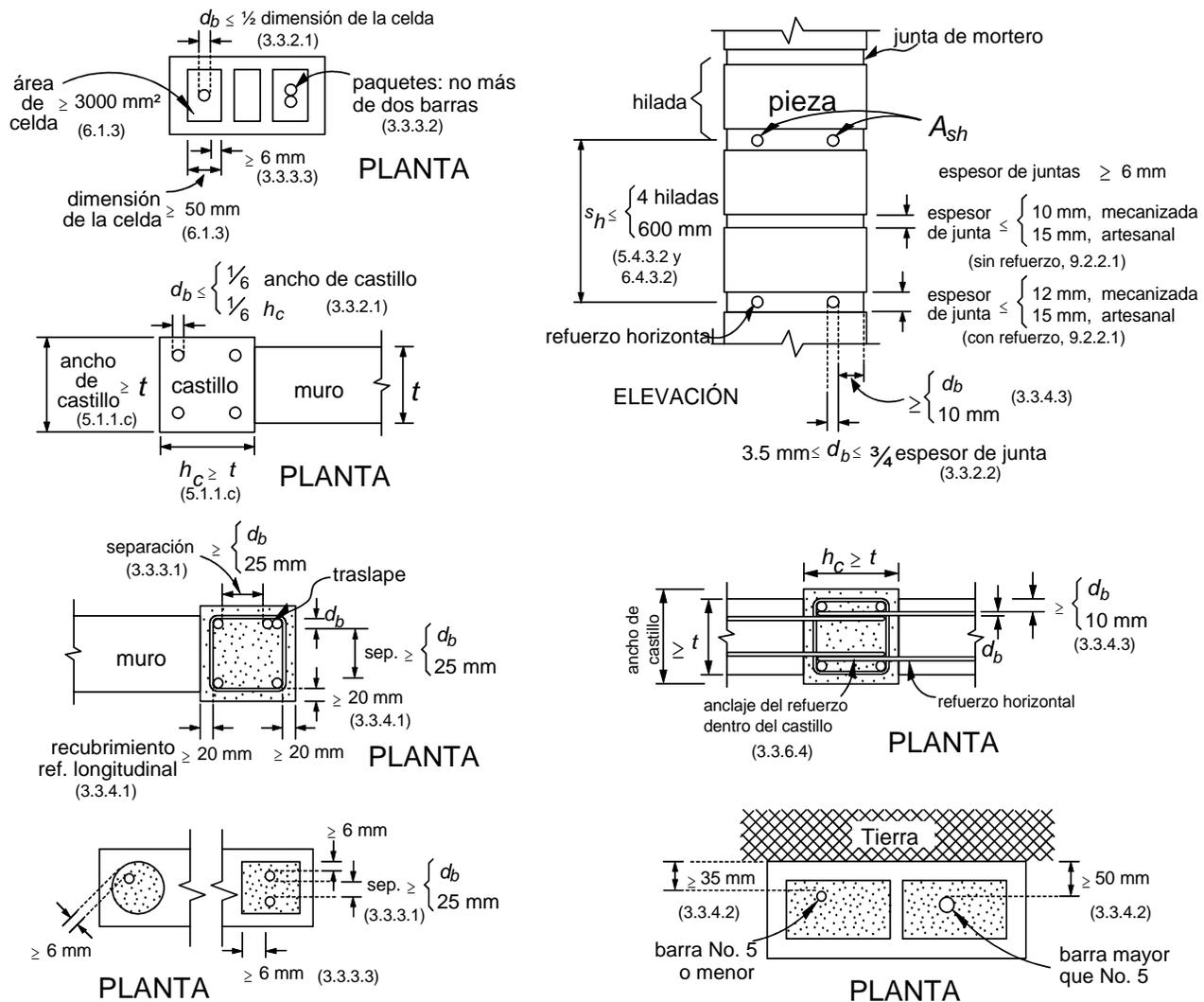


Figura 3.7 Tamaño, colocación y protección del refuerzo

3.3.5.1 En barras rectas

Las barras a tensión podrán terminar con un doblé a 90 ó 180 grados. El tramo recto después del doblé no será menor que  $12 d_b$  para doblés a 90 grados, ni menor que  $4 d_b$  para doblés a 180 grados, donde  $d_b$  es el diámetro de la barra (fig. 3.8).

3.3.5.2 En estribos

Los estribos deberán ser cerrados, de una pieza, y deben rematar en una esquina con doblés de 135 grados, seguidos de tramos rectos de no menos de  $6 d_b$  de largo ni de 35 mm (fig. 3.8).

3.3.5.3 En grapas

Las grapas deberán rematarse con doblés a 180 grados, seguidos de tramos rectos de no menos de  $6 d_b$  de largo ni de 35 mm (fig. 3.8).

3.3.6 Anclaje

3.3.6.1 Requisitos generales

La fuerza de tensión o compresión que actúa en el acero de refuerzo en toda sección debe desarrollarse a cada lado de la sección considerada por medio de adherencia en una longitud suficiente de barra.

En lo general, se aplicará lo dispuesto en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.

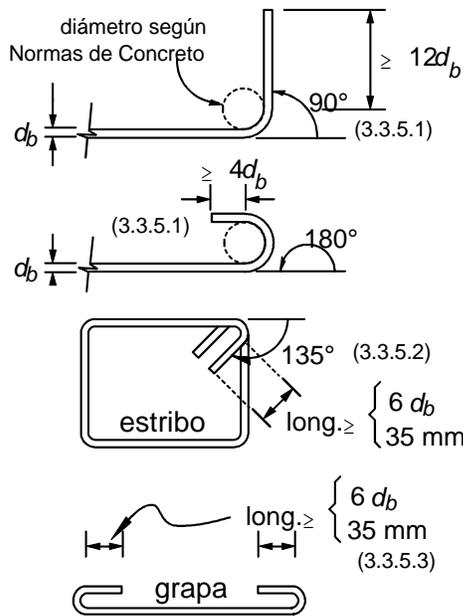


Figura 3.8 Dobles del refuerzo

3.3.6.2 Barras rectas a tensión

La longitud de desarrollo,  $L_d$ , en la cual se considera que una barra de tensión se ancla de modo que alcance su esfuerzo especificado de fluencia, será la requerida para concreto reforzado.

3.3.6.3 Barras a tensión con dobles a 90 ó 180 grados

La revisión del anclaje de barras a tensión con dobles a 90 ó 180 grados se hará siguiendo lo indicado para concreto reforzado.

3.3.6.4 Refuerzo horizontal en juntas de mortero

El refuerzo horizontal colocado en juntas de mortero (5.4.3 y 6.4.3) deberá ser continuo a lo largo del muro, entre dos castillos si se trata de mampostería confinada, o entre dos celdas rellenas y reforzadas con barras verticales en muros reforzados interiormente. Si se requiere, se podrán anclar dos o más barras o alambres en el mismo castillo o celda que refuercen muros colineales o transversales. No se admitirá el traslape de alambres o barras de refuerzo horizontal en ningún tramo.

El refuerzo horizontal deberá anclarse en los castillos, ya sea exteriores o interiores, o en las celdas rellenas reforzadas (fig. 3.9). Se deberá anclar mediante dobles a 90 grados

colocados dentro de los castillos o celdas. El doblez del gancho se colocará verticalmente dentro del castillo o celda rellena lo más alejado posible de la cara del castillo o de la pared de la celda rellena en contacto con la mampostería.

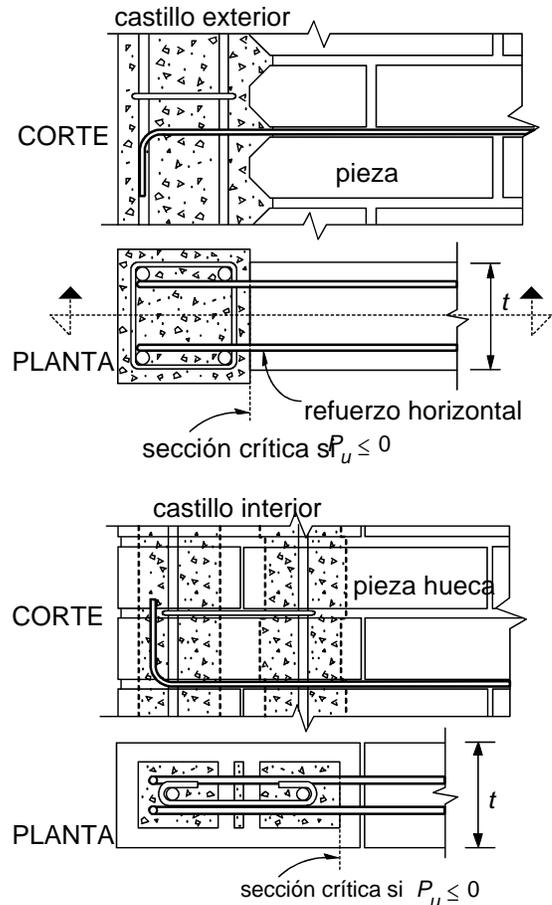


Figura 3.9 Anclaje de refuerzo horizontal

Si la carga axial de diseño,  $P_u$ , que obra sobre el muro es de tensión o nula, la longitud de anclaje deberá satisfacer lo señalado en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto. Para fines de revisar la longitud de anclaje, la sección crítica será la cara del castillo o la pared de la celda rellena en contacto con la mampostería (fig. 3.9).

3.3.6.5 Mallas de alambre soldado

Las mallas de alambre soldado se deberán anclar a la mampostería, así como a los castillos y dalas si existen, de manera que pueda alcanzar su esfuerzo especificado de fluencia (fig. 3.10). Se aceptará ahogar la malla en el concreto; para ello, deberán ahogarse cuando menos dos alambres perpendiculares a la dirección de análisis, distando el más próximo no menos de 50 mm de la sección considerada (fig. 3.10). Si para fijar la malla de alambre

soldado se usan conectores instalados a través de una carga explosiva de potencia controlada o clavos de acero, el número mínimo será de nueve por metro cuadrado ( $9/m^2$ ).

Las mallas deberán rodear los bordes verticales de muros y los bordes de las aberturas. Si la malla se coloca sobre una cara del muro, la porción de malla que rodea los bordes se extenderá al menos dos veces la separación entre alambres transversales. Esta porción de malla se anclará de modo que pueda alcanzar su esfuerzo especificado de fluencia.

Si el diámetro de los alambres de la malla no permite doblarla alrededor de bordes verticales de muros y los bordes de aberturas, se aceptará colocar un refuerzo en forma de C hecho con malla de calibre no inferior al 10 (3.43 mm de diámetro) que se traslape con la malla principal según lo indicado en la sección 3.3.6.6.

Se admitirá que la malla se fije en contacto con la mampostería.

### 3.3.6.6 Uniones de barras

#### a) Barras sujetas a tensión

La longitud de traslapes de barras en concreto se determinará según lo especificado para concreto reforzado. No se aceptan uniones soldadas. Si las barras se traslapan en el interior de piezas huecas, la longitud del traslape será al menos igual a  $50 d_b$  en barras con esfuerzo especificado de fluencia de hasta  $4200 \text{ kg/cm}^2$  (420 MPa) y al menos igual a  $60 d_b$  en barras o alambres con esfuerzo especificado de fluencia mayor;  $d_b$  es el diámetro de la barra más gruesa del traslape. El traslape se ubicará en el tercio medio de la altura del muro. No se aceptan traslapes de más del 50 por ciento del acero longitudinal del elemento (castillo, dala, muro) en una misma sección.

No se permitirán traslapes en los extremos de los castillos (ya sean éstos exteriores o interiores) de planta baja a lo largo de la longitud  $H_o$ , definida en el inciso 5.1.1.h.

#### b) Mallas de alambre soldado

Las mallas de alambre soldado deberán ser continuas, sin traslape, a lo largo del muro. Si la altura del muro así lo demanda, se aceptará unir las mallas. El traslape se colocará en una zona donde los esfuerzos esperados en los alambres sean bajos. El traslape medido entre los alambres transversales extremos de las hojas que se unen no será menor que dos veces la separación entre alambres transversales más 50 mm.

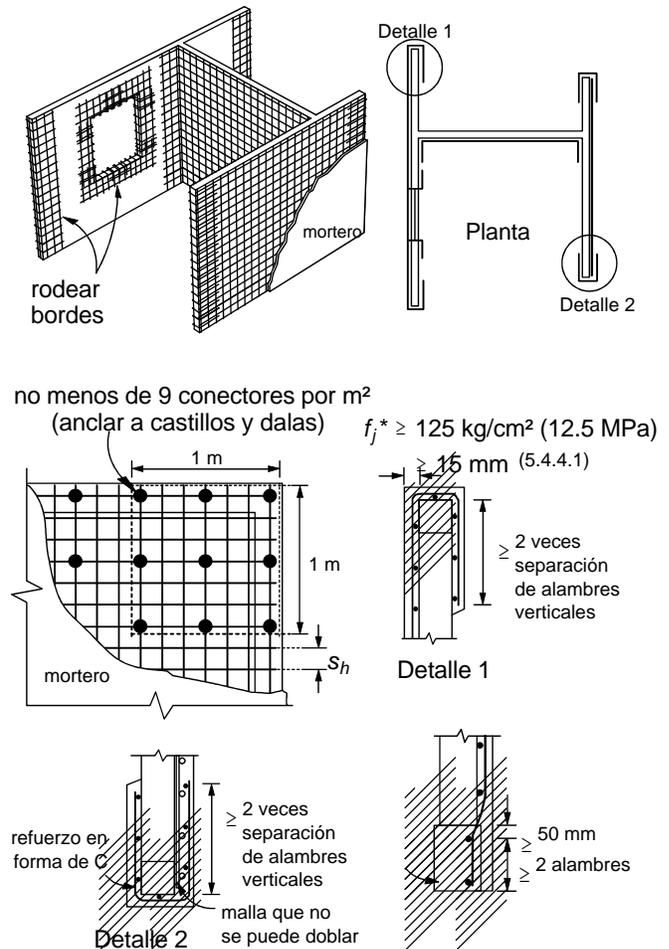


Figura 3.10 Refuerzo con malla de alambre soldado y recubrimiento de mortero

## 4. MUROS DIAFRAGMA

### 4.1 Alcance

Estos son los que se encuentran rodeados por las vigas y columnas de un marco estructural al que proporcionan rigidez ante cargas laterales. Pueden ser de mampostería confinada (Cap. 5), reforzada interiormente (Cap. 6) o no reforzada (Cap. 7). El espesor de los muros no será menor de 100 mm.

Los muros se construirán e inspeccionarán como se indica en los Capítulos 9 y 10, respectivamente.

**4.2 Fuerzas de diseño**

Las fuerzas de diseño, en el plano y perpendiculares al muro, se obtendrán del análisis ante cargas laterales afectadas por el factor de carga correspondiente.

**4.3 Resistencia a fuerza cortante en el plano**

4.3.1 Fuerza cortante resistida por la mampostería

La fuerza cortante resistente de diseño de la mampostería,  $V_{mR}$ , se determinará como sigue:

$$V_{mR} = F_R (0.85 v_m * A_T) \tag{4.1}$$

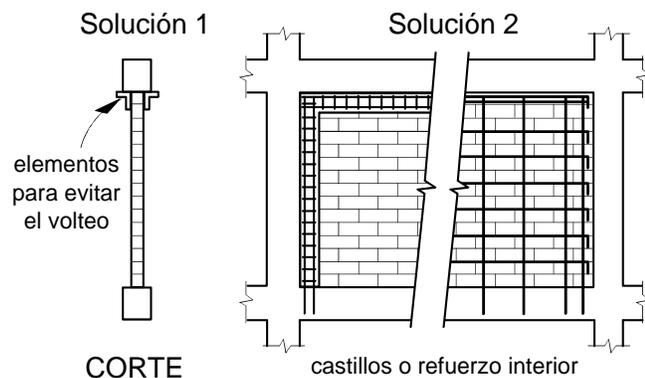
donde

$A_T$  área bruta de la sección transversal del muro; y

$F_R$  se tomará igual a 0.7 (sección 3.1.4.3).

**4.4 Volteo del muro diafragma**

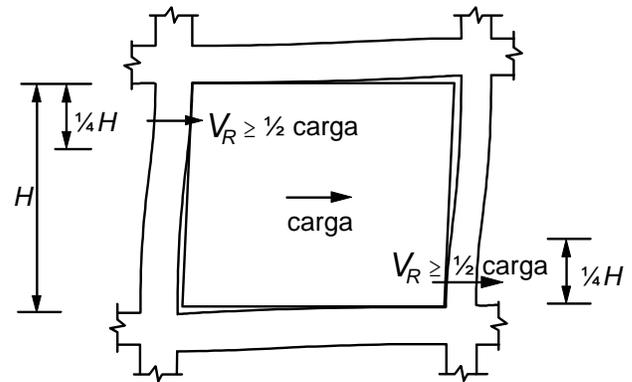
Se deberá evitar la posibilidad de volteo del muro perpendicularmente a su plano. Para lograrlo, se diseñará y detallará la unión entre el marco y el muro diafragma o bien se reforzará el muro con castillos o refuerzo interior (fig. 4.1). La resistencia a flexión perpendicular al plano del muro se calculará de acuerdo con la sección 3.1.6.



**Figura 4.1 Detallado de muros diafragma**

**4.5 Interacción marco–muro diafragma en el plano**

Las columnas del marco deberán ser capaces de resistir, cada una, en una longitud igual a una cuarta parte de su altura medida a partir del paño de la viga, una fuerza cortante igual a la mitad de la carga lateral que actúa sobre el tablero (fig. 4.2).



**Figura 4.2 Interacción marco–muro diafragma**

**5. MAMPOSTERÍA CONFINADA**

**5.1 Alcance**

Es la que está reforzada con castillos y dalas. Para ser considerados como confinados, los muros deben cumplir con los requisitos 5.1.1 a 5.1.4 (fig. 5.1 a 5.3).

Para diseño por sismo, se usará  $Q = 2$  cuando las piezas sean macizas o bien cuando se usen piezas multiperforadas con refuerzo horizontal con al menos la cuantía mínima y los muros estén confinados con castillos exteriores. Se usará  $Q = 1.5$  cuando los muros sean de piezas huecas, independientemente de la cuantía de refuerzo horizontal o tipo de castillo.

Los muros se construirán e inspeccionarán como se indica en los Capítulos 9 y 10, respectivamente.

5.1.1 Castillos y dalas exteriores

Los castillos y dalas deberán cumplir con lo siguiente (fig. 5.1 y 5.2):

- a) Existirán castillos por lo menos en los extremos de los muros e intersecciones con otros muros, y en puntos intermedios del muro a una separación no mayor que  $1.5 H$  ni 4 m. Los parapetos o pretilas deberán tener castillos con una separación no mayor que 4 m.
- b) Existirá una dala en todo extremo horizontal de muro, a menos que este último esté ligado a un elemento de concreto reforzado con un peralte mínimo de 100 mm. Aun en este caso, se deberá colocar refuerzo longitudinal y transversal como lo establecen los incisos 5.1.1.e y 5.1.1.g. Además, existirán dalas en el interior del muro a una separación no mayor de 3 m y en la

- parte superior de parapetos o pretilos cuya altura sea superior a 500 mm.
- c) Los castillos y dalas tendrán como dimensión mínima el espesor del muro,  $t$ .
- d) El concreto de castillos y dalas tendrá un resistencia a compresión,  $f'_c$ , no menor de 150 kg/cm<sup>2</sup> (15 MPa).
- e) El refuerzo longitudinal del castillo y la dala deberá dimensionarse para resistir las componentes vertical y horizontal correspondientes del puntal de compresión que se desarrolla en la mampostería para resistir las cargas laterales y verticales. En cualquier caso, estará formado por lo menos de tres barras, cuya área total sea al menos igual a la obtenida con la ec. 5.1.

$$A_s = 0.2 \frac{f'_c}{f_y} t^2 \quad (5.1)$$

donde  $A_s$  es el área total de acero de refuerzo longitudinal colocada en el castillo o en la dala.

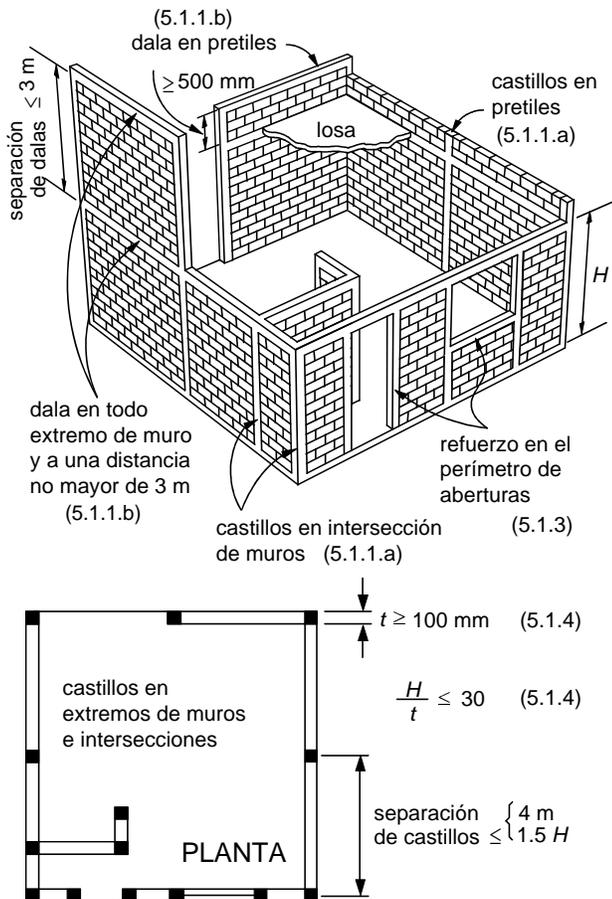


Figura 5.1 Requisitos para mampostería confinada

- f) El refuerzo longitudinal del castillo y la dala estará anclado en los elementos que limitan al muro de manera que pueda alcanzar su esfuerzo de fluencia.

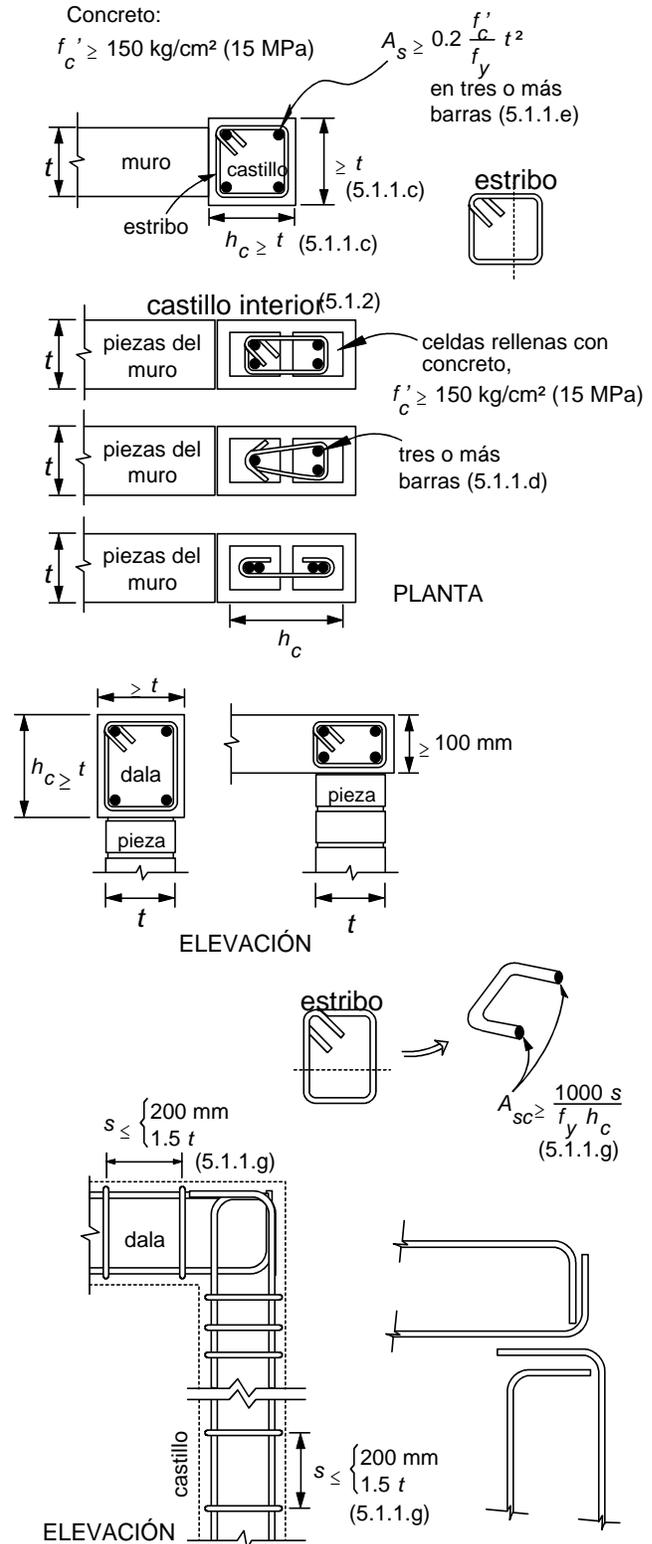


Figura 5.2 Castillos y dalas

- g) Los castillos y dalas estarán reforzados transversalmente por estribos cerrados y con un área,  $A_{sc}$ , al menos igual a la calculada con la ec. 5.2.

$$A_{sc} = \frac{1000 s}{f_y h_c} \quad (5.2)$$

donde  $h_c$  es la dimensión del castillo o dala en el plano del muro. La separación de los estribos,  $s$ , no excederá de  $1.5 t$  ni de 200 mm.

- h) Cuando la resistencia de diseño a compresión diagonal de la mampostería,  $v_m^*$ , sea superior a  $6 \text{ kg/cm}^2$  ( $0.6 \text{ MPa}$ ), se suministrará refuerzo transversal, con área igual a la calculada con la ec. 5.2 y con una separación no mayor que una hilada dentro de una longitud  $H_o$  en cada extremo de los castillos.

$H_o$  se tomará como el mayor de  $H/6$ ,  $2 h_c$  y 400 mm.

### 5.1.2 Muros con castillos interiores

Se acepta considerar a los muros como confinados si los castillos interiores y las dalas cumplen con todos los incisos de 5.1.1, con excepción de 5.1.1.c. Se deberán colocar estribos o grapas en los extremos de los castillos como se indica en el inciso 5.1.1.h, independientemente del valor de  $v_m^*$ . Para diseño por sismo, el factor de comportamiento sísmico  $Q$ , será igual a 1.5, indistintamente de la cuantía de refuerzo horizontal (sección 5.4.3) o de malla de alambre soldado (sección 5.4.4).

### 5.1.3 Muros con aberturas

Existirán elementos de refuerzo con las mismas características que las dalas y castillos en el perímetro de toda abertura cuya dimensión horizontal exceda de la cuarta parte de la longitud del muro o separación entre castillos, o de 600 mm (fig. 5.3). También se colocarán elementos verticales y horizontales de refuerzo en aberturas con altura igual a la del muro (fig. 5.1). En muros con castillos interiores, se aceptará substituir a la dala de la parte inferior de una abertura por acero de refuerzo horizontal anclado en los castillos que confinan a la abertura. El refuerzo consistirá de barras capaces de alcanzar una tensión a la fluencia de 2980 kg (29.8 kN).

### 5.1.4 Espesor y relación altura a espesor de los muros

El espesor de los muros,  $t$ , no será menor que 100 mm y la relación altura libre a espesor del muro,  $H/t$ , no excederá de 30.

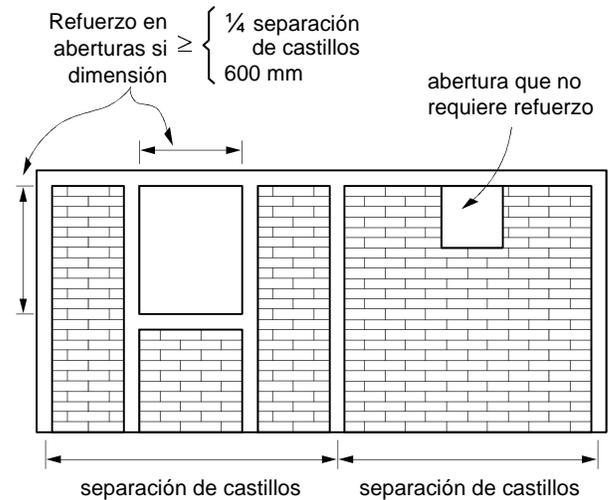


Figura 5.3 Refuerzo en el perímetro de aberturas

## 5.2 Fuerzas y momentos de diseño

Las fuerzas y momentos de diseño se obtendrán a partir de los análisis indicados en las secciones 3.2.2 y 3.2.3, empleando las cargas de diseño que incluyan el factor de carga correspondiente.

La resistencia ante cargas verticales y laterales de un muro de mampostería confinada deberá revisarse para el efecto de carga axial, la fuerza cortante, de momentos flexionantes en su plano y, cuando proceda, también para momentos flexionantes normales a su plano principal de flexión. En la revisión ante cargas laterales sólo se considerará la participación de muros cuya longitud sea sensiblemente paralela a la dirección de análisis.

La revisión ante cargas verticales se realizará conforme a lo establecido en la sección 3.2.2.

Cuando sean aplicables los requisitos del método simplificado de diseño sísmico (sección 3.2.3.3), la revisión ante cargas laterales podrá limitarse a los efectos de la fuerza cortante. Cuando la estructura tenga más de tres niveles, adicionalmente a la fuerza cortante, se deberán revisar por flexión en el plano los muros que posean una relación altura a longitud,  $H/L$ , mayor que dos.

## 5.3 Resistencia a compresión y flexocompresión en el plano del muro

### 5.3.1 Resistencia a compresión de muros confinados

La carga vertical resistente,  $P_R$ , se calculará como:

$$P_R = F_R F_E (f_m^* A_T + \Sigma A_s f_y) \quad (5.3)$$

donde



5.4.2 Fuerza cortante resistida por la mampostería

La fuerza cortante resistente de diseño,  $V_{mR}$ , se determinará como sigue:

$$V_{mR} = F_R (0.5v_m^* A_T + 0.3P) \leq 1.5F_R v_m^* A_T \quad (5.7)$$

donde  $P$  se deberá tomar positiva en compresión. En el área  $A_T$  se debe incluir a los castillos pero sin transformar el área transversal.

La carga vertical  $P$  que actúa sobre el muro deberá considerar las acciones permanentes, variables con intensidad instantánea, y accidentales que conduzcan al menor valor y sin multiplicar por el factor de carga. Si la carga vertical  $P$  es de tensión, se despreciará la contribución de la mampostería  $V_{mR}$ .

La resistencia a compresión diagonal de la mampostería para diseño,  $v_m^*$ , no deberá exceder de 6 kg/cm<sup>2</sup> (0.6 MPa), a menos que se demuestre con ensayos que satisfagan la sección 2.7.2.1, que se pueden alcanzar mayores valores. En adición, se deberá demostrar que se cumplen con todos los requisitos de materiales, análisis, diseño y construcción aplicables.

5.4.3 Fuerza cortante resistida por el acero de refuerzo horizontal

5.4.3.1 Tipos de acero de refuerzo

Se permitirá el uso de acero de refuerzo horizontal colocado en las juntas de mortero para resistir fuerza cortante. El refuerzo consistirá de barras corrugadas o alambres corrugados laminados en frío que sean continuos a lo largo del muro.

No se permite el uso de escalerillas para resistir fuerza cortante inducida por sismo.

El esfuerzo de fluencia para diseño,  $f_{yh}$ , no deberá ser mayor que 6000 kg/cm<sup>2</sup> (600 MPa).

El refuerzo horizontal se detallará como se indica en las secciones 3.3.2.2, 3.3.4.3, 3.3.5.1 y 3.3.6.4.

5.4.3.2 Separación del acero de refuerzo horizontal

La separación máxima del refuerzo horizontal,  $s_h$ , no excederá de cuatro hiladas ni de 600 mm.

5.4.3.3 Cuantías mínima y máxima del acero de refuerzo horizontal

Si se coloca acero de refuerzo horizontal para resistir fuerza cortante, la cuantía de acero de refuerzo horizontal,  $p_h$ , no

será inferior a  $3/f_{yh}$ , si se usan kg/cm<sup>2</sup> ( $0.3/f_{yh}$  si se usan MPa) ni al valor que resulte de la expresión siguiente

$$p_h = \frac{V_{mR}}{F_R f_{yh} A_T} \quad (5.8)$$

En ningún caso  $p_h$  será mayor que  $0.3 \frac{f_m^*}{f_{yh}}$ ; ni que

$12/f_{yh}$  para piezas macizas, ni que  $9/f_{yh}$  para piezas huecas si se usan kg/cm<sup>2</sup> ( $1.2/f_{yh}$  y  $0.9/f_{yh}$ , respectivamente, si se usan MPa).

5.4.3.4 Diseño del refuerzo horizontal

La fuerza cortante que toma el refuerzo horizontal,  $V_{sR}$ , se calculará con

$$V_{sR} = F_R \eta p_h f_{yh} A_T \quad (5.9)$$

El factor de eficiencia del refuerzo horizontal,  $\eta$ , se determinará con el criterio siguiente:

$$\eta = \begin{cases} 0.6 & ; \text{ si } p_h f_{yh} \leq 6 \text{ kg/cm}^2 \text{ (0.6 MPa)} \\ 0.2 & ; \text{ si } p_h f_{yh} \geq 9 \text{ kg/cm}^2 \text{ (0.9 MPa)} \end{cases}$$

Para valores de  $p_h f_{yh}$  comprendidos entre 6 y 9 kg/cm<sup>2</sup> (0.6 y 0.9 MPa),  $\eta$  se hará variar linealmente (fig. 5.5).

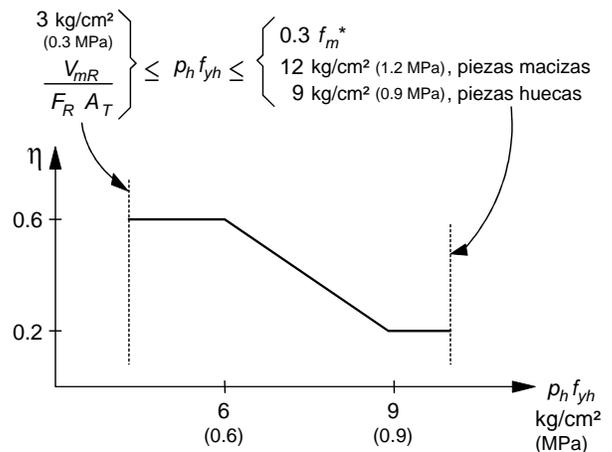


Figura 5.5 Factor de eficiencia  $\eta$

5.4.4 Fuerza cortante resistida por malla de alambre soldado recubierta de mortero

5.4.4.1 Tipo de refuerzo y de mortero

Se permitirá el uso de mallas de alambre soldado para resistir la fuerza cortante. Las mallas deberán tener en

ambas direcciones la misma área de refuerzo por unidad de longitud.

El esfuerzo de fluencia para diseño,  $f_{yh}$ , no deberá ser mayor que 5000 kg/cm<sup>2</sup> (500 MPa).

Las mallas se anclarán y se detallarán como se señala en las secciones 3.3.4.3, 3.3.6.5 y 3.3.6.6.

Las mallas deberán ser recubiertas por una capa de mortero tipo I (tabla 2.2) con espesor mínimo de 15 mm.

5.4.4.2 *Cuantías mínima y máxima de refuerzo*

Para fines de cálculo, sólo se considerará la cuantía de los alambres horizontales. Si la malla se coloca con los alambres inclinados, en el cálculo de la cuantía se considerarán las componentes horizontales.

En el cálculo de la cuantía sólo se incluirá el espesor del muro,  $t$ .

Las cuantías mínima y máxima serán las prescritas en la sección 5.4.3.3.

5.4.4.3 *Diseño de la malla*

La fuerza cortante que tomará la malla se obtendrá como se indica en sección 5.4.3.4.

6. MAMPOSTERÍA REFORZADA INTERIORMENTE

6.1 Alcance

Es aquella con muros reforzados con barras o alambres corrugados de acero, horizontales y verticales, colocados en las celdas de las piezas, en ductos o en las juntas. El acero de refuerzo, tanto horizontal como vertical, se distribuirá a lo alto y largo del muro. Para que un muro pueda considerarse como reforzado deberán cumplirse los requisitos 6.1.1 a 6.1.9 (fig. 6.1 a 6.3).

Para diseño por sismo se usará  $Q = 1.5$ .

Los muros se construirán e inspeccionarán como se indica en los Capítulos 9 y 10, respectivamente.

6.1.1 *Cuantías de acero de refuerzo horizontal y vertical*

- a) La suma de la cuantía de acero de refuerzo horizontal,  $p_h$ , y vertical,  $p_v$ , no será menor que 0.002 y ninguna de las dos cuantías será menor que 0.0007, es decir:

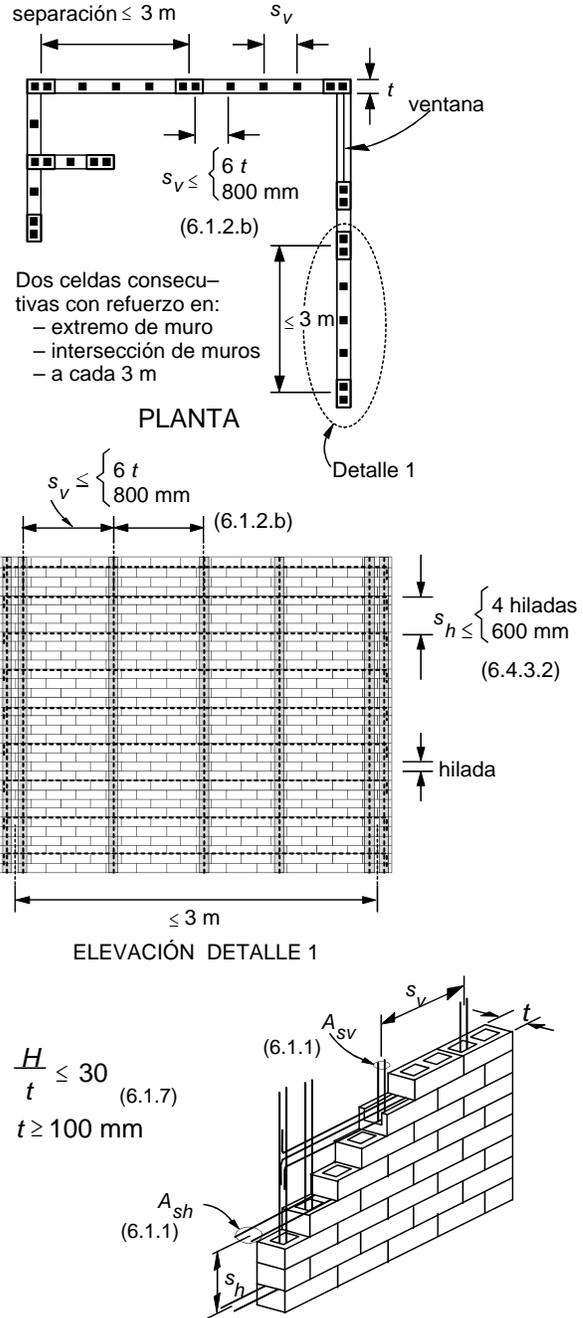


Figura 6.1 *Requisitos para mampostería con refuerzo interior*

$$\begin{aligned}
 p_h + p_v &\geq 0.002 \\
 p_h &\geq 0.0007; \quad p_v \geq 0.0007
 \end{aligned}
 \tag{6.1}$$

donde

$$p_h = \frac{A_{sh}}{s_h t}; \quad p_v = \frac{A_{sv}}{s_v t};
 \tag{6.2}$$

$A_{sh}$  área de acero de refuerzo horizontal que se colocará a una separación vertical  $s_h$  (fig. 6.1); y

$A_{sv}$  área de acero de refuerzo vertical que se colocará a una separación  $s_v$ .

- b) Cuando se emplee acero de refuerzo con esfuerzo de fluencia especificado mayor que 4200 kg/cm<sup>2</sup> (420 MPa), las cuantías de refuerzo calculadas en el inciso 6.1.1.a se podrán reducir multiplicándolas por 4200/ $f_y$ , en kg/cm<sup>2</sup> (420/ $f_y$ , en MPa).

### 6.1.2 Tamaño, colocación y separación del refuerzo horizontal y vertical

- a) Se deberá cumplir con las disposiciones aplicables de la sección 3.3.
- b) Existirá una dala en todo extremo horizontal de muro, a menos que este último esté ligado a un elemento de concreto reforzado con un peralte mínimo de 100 mm. Aún en este caso, se deberá colocar refuerzo longitudinal y transversal.

El refuerzo longitudinal de la dala deberá dimensionarse para resistir las componentes vertical y horizontal correspondiente del puntal de compresión que se desarrolle en la mampostería para resistir las cargas laterales y verticales. En cualquier caso, estará formado por lo menos de tres barras, cuya área total sea al menos igual a la obtenida con la ec. 6.3.

$$A_s = 0.2 \frac{f_c'}{f_y} t^2 \quad (6.3)$$

El refuerzo transversal de la dala estará formado por estribos cerrados y con un área,  $A_{sc}$ , al menos igual a la calculada con la ec. 6.4.

$$A_{sc} = \frac{1000 s}{f_y h_c} \quad (6.4)$$

donde  $h_c$  es la dimensión de la dala en el plano del muro. La separación de los estribos,  $s$ , no excederá de 1.5  $t$  ni de 200 mm.

- c) Deberá colocarse por lo menos una barra No. 3 (9.5 mm de diámetro) con esfuerzo especificado de fluencia de 4200 kg/cm<sup>2</sup> (420 MPa), o refuerzo de otras características con resistencia a tensión equivalente, en cada una de dos celdas consecutivas, en todo extremo de muros, en la intersecciones entre muros o a cada 3 m. El refuerzo vertical en el interior del muro tendrá una separación no mayor de seis veces el espesor del mismo ni mayor de 800 mm (fig. 6.1).

### 6.1.3 Mortero y concreto de relleno

Para el colado de las celdas donde se aloje el refuerzo vertical podrán emplearse los morteros y concretos de relleno especificados en la sección 2.5.3, o el mismo mortero que se usa para pegar las piezas, si es del tipo I (sección 2.5.2). El hueco de las piezas (celda) tendrá una dimensión mínima mayor de 50 mm y un área no menor de 3000 mm<sup>2</sup>.

### 6.1.4 Anclaje del refuerzo horizontal y vertical

Las barras de refuerzo horizontal y vertical deberán cumplir con la sección 3.3.6.

### 6.1.5 Muros transversales

Cuando los muros transversales sean de carga y lleguen a tope, sin traslape de piezas, será necesario unirlos mediante dispositivos que aseguren la continuidad de la estructura. Los dispositivos deberán ser capaces de resistir 1.33 veces la resistencia de diseño a fuerza cortante del muro transversal dividida por el factor de resistencia correspondiente. En la resistencia de diseño se incluirá la fuerza cortante resistida por la mampostería y, si aplica, la resistida por el refuerzo horizontal.

Alternativamente, el área de acero de los dispositivos o conectores,  $A_{st}$ , colocada a una separación  $s$  en la altura del muro, se podrá calcular mediante la expresión siguiente

$$A_{st} = \frac{V_{mR} + V_{sR}}{4F_R} \frac{t}{L} \frac{s}{f_y} \quad (6.5)$$

donde  $V_{mR}$  y  $V_{sR}$  son las fuerzas cortantes resistidas por la mampostería y el refuerzo horizontal, si aplica,  $F_R$  se tomará igual a 0.7,  $t$  y  $L$  son el espesor y longitud del muro transversal, y  $f_y$  es el refuerzo especificado de fluencia de los dispositivos o conectores. La separación  $s$  no deberá exceder de 300 mm (fig. 6.2).

### 6.1.6 Muros con aberturas

Existirán elementos de refuerzo vertical y horizontal en el perímetro de toda abertura cuya dimensión exceda de la cuarta parte de la longitud del muro, de la cuarta parte de la distancia entre intersecciones de muros o de 600 mm, o bien en aberturas con altura igual a la del muro (fig. 6.3). Los elementos de refuerzo vertical y horizontal serán como los señalados en la sección 6.1.2.

### 6.1.7 Espesor y relación altura a espesor de los muros

El espesor de los muros,  $t$ , no será menor que 100 mm y la relación altura a espesor del muro,  $H/t$ , no excederá de 30.

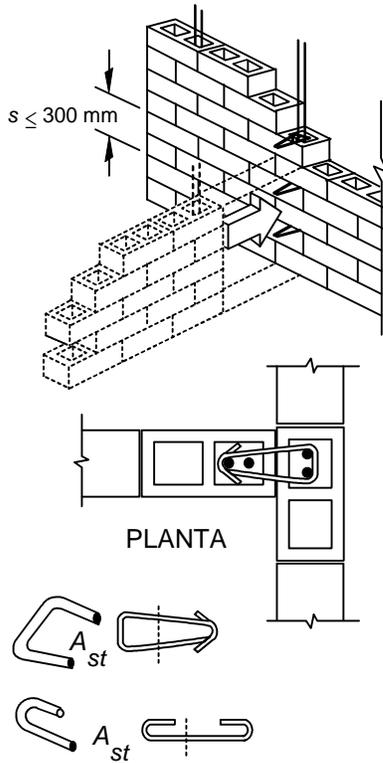


Figura 6.2 Conectores entre muros sin traslape de piezas

6.1.8 Pretiles

Los pretiles o parapetos deberán reforzarse interiormente con barras de refuerzo vertical como las especificadas en el inciso 6.1.2.b. Se deberá proporcionar refuerzo horizontal en la parte superior de parapetos o pretiles cuya altura sea superior a 500 mm de acuerdo con la sección 6.1.6 (fig. 6.3).

6.1.9 Supervisión

Deberá haber una supervisión continua en la obra que asegure que el refuerzo esté colocado de acuerdo con lo indicado en planos y que las celdas en que se aloja el refuerzo sean coladas completamente.

6.2 Fuerzas y momentos de diseño

Las fuerzas y momentos de diseño se obtendrán a partir de los análisis indicados en las secciones 3.2.2 y 3.2.3, empleando las cargas de diseño que incluyan el factor de carga correspondiente.

La resistencia ante cargas verticales y laterales de un muro de mampostería reforzada interiormente deberá revisarse para el efecto de carga axial, la fuerza cortante, de momentos flexionantes en su plano y, cuando proceda, también para momentos flexionantes normales a su plano principal de flexión. En la revisión ante cargas laterales sólo se considerará la participación de muros cuya longitud sea sensiblemente paralela a la dirección de análisis.

La revisión ante cargas verticales se realizará conforme a lo establecido en la sección 3.2.2.

Cuando sean aplicables los requisitos del método simplificado de diseño sísmico (sección 3.2.3.3), la revisión ante cargas laterales podrá limitarse a los efectos de la fuerza cortante. Cuando la estructura tenga más de tres niveles, adicionalmente a la fuerza cortante, se deberán revisar por flexión en el plano los muros que posean una relación altura a longitud,  $H/L$ , mayor que dos.

6.3 Resistencia a compresión y flexocompresión en el plano del muro

6.3.1 Resistencia a compresión de mampostería con refuerzo interior

La carga vertical resistente,  $P_R$ , se calculará como:

$$P_R = F_R F_E (f_m * A_T + \sum A_s f_y) \leq 1.25 F_R F_E f_m * A_T \quad (6.6)$$

donde

$F_E$  se obtendrá de acuerdo con la sección 3.2.2; y

$F_R$  se tomará igual a 0.6.

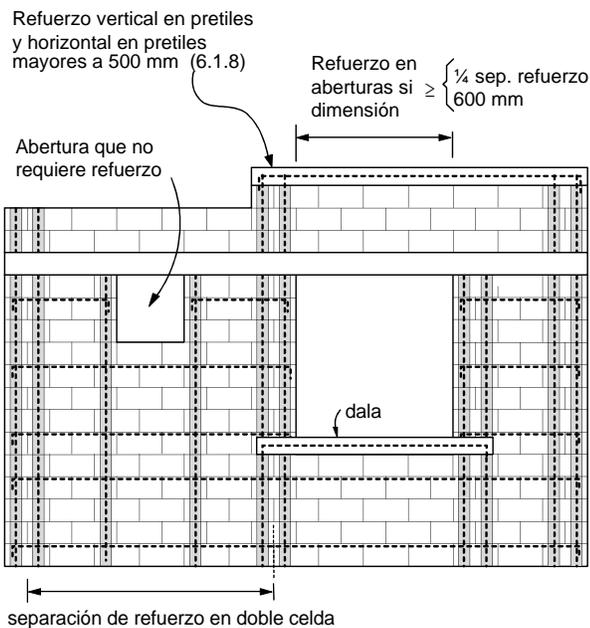


Figura 6.3 Refuerzo en aberturas y pretiles

Alternativamente,  $P_R$  se podrá calcular con

$$P_R = F_R F_E (f_m^* A_T + 7) \leq 1.25 F_R F_E f_m^* A_T$$

si se usa kg/cm<sup>2</sup> y cm<sup>2</sup> (6.7)

$$(P_R = F_R F_E (f_m^* A_T + 0.7) \leq 1.25 F_R F_E f_m^* A_T$$

si se usa MPa y mm<sup>2</sup>)

### 6.3.2 Resistencia a flexocompresión en el plano del muro

#### 6.3.2.1 Método general de diseño

La resistencia a flexión pura o flexocompresión en el plano de un muro confinado exterior o interiormente se calculará con base en las hipótesis estipuladas en la sección 3.1.6. La resistencia de diseño se obtendrá reduciendo la resistencia por el factor de resistencia indicado en la sección 3.1.4.2.

#### 6.3.2.2 Método optativo

Para muros con barras longitudinales colocadas simétricamente en sus castillos extremos, sean éstos exteriores o interiores, las fórmulas simplificadas siguientes (ecs. 6.8 y 6.9) dan valores suficientemente aproximados y conservadores del momento resistente de diseño.

El momento resistente de diseño de la sección,  $M_R$ , se calculará de acuerdo con las ecuaciones

$$M_R = F_R M_o + 0.3 P_u d; \quad \text{si } 0 \leq P_u \leq \frac{P_R}{3} \quad (6.8)$$

$$M_R = (1.5 F_R M_o + 0.15 P_R d) \left( 1 - \frac{P_u}{P_R} \right); \quad \text{si } P_u > \frac{P_R}{3} \quad (6.9)$$

donde

$M_o = A_s f_y d'$  resistencia a flexión pura del muro;

$A_s$  área total de acero de refuerzo longitudinal colocada en cada uno de los castillos extremos del muro;

$d'$  distancia entre los centroides del acero colocado en ambos extremos del muro;

$d$  distancia entre el centroide del acero de tensión y la fibra a compresión máxima;

$P_u$  carga axial de diseño a compresión, cuyo valor se tomará con signo positivo en las ecs. 6.8 y 6.9; y

$F_R$  se tomará igual a 0.8, si  $P_u \leq P_R/3$  e igual a 0.6 en caso contrario.

Para cargas axiales de tensión será válido interpolar entre la carga axial resistente a tensión pura y el momento resistente  $M_o$ , afectando el resultado por  $F_R = 0.8$  (ver fig. 5.4).

## 6.4 Resistencia a cargas laterales

### 6.4.1 Consideraciones generales

La resistencia a cargas laterales será proporcionada por la mampostería (sección 6.4.2). Se acepta que parte de la fuerza cortante sea resistida por acero de refuerzo horizontal (sección 6.4.3). Cuando la carga vertical que obre sobre el muro sea de tensión se aceptará que el acero de refuerzo horizontal resista la totalidad de la carga lateral.

Cuando se use el método simplificado de análisis (sección 3.2.3.3), la resistencia a fuerza cortante de los muros (calculada en las secciones 6.4.2 y 6.4.3) se afectará por el factor  $F_{AE}$  definido por la ec. 3.4.

El factor de resistencia,  $F_R$ , se tomará igual a 0.7 (sección 3.1.4.3).

### 6.4.2 Fuerza cortante resistida por la mampostería

La fuerza cortante resistente de diseño,  $V_{mR}$ , se determinará como sigue:

$$V_{mR} = F_R (0.5 v_m^* A_T + 0.3 P) \leq 1.5 F_R v_m^* A_T \quad (6.10)$$

donde  $P$  se deberá tomar positiva en compresión.

La carga vertical  $P$  que actúa sobre el muro deberá considerar las acciones permanentes, variables con intensidad instantánea, y accidentales que conduzcan al menor valor y sin multiplicar por el factor de carga. Si la carga vertical  $P$  es de tensión, se despreciará la contribución de la mampostería  $V_{mR}$ ; por lo que la totalidad de la fuerza cortante deberá ser resistida por el refuerzo horizontal.

La resistencia a compresión diagonal de la mampostería para diseño,  $v_m^*$ , no deberá exceder de 6 kg/cm<sup>2</sup> (0.6 MPa), a menos que se demuestre con ensayos que satisfagan la sección 2.7.2.1, que se pueden alcanzar mayores valores. En adición se deberá demostrar que se cumplen con todos los requisitos de materiales, análisis, diseño y construcción aplicables.

### 6.4.3 Fuerza cortante resistida por el acero de refuerzo horizontal

#### 6.4.3.1 Tipos de acero de refuerzo

Se permitirá el uso de refuerzo horizontal colocado en las juntas de mortero para resistir fuerza cortante. El refuerzo consistirá de barras corrugadas o alambres corrugados laminados en frío, que sean continuos a lo largo del muro.

No se permite el uso de escalerillas para resistir fuerza cortante inducida por sismo.

El esfuerzo de fluencia para diseño,  $f_{yh}$ , no deberá ser mayor que 6000 kg/cm<sup>2</sup> (600 MPa).

El refuerzo horizontal se detallará como se indica en las secciones 3.3.2.2, 3.3.4.3, 3.3.5.1 y 3.3.6.4.

#### 6.4.3.2 Separación del acero de refuerzo horizontal

La separación máxima del refuerzo horizontal,  $s_h$ , no excederá de cuatro hiladas o 600 mm.

#### 6.4.3.3 Cuantías mínima y máxima del acero de refuerzo horizontal

Si se coloca acero de refuerzo horizontal para resistir fuerza cortante, la cuantía de acero de refuerzo horizontal,  $p_h$ , no será inferior a  $3/f_{yh}$ , si se usan kg/cm<sup>2</sup> ( $0.3/f_{yh}$  si se usan MPa) ni al valor que resulte de la expresión siguiente

$$p_h = \frac{V_{mR}}{F_R f_{yh} A_T} \quad (6.11)$$

En ningún caso  $p_h$  será mayor que  $0.3 \frac{f_m^*}{f_{yh}}$ ; ni que

$12/f_{yh}$  para piezas macizas, ni que  $9/f_{yh}$  para piezas huecas si se usan kg/cm<sup>2</sup> ( $1.2/f_{yh}$  y  $0.9/f_{yh}$ , respectivamente, si se usan MPa).

#### 6.4.3.4 Diseño del refuerzo horizontal

La fuerza cortante que toma el refuerzo horizontal,  $V_{sR}$ , se calculará con

$$V_{sR} = F_R \eta p_h f_{yh} A_T \quad (6.12)$$

El factor de eficiencia del refuerzo horizontal,  $\eta$ , se determinará con el criterio siguiente:

$$\eta = \begin{cases} 0.6 ; & \text{si } p_h f_{yh} \leq 6 \text{ kg/cm}^2 (0.6 \text{ MPa}) \\ 0.2 ; & \text{si } p_h f_{yh} \geq 9 \text{ kg/cm}^2 (0.9 \text{ MPa}) \end{cases}$$

Para valores de  $p_h f_{yh}$  comprendidos entre 6 y 9 kg/cm<sup>2</sup> (0.6 y 0.9 MPa),  $\eta$  se hará variar linealmente (ver fig. 5.5).

## 7. MAMPOSTERÍA NO CONFINADA NI REFORZADA

### 7.1 Alcance

Se considerarán como muros no confinados ni reforzados aquellos que, contando con algún tipo de refuerzo interior o confinamiento (exterior o interior), no tengan el refuerzo

necesario para ser incluidos en alguna de las categorías descritas en los Capítulos 5 y 6. El espesor de los muros,  $t$ , no será menor de 100 mm.

Para diseño por sismo se usará un factor de comportamiento sísmico  $Q = 1$ .

Los muros se construirán e inspeccionarán como se indica en los Capítulos 9 y 10, respectivamente.

### 7.2 Fuerzas y momentos de diseño

Las fuerzas y momentos de diseño se obtendrán a partir de los análisis indicados en las secciones 3.2.2 y 3.2.3, empleando las cargas de diseño que incluyan el factor de carga correspondiente.

La resistencia ante cargas verticales y laterales de un muro de mampostería no reforzada deberá revisarse para el efecto de carga axial, fuerza cortante, momentos flexionantes en su plano y, cuando proceda, también para momentos flexionantes normales a su plano principal de flexión. En la revisión ante cargas laterales sólo se considerará la participación de muros cuya longitud sea sensiblemente paralela a la dirección de análisis.

La revisión ante cargas verticales se realizará conforme a lo establecido en la sección 3.2.2.

Cuando sean aplicables los requisitos del método simplificado de diseño sísmico (sección 3.2.3.3), la revisión ante cargas laterales podrá limitarse a los efectos de la fuerza cortante, siempre y cuando la estructura no exceda de tres niveles y la relación  $H/L$  del muro no exceda de 2. En caso contrario, se deberán valorar los efectos de la flexión en el plano del muro y de la fuerza cortante.

### 7.3 Refuerzo por integridad estructural

Con objeto de mejorar la redundancia y capacidad de deformación de la estructura, en todo muro de carga se dispondrá de refuerzo por integridad con las cuantías y características indicadas en las secciones 7.3.1 y 7.3.2. El refuerzo por integridad estará alojado en secciones rectangulares de concreto reforzado de cuando menos 50 mm de lado. No se aceptarán detalles de uniones entre muros y entre muros y sistemas de piso/techo que dependan exclusivamente de cargas gravitacionales.

#### 7.3.1 Refuerzo vertical

Los muros serán reforzados en sus extremos y a cada 4 m con al menos dos barras o alambres de acero de refuerzo continuos en la altura de la estructura. El área total del refuerzo vertical en el muro se calculará con la expresión siguiente

$$A_s = \frac{2 V_{mR}}{3 F_R f_y} \tag{7.1}$$

donde  $V_{mR}$  y  $F_R$  se tomarán de la sección 7.5.

Las barras deberán estar adecuadamente ancladas para alcanzar su esfuerzo especificado de fluencia,  $f_y$ .

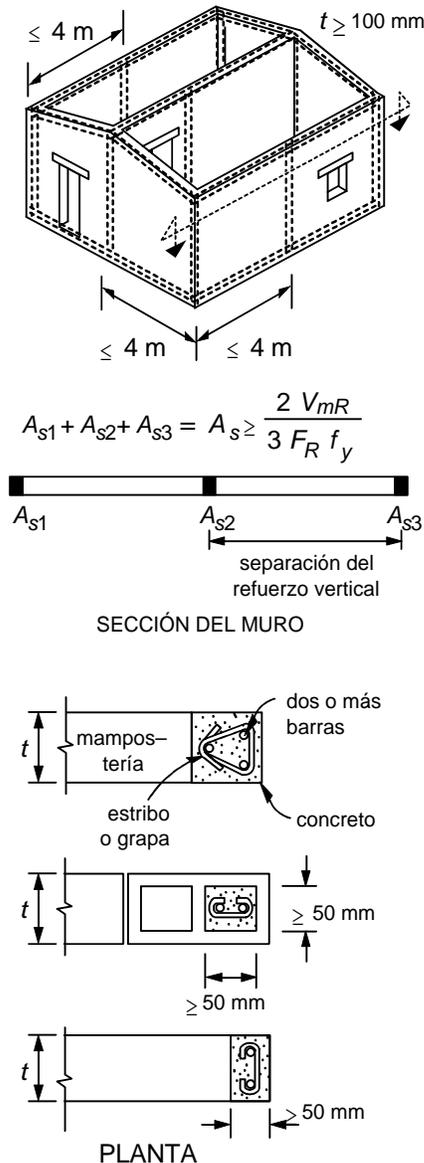


Figura 7.1 Refuerzo por integridad

7.3.2 Refuerzo horizontal

Se deberán suministrar al menos dos barras o alambres de acero de refuerzo continuos en la longitud de los muros colocados en la unión de éstos con los sistemas de piso y techo. El área total se calculará con la ec. 7.1, multiplicando

el resultado por la altura libre del muro,  $H$ , y dividiéndolo por la separación entre el refuerzo vertical.

7.4 Resistencia a compresión y flexocompresión en el plano del muro

7.4.1 Resistencia a compresión

La carga vertical resistente  $P_R$  se calculará como:

$$P_R = F_R F_E f_m^* A_T \tag{7.2}$$

donde

$F_E$  se obtendrá de acuerdo con la sección 3.2.2; y

$F_R$  se tomará igual a 0.3.

7.4.2 Resistencia a flexocompresión

La resistencia a flexocompresión en el plano del muro se calculará, para muros sin refuerzo, según la teoría de resistencia de materiales, suponiendo una distribución lineal de esfuerzos en la mampostería. Se considerará que la mampostería no resiste tensiones y que la falla ocurre cuando aparece en la sección crítica un esfuerzo de compresión igual a  $f_m^*$ .  $F_R$  se tomará según la sección 3.1.4.2.

7.5 Resistencia a cargas laterales

Cuando se use el método simplificado de análisis (sección 3.2.3.3), la resistencia a fuerza cortante de los muros se afectará por el factor  $F_{AE}$  definido por la ec. 3.4.

La fuerza cortante resistente de diseño,  $V_{mR}$ , se determinará como sigue:

$$V_{mR} = F_R (0.5 v_m^* A_T + 0.3 P) \leq 1.5 F_R v_m^* A_T \tag{7.3}$$

donde

$F_R$  se tomará igual a 0.4 (sección 3.1.4); y

$P$  está en compresión.

Si la carga vertical es de tensión, se tomará  $V_{mR} = 0$ .

8. MAMPOSTERÍA DE PIEDRAS NATURALES

8.1 Alcance

Esta sección se refiere al diseño y construcción de cimientos, muros de retención y otros elementos estructurales de mampostería del tipo conocido como de

tercera, o sea, formado por piedras naturales sin labrar unidas por mortero.

## 8.2 Materiales

### 8.2.1 Piedras

Las piedras que se empleen en elementos estructurales deberán satisfacer los requisitos siguientes:

- Su resistencia mínima a compresión en dirección normal a los planos de formación sea de 150 kg/cm<sup>2</sup> (15 MPa);
- Su resistencia mínima a compresión en dirección paralela a los planos de formación sea de 100 kg/cm<sup>2</sup> (10 MPa);
- La absorción máxima sea de 4 por ciento; y
- Su resistencia al intemperismo, medida como la máxima pérdida de peso después de cinco ciclos en solución saturada de sulfato de sodio, sea del 10 por ciento.

Las propiedades anteriores se determinarán de acuerdo con los procedimientos indicados en el capítulo CXVII de las Especificaciones Generales de Construcción de la Secretaría de Obras Públicas (1971).

Las piedras no necesitarán ser labradas, pero se evitará, en lo posible, el empleo de piedras de formas redondeadas y de cantos rodados. Por lo menos, el 70 por ciento del volumen del elemento estará constituido por piedras con un peso mínimo de 30 kg (300 N), cada una.

### 8.2.2 Morteros

Los morteros que se empleen para mampostería de piedras naturales deberán ser al menos del tipo III (tabla 2.2), tal que la resistencia mínima en compresión sea de 40 kg/cm<sup>2</sup> (4 MPa).

La resistencia se determinará según lo especificado en la norma NMX-C-061.

## 8.3 Diseño

### 8.3.1 Esfuerzos resistentes de diseño

Los esfuerzos resistentes de diseño en compresión,  $f_m^*$ , y en cortante,  $v_m^*$ , se tomarán como sigue:

- Mampostería unida con mortero de resistencia a compresión no menor de 50 kg/cm<sup>2</sup> (5 MPa).

$$F_R f_m^* = 20 \text{ kg/cm}^2 \text{ (2 MPa)}$$

$$F_R v_m^* = 0.6 \text{ kg/cm}^2 \text{ (0.06 MPa)}$$

- Mampostería unida con mortero de resistencia a compresión menor que 50 kg/cm<sup>2</sup> (5 MPa).

$$F_R f_m^* = 15 \text{ kg/cm}^2 \text{ (1.5 MPa)}$$

$$F_R v_m^* = 0.4 \text{ kg/cm}^2 \text{ (0.04 MPa)}$$

Los esfuerzos de diseño anteriores incluyen ya un factor de resistencia,  $F_R$ , que por lo tanto, no deberá ser considerado nuevamente en las fórmulas de predicción de resistencia.

### 8.3.2 Determinación de la resistencia

Se verificará que, en cada sección, la fuerza normal actuante de diseño no exceda la fuerza resistente de diseño dada por la expresión

$$P_R = F_R f_m^* A_T \left( 1 - \frac{2e}{t} \right) \quad (8.1)$$

donde  $t$  es el espesor de la sección y  $e$  es la excentricidad con que actúa la carga y que incluye los efectos de empujes laterales si existen. La expresión anterior es válida cuando la relación entre la altura y el espesor medio del elemento de mampostería no excede de cinco; cuando dicha relación se encuentre entre cinco y diez, la resistencia se tomará igual al 80 por ciento de la calculada con la expresión anterior; cuando la relación exceda de diez deberán tomarse en cuenta explícitamente los efectos de esbeltez en la forma especificada para mampostería de piedras artificiales (sección 3.2.2).

La fuerza cortante actuante no excederá de la resistente obtenida de multiplicar el área transversal de la sección más desfavorable por el esfuerzo cortante resistente según la sección 8.3.1.

## 8.4 Cimientos

En cimientos de piedra braza la pendiente de las caras inclinadas (escarpio), medida desde la arista de la dala o muro, no será menor que 1.5 (vertical) : 1 (horizontal) (fig. 8.1).

En cimientos de mampostería de forma trapezoidal con un talud vertical y el otro inclinado, tales como cimientos de lindero, deberá verificarse la estabilidad del cimiento a torsión. De no efectuarse esta verificación, deberán existir cimientos perpendiculares a separaciones no mayores de las que señala la tabla 8.1.

En la tabla 8.1, el claro máximo permisible se refiere a la distancia entre los ejes de los cimientos perpendiculares, menos el promedio de los anchos medios de éstos.

En todo cimiento deberán colocarse dalas de concreto reforzado, tanto sobre los cimientos sujetos a momento de volteo como sobre los perpendiculares a ellos. Los castillos deben empotrarse en los cimientos no menos de 400 mm.

En el diseño se deberá considerar la pérdida de área debido al cruce de los cimientos.

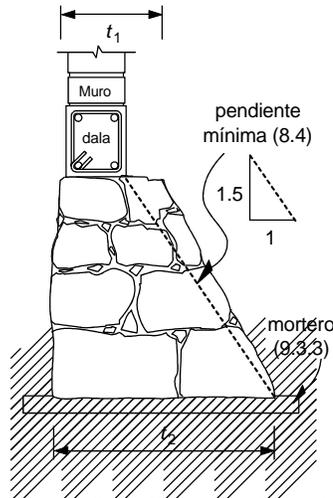


Figura 8.1 Cimiento de piedra

Tabla 8.1 Separación máxima de cimientos perpendiculares a cimientos donde no se revise la estabilidad a torsión

Presión de contacto con el terreno, kg/m <sup>2</sup> (MPa)	Claro máximo, m
menos de 2000 (0.02)	10.0
2000 (0.02) a 2500 (0.025)	9.0
2500 (0.025) a 3000 (0.03)	7.5
3000 (0.03) a 4000 (0.04)	6.0
4000 (0.04) a 5000 (0.05)	4.5

### 8.5 Muros de contención

En el diseño de muros de contención se tomará en cuenta la combinación más desfavorable de cargas laterales y verticales debidas a empuje de tierras, al peso propio del muro, a las demás cargas muertas que puedan obrar y a la carga viva que tienda a disminuir el factor de seguridad contra volteo o deslizamiento.

Los muros de contención se diseñarán con un sistema de drenaje adecuado.

## 9. CONSTRUCCIÓN

### 9.1 Planos de construcción

Adicionalmente a lo establecido en el Reglamento, los planos de construcción deberán señalar, al menos:

- El tipo, dimensiones exteriores e interiores (si aplica) y tolerancias, resistencia a compresión de diseño, absorción, así como el peso volumétrico máximo y mínimo de la pieza. Si es aplicable, el nombre y marca de la pieza.
- El tipo de cementantes a utilizar.
- Características y tamaño de los agregados.
- Proporcionamiento y resistencia a compresión de diseño del mortero para pegar piezas. El proporcionamiento deberá expresarse en volumen y así se deberá indicar en los planos. Si aplica, se incluirá la retención, fluidez, y el consumo de mortero.
- Procedimiento de mezclado y remezclado del mortero.
- Si aplica, proporcionamiento, resistencia a compresión y revenimiento de morteros y concretos de relleno. El proporcionamiento deberá expresarse en volumen. Si se usan aditivos, como superfluidificantes, se deberá señalar su proporcionamiento.
- Tipo, diámetro y grado de las barras de acero de refuerzo.
- Resistencias a compresión y a compresión diagonal de diseño de la mampostería.
- Si aplica, o si se analizó la estructura ante cargas laterales mediante métodos estáticos o dinámicos (sección 3.2.3.2), el módulo de elasticidad y de cortante de diseño de la mampostería.
- Los detalles del refuerzo mediante figuras y/o notas, que incluyan colocación, anclaje, traslape, dobleces.
- Detalles de intersecciones entre muros y anclajes de elementos de fachada.
- Tolerancias de construcción.
- Si aplica, el tipo y frecuencia de muestreo de mortero y mampostería, como se indica en la sección 10.2.2.

### 9.2 Construcción de mampostería de piedras artificiales

#### 9.2.1 Materiales

##### 9.2.1.1 Piezas

Las fórmulas y procedimientos de cálculo especificados en estas disposiciones son aplicables en muros construidos con un mismo tipo de pieza. Si se combinan tipos de pieza, de arcilla, concreto o piedras naturales, se deberá deducir el

comportamiento de los muros a partir de ensayos a escala natural.

Se deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Condición de las piezas. Las piezas empleadas deberán estar limpias y sin rajaduras.
- b) Humedecimiento de las piezas. Todas las piezas de barro deberán saturarse al menos 2 h antes de su colocación. Las piezas a base de cemento deberán estar secas al colocarse. Se aceptará un rociado leve de las superficies sobre las que se colocará el mortero.
- c) Orientación de piezas huecas. Las piezas huecas se deberán colocar de modo que sus celdas y perforaciones sean ortogonales a la cara de apoyo (sección 2.1.1.2).

#### 9.2.1.2 Morteros

Deberán cumplir con lo siguiente:

- a) Mezclado del mortero. Se acepta el mezclado en seco de los sólidos hasta alcanzar un color homogéneo de la mezcla, la cual sólo se podrá usar en un lapso de 24 h. La consistencia del mortero se ajustará tratando de que alcance la mínima fluidez compatible con una fácil colocación. Los materiales se mezclarán en un recipiente no absorbente, prefiriéndose un mezclado mecánico. El tiempo de mezclado, una vez que el agua se agrega, no debe ser menor de 4 min., ni del necesario para alcanzar 120 revoluciones.
- b) Remezclado. Si el mortero empieza a endurecerse, podrá remezclarse hasta que vuelva a tomar la consistencia deseada agregándole un poco de agua si es necesario. Sólo se aceptará un remezclado.
- c) Los morteros a base de cemento ordinario deberán usarse dentro del lapso de 2.5 h a partir del mezclado inicial.
- d) Revenimiento de morteros y concretos de relleno. Se deberán proporcionar de modo que alcancen el revenimiento señalado en los planos de construcción. Se deberán satisfacer los revenimientos y las tolerancias de la sección 2.5.3.

#### 9.2.1.3 Concretos

Los concretos para el colado de elementos de refuerzo, interiores o exteriores al muro, tendrán la cantidad de agua que asegure una consistencia líquida sin segregación de los materiales constituyentes. El tamaño máximo del agregado será de 10 mm.

### 9.2.2 Procedimientos de construcción

#### 9.2.2.1 Juntas de mortero

El mortero en las juntas cubrirá totalmente las caras horizontales y verticales de la pieza. Su espesor será el mínimo que permita una capa uniforme de mortero y la alineación de las piezas. Si se usan piezas de fabricación mecanizada, el espesor de las juntas horizontales no excederá de 12 mm si se coloca refuerzo horizontal en las juntas, ni de 10 mm sin refuerzo horizontal. Si se usan piezas de fabricación artesanal, el espesor de las juntas no excederá de 15 mm. El espesor mínimo será de 6 mm.

#### 9.2.2.2 Aparejo

La unión vertical de la mampostería con los castillos exteriores deberá detallarse para transmitir las fuerzas de corte. Se aceptará que la mampostería se deje dentada o bien, que se coloquen conectores metálicos.

Las fórmulas y procedimientos de cálculo especificados en estas disposiciones son aplicables sólo si las piezas se colocan en forma cuatrapeada (fig. 9.1); para otros tipos de aparejo, el comportamiento de los muros deberá deducirse de ensayos a escala natural.

#### 9.2.2.3 Concreto y mortero de relleno

Los huecos deberán estar libres de materiales extraños y de mortero de la junta. En castillos y huecos interiores se colocará el concreto o mortero de relleno de manera que se obtenga un llenado completo de los huecos. Se admite la compactación del concreto y mortero, sin hacer vibrar excesivamente el refuerzo. El colado de elementos interiores verticales se efectuará en tramos no mayores de:

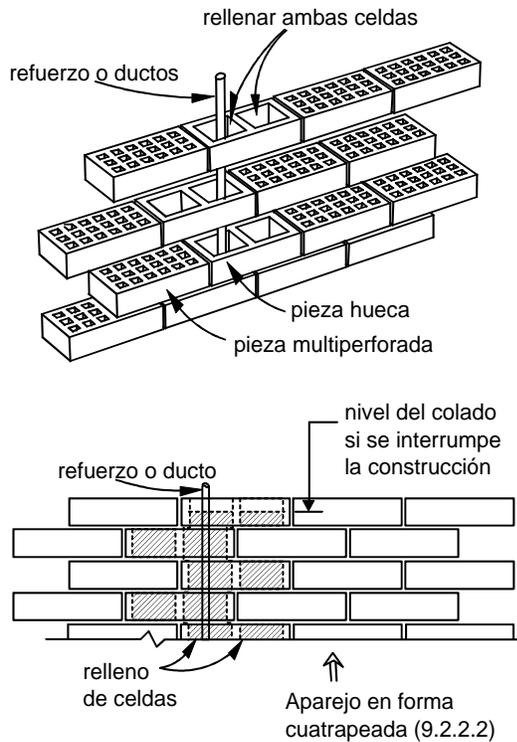
- a) 500 mm, si el área de la celda es de hasta 2500 mm<sup>2</sup>; o
- b) 1.5 m, si el área de la celda es mayor que 2500 mm<sup>2</sup>.

Si por razones constructivas se interrumpiera la construcción del muro en ese día, el concreto o mortero de relleno deberá alcanzar hasta la mitad de la altura de la pieza de la última hilada (fig. 9.1).

No es necesario llenar totalmente las perforaciones de las piezas multiperforadas.

En muros con piezas huecas y multiperforadas sólo se rellenarán las celdas de las primeras (fig. 9.1).

No se permite doblar el refuerzo una vez iniciada la colocación del mortero o concreto.



**Figura 9.1 Relleno de piezas**

#### 9.2.2.4 Refuerzo

El refuerzo se colocará de manera que se asegure que se mantenga fijo durante el colado. El recubrimiento, separación y traslapes mínimos así como el refuerzo horizontal colocado en las juntas serán los que se especifican en la sección 3.3. No se admitirá traslape de barras de refuerzo colocadas en juntas horizontales.

#### 9.2.2.5 Tuberías y ductos

Se deberán instalar sin dañar la mampostería. En mampostería de piezas macizas o huecas con relleno total se admite ranurar el muro para alojar las tuberías y ductos, siempre que:

- La profundidad de la ranura no exceda de la cuarta parte del espesor del muro ( $t/4$ );
- El recorrido sea vertical; y
- El recorrido no sea mayor que la mitad de la altura libre del muro ( $H/2$ ).

En muros con piezas huecas no se podrá alojar tubos o ductos en celdas con refuerzo. Las celdas con tubos y ductos deberán ser rellenas con concreto o mortero de relleno.

No se permite colocar tuberías y ductos en castillos que tengan función estructural, sean exteriores o interiores o en celdas reforzadas verticalmente como las dispuestas en los Capítulos 5 y 6, respectivamente.

#### 9.2.2.6 Construcción de muros

En la construcción de muros, además de los requisitos de las secciones anteriores, se cumplirán los siguientes:

La dimensión de la sección transversal de un muro que cumpla alguna función estructural o que sea de fachada no será menor de 100 mm.

Todos los muros que se toquen o crucen deberán anclarse o ligarse entre sí (secciones 5.1.1, 6.1.2 y 6.1.5), salvo que se tomen precauciones que garanticen su estabilidad y buen funcionamiento.

Las superficies de las juntas de construcción deberán estar limpias y rugosas. Se deberán humedecer en caso de usar piezas de arcilla.

Los muros de fachada que reciban recubrimiento de materiales pétreos naturales o artificiales deberán llevar elementos suficientes de liga y anclaje para soportar dichos recubrimientos.

Durante la construcción de todo muro se tomarán las precauciones necesarias para garantizar su estabilidad en el proceso de la obra, tomando en cuenta posibles empujes horizontales, incluso viento y sismo.

En muros reforzados con mallas de alambre soldado y recubrimiento de mortero, la superficie deberá estar saturada y libre de materiales que afecten la adherencia del mortero.

#### 9.2.2.7 Tolerancias

- En ningún punto el eje de un muro que tenga función estructural distará más de 20 mm del indicado en los planos.
- El desplomo de un muro no será mayor que 0.004 veces su altura ni 15 mm.

### 9.3 Construcción de mampostería de piedras naturales

#### 9.3.1 Piedras

Las piedras que se emplean deberán estar limpias y sin rajaduras. No se emplearán piedras que presentan forma de laja. Las piedras se mojarán antes de usarlas.

#### 9.3.2 Mortero

El mortero se elaborará con la cantidad de agua mínima necesaria para obtener una pasta manejable. Para el

mezclado y remezclado se respetarán los requisitos de la sección 9.2.1.2.

### 9.3.3 Procedimiento constructivo

La mampostería se desplantará sobre una plantilla de mortero o concreto que permita obtener una superficie plana. En las primeras hiladas se colocarán las piedras de mayores dimensiones y las mejores caras de las piedras se aprovecharán para los paramentos. Cuando las piedras sean de origen sedimentario se colocarán de manera que los lechos de estratificación queden normales a la dirección de las compresiones. Las piedras deberán humedecerse antes de colocarlas y se acomodarán de manera de llenar lo mejor posible el hueco formado por las otras piedras. Los vacíos se rellenarán completamente con piedra chica y mortero. Deberán usarse piedras a tizón, que ocuparán por lo menos una quinta parte del área del paramento y estarán distribuidas en forma regular. No deberán existir planos definidos de falla transversales al elemento. Se respetarán, además los requisitos de la sección 9.2.2.6 que sean aplicables.

## 10. INSPECCIÓN Y CONTROL DE OBRA

### 10.1 Inspección

El Director Responsable de Obra deberá supervisar el cumplimiento de las disposiciones constructivas señaladas en los Capítulos 9 y 10.

#### 10.1.1 Antes de la construcción de muros de mampostería

Se deberá verificar que la cimentación se haya construido con las tolerancias señaladas en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, si la cimentación es de concreto, o en la sección 8.4 de estas Normas, si la cimentación es de mampostería.

Se revisará que el refuerzo longitudinal de castillos, o el vertical de muros, esté anclado y en la posición señalada en los planos estructurales. Se hará énfasis que se cumpla con lo señalado en el inciso 3.3.6.6.a.

#### 10.1.2 Durante la construcción

En especial, se revisará que:

- a) Las piezas sean del tipo y tengan la calidad especificados en los planos de construcción.
- b) Las piezas de barro estén sumergidas en agua al menos 2 h antes de su colocación.

- c) Las piezas de concreto estén secas y que se rocíen con agua justo antes de su colocación.
- d) Las piezas estén libres de polvo, grasa, aceite o cualquier otra sustancia o elemento que reduzca la adherencia o dificulte su colocación.
- e) Las barras de refuerzo sean del tipo, diámetro y grado indicado en los planos de construcción.
- f) El aparejo sea cuatrapeado.
- g) Los bordes verticales de muros confinados exteriormente estén dentados o que cuenten con conectores o refuerzo horizontal.
- h) El refuerzo longitudinal de castillos o el interior del muro esté libre de polvo, grasa o cualquier otra sustancia que afecte la adherencia, y que su posición de diseño esté asegurada durante el colado.
- i) No se traslape más del 50 por ciento del acero longitudinal de castillos, dalas o refuerzo vertical en una misma sección.
- j) El refuerzo horizontal sea continuo en el muro, sin traslapes, y anclado en los extremos con ganchos a 90 grados colocados en el plano del muro.
- k) El mortero no se fabrique en contacto con el suelo o sin control de la dosificación.
- l) El relleno de los huecos verticales en piezas huecas de hasta cuatro celdas se realice a la altura máxima especificada en los planos.
- m) Las juntas verticales y horizontales estén totalmente rellenas de mortero.
- n) Si se usan tabiques multiperforados, que el mortero penetre en las perforaciones la distancia indicada en los planos, pero no menos de 10 mm.
- o) El espesor de las juntas no exceda el valor indicado en los planos de construcción.
- p) El desplomo del muro no exceda  $0.004H$  ni 15 mm.
- q) En castillos interiores, el concreto o mortero de relleno haya penetrado completamente, sin dejar huecos.
- r) En muros hechos con tabique multiperforado y piezas huecas (estas últimas para alojar instalaciones o castillos interiores), la pieza hueca esté llena con concreto o mortero de relleno.
- s) En muros reforzados con malla soldada de alambre, los conectores de anclaje estén firmemente instalados en la mampostería y concreto, con la densidad (por metro cuadrado) señalada en los planos de construcción.
- t) Los muros transversales de carga que lleguen a tope estén conectados con el muro ortogonal.
- u) Las aberturas en muros, si así lo señalan los planos, estén reforzadas o confinadas en sus bordes.

- v) Los pretilos cuenten con castillos y dalas o refuerzo interior.

## 10.2 Control de obra

### 10.2.1 Alcance

Las disposiciones de control de obra son aplicables a cada edificación y a cada empresa constructora que participe en la obra. Quedan exentos los siguientes casos:

- a) Edificaciones que cumplan simultáneamente con tener una magnitud (superficie construida) no mayor de 250 m<sup>2</sup>, no más de dos niveles, incluyendo estacionamiento, y que sean de cualquiera de los siguientes géneros (según el artículo 5 del Reglamento): habitación unifamiliar, servicios, industria, infraestructura o agrícola, pecuario y forestal.
- b) Edificaciones de género habitación plurifamiliar con no más de diez viviendas en el predio, incluyendo a las existentes, y no más de dos niveles, incluyendo estacionamiento. Adicionalmente cada vivienda no deberá tener una magnitud (superficie construida) superior a 250 m<sup>2</sup>.

### 10.2.2 Muestreo y ensayos

#### 10.2.2.1 Mortero para pegar piezas

Se tomarán como mínimo tres muestras por cada lote de 3000 m<sup>2</sup> o fracción de muro construido. En casos de edificios que no formen parte de conjuntos, al menos una muestra será de la planta baja en edificaciones de hasta tres niveles, y de la planta baja y primer entrespacio en edificios de más niveles.

Las muestras se tomarán durante la construcción del lote indicado. Cada muestra estará compuesta de tres probetas cúbicas. La elaboración, curado, ensayo y determinación de la resistencia de las probetas se hará según lo especificado en la norma NMX-C-061. Las muestras se ensayarán a los 28 días. Los ensayos se realizarán en laboratorios acreditados por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

#### 10.2.2.2 Mortero y concreto de relleno

Se tomarán como mínimo tres muestras por cada lote de 3000 m<sup>2</sup> o fracción de muro construido. En casos de edificios que no formen parte de conjuntos, al menos una muestra será de la planta baja en edificaciones de hasta tres niveles, y de la planta baja y primer entrespacio en edificios de más niveles.

Las muestras se tomarán durante la construcción del lote indicado. Cada muestra estará compuesta de tres probetas cúbicas en el caso de morteros, y de tres cilindros en el caso de concretos de relleno. La elaboración, curado, ensayo y determinación de la resistencia de las probetas de mortero se hará según lo especificado en la norma NMX-C-061. La elaboración, curado y ensayo de cilindros de concreto de relleno se hará de acuerdo con las normas NMX-C-160 y NMX-C-083-ONNCCE. Las muestras se ensayarán a los 28 días. Los ensayos se realizarán en laboratorios acreditados por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

#### 10.2.2.3 Mampostería

Se tomarán como mínimo tres muestras por cada lote de 3000 m<sup>2</sup> o fracción de muro construido con cada tipo de pieza. En casos de edificios que no formen parte de conjuntos, al menos una muestra será de la planta baja en edificios de hasta tres niveles, y de la planta baja y primer entrespacio si el edificio tiene más niveles. Las muestras se tomarán durante la construcción del lote indicado. Las probetas se elaborarán con los materiales, mortero y piezas, usados en la construcción del lote. Cada muestra estará compuesta por una pila y un murete. Se aceptará elaborar las probetas en laboratorio usando las piezas, la mezcla en seco del mortero y la cantidad de agua empleada en la construcción del lote. La elaboración, curado, transporte, ensayo y determinación de las resistencias de las probetas se hará según lo indicado en las Normas Mexicanas correspondientes. Las muestras se ensayarán a los 28 días. Los ensayos se realizarán en laboratorios acreditados por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

#### 10.2.2.4 Penetración del mortero en piezas multiperforadas

Se aceptará la aplicación de cualquiera de los procedimientos siguientes:

- a) Penetración del mortero. Se determinará la penetración del mortero retirando una pieza multiperforada en un muro de planta baja si el edificio tiene hasta tres niveles, o de planta baja y primer entrespacio si el edificio tiene más niveles.
- b) Consumo de mortero. Se controlará el consumo de mortero que penetra en las perforaciones de las piezas, adicional al colocado en las juntas horizontal y vertical, en todos los muros de planta baja, si el edificio tiene hasta tres niveles, o de planta baja y primer entrespacio si el edificio tiene más niveles.

### 10.2.3 Criterio de aceptación

#### 10.2.3.1 De morteros y mampostería

El criterio de aceptación se basa en que el la resistencia de diseño, especificada en los planos de construcción, sea alcanzada por lo menos por el 98 por ciento de las probetas. Es decir, se deberá cumplir que

$$z^* \geq \frac{\bar{z}}{1 + 2.5 c_z} \quad (10.1)$$

donde

$z^*$  resistencia de diseño de interés ( $f_j^*$  del mortero o del mortero o concreto de relleno,  $f_m^*$  y  $v_m^*$  de la mampostería);

$\bar{z}$  media de las resistencias de las muestras obtenidas según la sección 10.2.2; y

$c_z$  coeficiente de variación de la resistencia de interés de las muestras, que en ningún caso será menor que 0.20 para la resistencia a compresión de los morteros o de los concretos de relleno y que lo indicado en las secciones 2.7.1.1 y 2.7.2.1 para pilas y muretes, respectivamente.

#### 10.2.3.2 De la penetración del mortero en piezas multiperforadas

Si se opta por el inciso 10.2.2.4.a, la penetración media del mortero, tanto en la junta superior como en la inferior de la pieza, será de 10 mm, a menos que los planos de construcción especifiquen otros valores mínimos.

Se aceptará si, aplicando el inciso 10.2.2.4.b, el consumo de mortero varía entre 0.8 y 1.2 veces el consumo indicado en los planos de construcción.

### 10.3 Inspección y control de obra de edificaciones en rehabilitación

Se debe cumplir con lo señalado en las secciones 10.1 y 10.2. Adicionalmente, será necesario respaldar con muestreo y pruebas de laboratorio las características de los materiales utilizados en la rehabilitación, incluyendo las de aquellos productos comerciales que las especifiquen al momento de su compra.

Se deberá verificar la correcta aplicación de las soluciones de proyecto, así como la capacidad, sea resistente o de deformación, de elementos o componentes, tales como los conectores.

La medición de las características dinámicas de una estructura proporciona información útil para juzgar la efectividad de la rehabilitación, cuando ésta incluye refuerzo, adición o retiro de elementos estructurales.

## 11. EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN

### 11.1 Alcance

Estas disposiciones son complementarias al Título VI del Reglamento.

### 11.2 Evaluación

#### 11.2.1 Necesidad de evaluación

Se deberá evaluar la seguridad estructural de una edificación cuando se tengan indicios de que ha sufrido algún daño, presente problemas de servicio o de durabilidad, vaya a sufrir alguna modificación, cambie su uso, o bien, cuando se requiera verificar el cumplimiento del nivel de seguridad establecido en el Título VI del Reglamento.

#### 11.2.2 Proceso de evaluación

El proceso de evaluación deberá incluir:

- a) Investigación y documentación de la estructura, incluyendo daños causados por sismos u otras acciones.
- b) Si es aplicable, clasificación del daño en cada elemento de la edificación (estructural y no estructural) según su severidad y modo de comportamiento.
- c) Si aplica, estudio de los efectos del daño en los elementos estructurales en el desempeño futuro de la edificación.
- d) Determinación de la necesidad de rehabilitar.

#### 11.2.3 Investigación y documentación de la edificación y de las acciones que la dañaron

##### 11.2.3.1 Información básica

Se deberá recolectar información básica de la edificación y de las acciones que la dañaron; en particular se deberá:

- a) Recopilar memorias, especificaciones, planos arquitectónicos y estructurales, así como informes y dictámenes disponibles.
- b) Inspeccionar la edificación, así como reconocer su edad y calidad de la construcción.
- c) Estudiar el reglamento y normas de construcción en vigor a la fecha de diseño y construcción de la estructura.
- d) Determinar las propiedades de los materiales y del suelo.
- e) Definir el alcance y magnitud de los daños.
- f) Tener entrevistas con los propietarios, ocupantes, así como con los constructores y diseñadores originales.

- g) Obtener información sobre las acciones que originaron el daño, tal como su magnitud, duración, dirección, espectros de respuesta u otros aspectos relevantes.

Al menos, se debe realizar una inspección en sitio con el fin de identificar el sistema estructural, su configuración y condición. Si es necesario, se deben retirar los recubrimientos y demás elementos que obstruyan la revisión visual.

#### 11.2.3.2 *Determinación de las propiedades de los materiales*

La determinación de las propiedades de los materiales podrá efectuarse mediante procedimientos no destructivos o destructivos, siempre que por estos últimos no se deteriore la capacidad de los elementos estructurales. En caso de que se tengan daños en la cimentación o modificaciones en la estructura que incidan en ella, será necesario verificar las características del subsuelo mediante un estudio geotécnico.

#### 11.2.4 Clasificación del daño en los elementos de la edificación

##### 11.2.4.1 *Modo de comportamiento*

Atendiendo al modo de comportamiento de los elementos estructurales y no estructurales, se deberá clasificar el tipo y magnitud de daño. El modo de comportamiento se define por el tipo de daño predominante en el elemento. El modo de comportamiento dependerá de la resistencia relativa del elemento a los distintos elementos mecánicos que actúen en él.

##### 11.2.4.2 *Magnitud de daño*

La magnitud o severidad del daño en elementos estructurales se podrá clasificar en cinco niveles:

- Insignificante, que no afecta de manera relevante la capacidad estructural (resistente y de deformación). La reparación será de tipo superficial.
- Ligero, cuando afecta ligeramente la capacidad estructural. Se requieren medidas de reparación sencillas para la mayor parte de elementos y de modos de comportamiento.
- Moderado, cuando afecta medianamente la capacidad estructural. La rehabilitación de los elementos dañados depende del tipo de elemento y modo de comportamiento.
- Severo, cuando el daño afecta significativamente la capacidad estructural. La rehabilitación implica una intervención amplia, con reemplazo o refuerzo de algunos elementos.
- Muy grave, cuando el daño ha deteriorado a la estructura al punto que su desempeño no es confiable.

Abarca el colapso total o parcial. La rehabilitación involucra el reemplazo o refuerzo de la mayoría de los elementos, o incluso la demolición total o parcial.

#### 11.2.5 Evaluación del impacto de elementos dañados en el comportamiento de la edificación

##### 11.2.5.1 *Impacto del daño*

Se deberá evaluar el efecto de grietas u otros signos de daño en el desempeño futuro de una edificación, en función de los posibles modos de comportamiento de los elementos dañados, sean estructurales o no estructurales.

##### 11.2.5.2 *Edificación sin daño estructural*

Si la edificación no presenta daño estructural alguno, se deberán estudiar los diferentes modos posibles de comportamiento de los elementos, y su efecto en el desempeño de la edificación.

##### 11.2.5.3 *Capacidad remanente*

Para evaluar la seguridad estructural de una edificación será necesario determinar la capacidad remanente en cada elemento para cada modo de comportamiento posible o predominante. Dicha capacidad estará definida por el nivel de acciones con el cual el elemento, de la estructura o cimentación, alcanza un primer estado límite de falla o de servicio, dependiendo del tipo de revisión que se lleve a cabo.

##### 11.2.5.4 *Cálculo de la capacidad estructural*

Para obtener la capacidad estructural se podrán usar los métodos de análisis elástico convencionales, así como los requisitos y ecuaciones aplicables de estas Normas o de otras Normas Técnicas Complementarias. Cuando en la inspección en sitio no se observe daño estructural alguno, se puede suponer que la capacidad original del elemento estructural está intacta. En edificaciones con daños estructurales, deberá considerarse la participación de los elementos dañados, afectando su capacidad individual según el tipo y nivel de daño. En edificaciones inclinadas deberá incluirse el efecto del desplomo en el análisis.

##### 11.2.5.5 Consideraciones para evaluar la seguridad estructural

Para evaluar la seguridad estructural de una edificación se deberán considerar, entre otros, su deformabilidad, los defectos e irregularidades en la estructuración y cimentación, el riesgo inherente a su ubicación, la interacción con las estructuras vecinas, la calidad del mantenimiento y el uso a que se destine.

### 11.2.6 Determinación de la necesidad de rehabilitación

#### 11.2.6.1 Daño ligero

Si como resultado del proceso de evaluación de la seguridad estructural se concluye que cumple con la normativa vigente y sólo presenta daños estructurales insignificantes o ligeros, deberá hacerse un proyecto de rehabilitación que considere la restauración o reparación de dichos elementos.

#### 11.2.6.2 Daño mayor

Si se concluye que no cumple con el Reglamento, se presentan daños estructurales moderados o de mayor nivel, o se detectan situaciones que pongan en peligro la estabilidad de la estructura, deberá elaborarse un proyecto de rehabilitación que considere, no sólo la reparación de los elementos dañados, sino la modificación de la capacidad de toda la estructura. La evaluación podrá igualmente recomendar la demolición total o parcial de la estructura.

## 11.3 Rehabilitación

### 11.3.1 Apuntalamiento, rehabilitación temporal y demolición

#### 11.3.1.1 Control del acceso

Si se detectan daños en la estructura que puedan poner en peligro su estabilidad, deberá controlarse el acceso a la misma y proceder a su rehabilitación temporal en tanto se termina la evaluación. En aquellos casos en que los daños hagan inminente el derrumbe total o parcial, con riesgo para las construcciones o vías de comunicación vecinas, será necesario proceder a la demolición urgente de la estructura o de la zona que representa riesgo.

#### 11.3.1.2 Rehabilitación temporal

Cuando el nivel de daños observados en una edificación así lo requiera, será necesario rehabilitar temporalmente, o apuntalar, de modo que se proporcione la rigidez y resistencia provisionales necesarias para la seguridad de los trabajadores que laboren en el inmueble, así como de los vecinos y peatones en las zonas adyacentes. La rehabilitación temporal será igualmente necesaria cuando se efectúen modificaciones a una estructura que impliquen la disminución transitoria de la rigidez o capacidad resistente de algún elemento estructural.

#### 11.3.1.3 Seguridad durante la rehabilitación

Las obras de rehabilitación temporal, o apuntalamiento, deberán ser suficientes para garantizar la estabilidad de la estructura. Antes de iniciar las obras de rehabilitación, deberá demostrarse que el edificio cuenta con la capacidad de soportar simultáneamente las acciones verticales estimadas (cargas muerta y viva) y 30 por ciento de las

accidentales obtenidas de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo con las acciones permanentes previstas durante la ejecución de las obras. Para alcanzar dicha capacidad será necesario, en los casos que se requiera, recurrir a la rigidización temporal de algunas partes de la estructura.

### 11.3.2 Conexión entre elementos existentes y materiales o elementos nuevos

Las conexiones entre elementos existentes y los materiales o elementos nuevos se deben diseñar y ejecutar de manera de alcanzar un comportamiento monolítico y de asegurar la transmisión de fuerzas entre ellos. Se admitirá usar anclas, fijadores o pernos adhesivos o de percusión (estos últimos son instalados mediante cargas explosivas de potencia controlada).

### 11.3.3 Reparación de elementos

#### 11.3.3.1 Alcance

Cuando se requiera recuperar la capacidad original de un elemento será necesaria su reparación o restauración. Aquellos elementos dañados que adicionalmente serán reforzados deberán ser reparados antes.

Conviene hacer notar que el éxito de una reparación, por ejemplo de inyección de grietas, para alcanzar a restituir totalmente la capacidad original del elemento, depende, entre otros factores, de la magnitud del daño y de la calidad de la ejecución. Por tanto, se debe considerar en el análisis y en la evaluación, el nivel de restitución de la capacidad estructural que sea factible alcanzar para el modo de comportamiento, magnitud de daño y calidad de ejecución de la edificación.

#### 11.3.3.2 Reemplazo de piezas, mortero, barras y concreto dañados

En elementos con daño severo y muy grave, puede ser necesario sustituir a los materiales dañados por materiales nuevos, previo apuntalamiento del elemento por reparar. Se deberá promover una buena adherencia entre los materiales existentes y los nuevos, así como pequeños cambios volumétricos debidos a la contracción por fraguado. Se usarán materiales del mismo tipo y con una resistencia al menos igual que la del material original.

#### 11.3.3.3 Reparación de grietas

##### a) Inyección de fluidos

Se podrá recurrir a la inyección de resinas o fluidos a base de polímeros o cementos hidráulicos. No se admitirán inyecciones por el método de vacío.

Los fluidos a base de cementos hidráulicos (lechadas) deberán dosificarse de modo de asegurar que fluyan a través de grietas y vacíos, pero sin aumentar la segregación, sangrado y contracción plástica.

La viscosidad y tipo de la resina epóxica se determinarán en función del ancho de las grietas por obturar y de la absorción de las piezas.

Cuando las grietas tengan un ancho significativo (del orden de 5 mm), se podrán rellenar mediante pedazos de piezas, denominadas rajuelas. Las rajuelas deben acunarse debidamente y deben pegarse con mortero tipo I.

En todos los casos, se debe retirar el acabado del muro cuando menos en los 300 mm adyacentes a la grieta.

#### b) Inserción de piezas metálicas

Se aceptará insertar placas, grapas, pernos u otros elementos metálicos que crucen las grietas. Los elementos metálicos deberán anclarse en la mampostería o en el concreto de modo que puedan desarrollar la fuerza de diseño. Los refuerzos deben dejarse cubiertos de mortero impermeable para protegerlos del intemperismo. Si esta técnica se aplica para reparar daño debido a sismo, se deberán tomar precauciones para evitar el pandeo de las grapas durante los ciclos de desplazamiento.

Se podrá insertar barras metálicas en perforaciones previamente realizadas en la mampostería y que se adhieren a ella mediante lechada que ha sido inyectada en los huecos. La perforación deberá realizarse con equipo que no dañe la mampostería. Las barras podrán ser presforzadas.

#### c) Aplanado sobre malla

Las grietas se podrán reparar por medio de bandas hechas de malla de alambre soldado, conectadas a la mampostería y recubiertas con un aplanado de mortero de algunos centímetros de espesor. Las bandas de malla se deberán anclar a la mampostería de modo que puedan alcanzar la fuerza de diseño.

#### 11.3.3.4 Reparación de daños debidos a corrosión

Se deberá retirar el concreto o la mampostería agrietada y exponer totalmente las barras de refuerzo corroídas y sanas que estén dentro de la zona afectada. Para asegurar la adherencia entre los materiales nuevos, las barras de refuerzo y el concreto o mampostería viejos, se deberán limpiar las barras y las superficies del material existente. Si las barras corroídas han perdido más de un 25 por ciento de su sección transversal, se debe reemplazarlas o bien colocar barras suplementarias ancladas adecuadamente. El concreto o mampostería nueva que se coloque deberá tener una

menor permeabilidad que la de los materiales existentes. Se deberá considerar la conveniencia de proteger de la corrosión al refuerzo expuesto a través de medidas activas o pasivas.

#### 11.3.4 Refuerzo

##### 11.3.4.1 Generalidades

Cuando se requiera modificar las capacidades resistente o de deformación de un elemento estructural, será necesario recurrir a su refuerzo. El refuerzo de un elemento suele producir cambios en su rigidez que deberán tomarse en cuenta en el análisis estructural. Se debe revisar que la modificación de los elementos sujetos a refuerzo no produzca que los elementos no intervenidos alcancen prematuramente, estados límite de servicio o de falla, que puedan conducir a comportamientos desfavorables y no estables. El análisis estructural podrá efectuarse suponiendo el comportamiento monolítico del elemento original y su refuerzo, si el diseño y ejecución de las conexiones entre los materiales así lo aseguran.

##### 11.3.4.2 Encamisado de elementos de concreto y de mampostería

Los elementos de concreto y de mampostería se pueden rehabilitar colocando mallas metálicas o plásticas recubiertas con mortero o bien, encamisando a los elementos con ferrocemento o con materiales plásticos adheridos con resinas.

En el diseño, detallado y construcción de encamisados con mortero o ferrocemento se aplicará lo indicado en las secciones 3.3.6.5, 5.4.4, y en el Capítulo 9 de estas Normas.

Cuando el refuerzo de un elemento estructural se realice mediante encamisado con elementos hechos con fibras de materiales plásticos, deberá prepararse la superficie del elemento para que sea lisa y se deben retirar los recubrimientos que afecten la adherencia de los materiales plásticos y las resinas. Las aristas de los elementos deben redondearse para evitar la rotura de las fibras. Se debe garantizar la compatibilidad entre las resinas y fibras usadas. Se deberán recubrir con un material protector aquellos elementos que estén expuestos directamente a la radiación solar y que en su encamisado se hayan usado resinas degradables con los rayos ultravioleta.

##### 11.3.4.3 Adición de elementos confinantes de concreto reforzado

Se pueden construir en aquellas edificaciones que no tengan castillos o dalas, o bien cuando los castillos o dalas no cumplan con los requisitos señalados en las secciones 3.3 y 5.1 de estas Normas. En el diseño, detallado y construcción de los nuevos castillos y dalas se deberá seguir lo indicado en las secciones 3.3, 5.1 y el Capítulo 9. Se deberá anclar el

refuerzo longitudinal de manera que alcance su esfuerzo de fluencia especificado.

#### 11.3.4.4 Adición o retiro de muros

Será necesario adicionar o retirar muros cuando se requiera corregir irregularidades o defectos en la estructuración, reforzar la edificación en su conjunto o efectuar una modificación del proyecto original. En el diseño deberá cuidarse que la rigidez de los nuevos elementos sea compatible con la de la estructura original si se desea un trabajo conjunto. Requiere especial atención el diseño de las conexiones entre los nuevos elementos y la estructura original. Asimismo, deberá revisarse la transmisión de las cargas a la cimentación, lo que frecuentemente puede llevar también a la necesidad de modificarla.

Si se colocan muros diafragma de mampostería se deberá cumplir con lo señalado en el Capítulo 4 de estas Normas.

#### 11.3.5 Construcción, supervisión y control de calidad

Los trabajos de rehabilitación deberán satisfacer las disposiciones del Capítulo 9. La inspección y control de calidad deben cumplir con lo señalado en el Capítulo 10 de estas Normas.

## APÉNDICE NORMATIVO A – CRITERIO DE ACEPTACIÓN DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS A BASE DE MAMPOSTERÍA DISEÑADOS POR SISMO

### A.1 Definiciones

#### *Distorsión*

Rotación del eje vertical del muro bajo carga lateral, con respecto a la vertical. Se puede obtener dividiendo el desplazamiento lateral aplicado a nivel de losa entre la altura del entrepiso.

#### *Espécimen*

Estructura probada en el laboratorio que representa el arreglo común del refuerzo y condiciones de borde.

#### *Resistencia*

Máxima capacidad de carga en un ciclo o para una distorsión determinada. Puede ser medida o calculada.

#### *Energía disipada equivalente*

Cociente de la energía disipada del espécimen sometido a deformaciones laterales cíclicas reversibles y de la energía disipada ideal. Se calcula como el área contenida por la curva histerética para ese ciclo dividida entre el área

circunscrita por los paralelogramos definidos por la rigidez del primer ciclo y la carga máxima del ciclo para el cual se calcula la energía disipada equivalente.

#### *Rigidez de ciclo*

Pendiente de la secante que une los puntos de máxima distorsión, en sentidos positivo y negativo, para un mismo ciclo.

### A.2 Notación

$H$  altura no restringida del muro

$R$  resistencia lateral calculada del espécimen

$R_a$  resistencia lateral aproximada del espécimen

$R_{max}$  resistencia (carga lateral máxima) del espécimen medida en laboratorio

$\Delta$  desplazamiento lateral aplicado en la parte superior del espécimen

$\lambda$  factor de sobrerresistencia de las conexiones

$\theta$  distorsión

### A.3 Alcance

En este apéndice se establece el criterio de aceptación de sistemas constructivos a base de muros de mampostería que sean diseñados para resistir las fuerzas inducidas por los sismos. La aceptación se apoya en evidencia experimental de su desempeño, así como en análisis matemáticos.

El comportamiento del sistema constructivo evaluado deberá ser, al menos, igual al exhibido por la mampostería diseñada y construida según las modalidades de estas Normas, y hecha con piezas macizas o huecas.

Se deberá establecer, mediante las pruebas de laboratorio de los especímenes, la resistencia a carga lateral, la capacidad de desplazamiento lateral, la capacidad de disipación de energía y la rigidez lateral.

El espécimen de prueba deberá mantener su integridad estructural y su capacidad de carga vertical a distorsiones al menos iguales a 0.006 para piezas macizas y 0.004 para piezas huecas.

### A.4 Criterio de diseño de los especímenes

Antes de realizar las pruebas, se deberá contar con un proceso de diseño, en cuyo desarrollo se hayan incluido el comportamiento no lineal de los materiales, el efecto de conexiones y refuerzo, así como la influencia de las cargas cíclicas reversibles. Si el desarrollo del proceso requiere de pruebas preliminares, éstas no serán parte de las pruebas para aceptación objeto del Apéndice.

Los especímenes se diseñarán con este proceso de diseño. Se determinará la resistencia lateral calculada,  $R$ , a partir de las propiedades geométricas especificadas, de los esfuerzos especificados de fluencia del acero, de las resistencias especificadas de la mampostería y concreto (si aplica), de un análisis de compatibilidad de deformación y usando un factor de reducción unitario.

Se diseñarán los especímenes de manera que tal que la resistencia lateral asociada a la falla de la conexión más débil sea  $\lambda$  veces la resistencia lateral aproximada del espécimen,  $R_a$ . El término conexión se refiere, por ejemplo, a la unión entre muros transversales u oblicuos, a la unión del espécimen con la cimentación y con sistemas de piso o techo, y a la unión entre elementos que proporcionan resistencia, rigidez o confinamiento, como es el caso de castillos en la mampostería confinada. El valor mínimo del factor de sobrerresistencia de las conexiones,  $\lambda$ , será 1.3.

La resistencia lateral aproximada del espécimen,  $R_a$ , se calculará usando el proceso de diseño del sistema, a partir de las propiedades geométricas y mecánicas reales (medidas), con un factor de reducción unitario, incluyendo, si aplica, los efectos de endurecimiento por deformación del acero.

### A.5 Especímenes de pruebas

Se probará, al menos, un espécimen para cada configuración característica del refuerzo, o condiciones de borde.

Los especímenes se diseñarán y construirán a una escala que permita reproducir fielmente los fenómenos de transmisión de carga, en particular en las conexiones y bordes. La menor escala permitida será un medio.

Se deberán reproducir las condiciones de borde (restricciones a giros o desplazamientos) de la configuración estudiada.

### A.6 Laboratorio

Las pruebas se llevarán a cabo en un laboratorio de reconocido prestigio y que cuente con equipos calibrados. El programa experimental y los análisis de datos deberán ser revisados por el Comité Asesor en Seguridad Estructural del Gobierno del Distrito Federal.

### A.7 Protocolo de ensayo

Los especímenes serán probados bajo la serie de ciclos a deformación controlada de la figura A.1. Las pruebas se harán bajo una carga vertical constante que represente las acciones permanentes del Reglamento consistentes con el uso que se pretende dar al sistema constructivo, así como con la magnitud (número de niveles). Para cada distorsión se aplicarán dos ciclos. Los dos primeros pares de ciclos se aplicarán controlando por carga, y corresponderán a la

cuarta parte y a la mitad de la menor de la carga calculada de agrietamiento inclinado del muro o de fluencia del refuerzo vertical. El tercer par de ciclos corresponderá al primer agrietamiento inclinado o a la primera fluencia del muro, lo que ocurra primero. A partir de ahí se aplicarán las distorsiones de la figura A.1 hasta alcanzar, al menos, una distorsión de 0.006 si se usan piezas macizas o de 0.004 si se usan piezas huecas.

Durante los ensayos se llevará, al menos, un registro gráfico continuo de la curva carga lateral–distorsión, uno fotográfico del espécimen al término de cada pareja de ciclos a misma distorsión y uno escrito con la fecha de prueba, operador y la información de los sucesos relevantes ocurridos durante el ensayo, tales como agrietamientos, desconchamientos, fracturas, ruidos, fugas de aceite, y otros.

### A.8 Informe de pruebas

El informe de las pruebas deberá contener, como mínimo, lo siguiente:

A.8.1 Teoría usada para calcular la resistencia (con factor de reducción unitario) y el valor predicho. Si se espera más de un modo de falla, se deberán incluir las teorías y resistencias asociadas.

A.8.2 Detalles de los especímenes ensayados (dimensiones, cuantía y detallado de refuerzo), así como de la construcción. Se deberán incluir figuras claras e ilustrativas.

A.8.3 Propiedades de los materiales, tanto aquéllas especificadas en el diseño, como las medidas mediante probetas en el laboratorio.

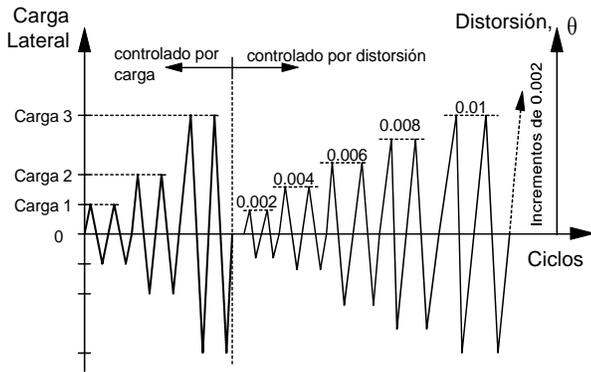
A.8.4 Descripción del arreglo para aplicación de la carga, con fotos o figuras.

A.8.5 Tipo, localización y propósito de los sensores usados en la instrumentación. Se deberán incluir, si aplica, las características del sistema de captura de datos. Se presentarán fotos y figuras.

A.8.6 Gráfica de la historia de distorsiones aplicada al espécimen.

A.8.7 Descripción del desempeño observado durante los experimentos, con fotos del espécimen inmediatamente después de algún suceso relevante. Al menos se incluirán fotos correspondientes al primer agrietamiento inclinado, a la formación de un patrón estable de agrietamiento, a la distorsión asociada a la resistencia medida, a la distorsión asociada a una caída del 20 por ciento de la resistencia medida y al final de la prueba.

A.8.8 Gráfica de la curva carga lateral–distorsión.



Carga 1 = 0.25 veces la carga calculada de agrietamiento o fluencia  
 Carga 2 = 0.5 veces la carga calculada de agrietamiento o fluencia  
 Carga 3 = carga de agrietamiento o primera fluencia (experimental)

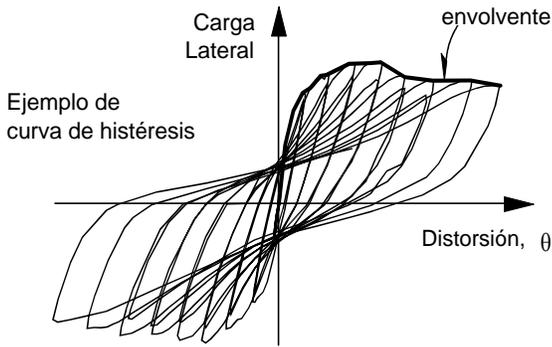


Figura A.1 Historia de carga y curva carga lateral-distorsión

A.8.9 Gráfica de la curva energía disipada equivalente-distorsión

A.8.10 Gráfica de la curva rigidez de ciclo-distorsión.

A.8.11 Fecha de la prueba, nombre del laboratorio, operadores y autores, supervisor (corresponsable en seguridad estructural) y patrocinador.

**A.9 Criterio de aceptación**

Se considerará que el desempeño del espécimen es satisfactorio si se cumplen todos los criterios siguientes en ambos sentidos de comportamiento cíclico:

A.9.1 El espécimen alcanza una resistencia,  $R_{max}$ , igual o superior a la calculada,  $R$ , para una distorsión menor o igual

que 0.006 para piezas macizas y 0.004 para piezas huecas (fig. A.2).

A.9.2 La resistencia medida,  $R_{max}$ , es menor que  $\lambda R$  (fig. A.2), donde  $\lambda$  es el factor de sobrerresistencia para las conexiones descrito en A.4.

A.9.3 Las características del segundo ciclo a una distorsión de 0.006 para piezas macizas y 0.004 para piezas huecas satisfacen que:

- a) La carga máxima sea al menos igual a  $0.8R_{max}$  en el mismo sentido de carga (fig. A.2).
- b) La energía disipada equivalente no sea menor que 0.15 (fig. A.3).
- c) La rigidez de ciclo para la distorsión de 0.006 para piezas macizas y 0.004 para piezas huecas no sea menor de 0.1 veces la rigidez de ciclo calculada a partir del primer ciclo aplicado en el experimento (fig. A.3).

Si cualquiera de los especímenes no satisface lo indicado o la falla es en las conexiones, se considerará que el sistema constructivo no cumple con el criterio de aceptación.

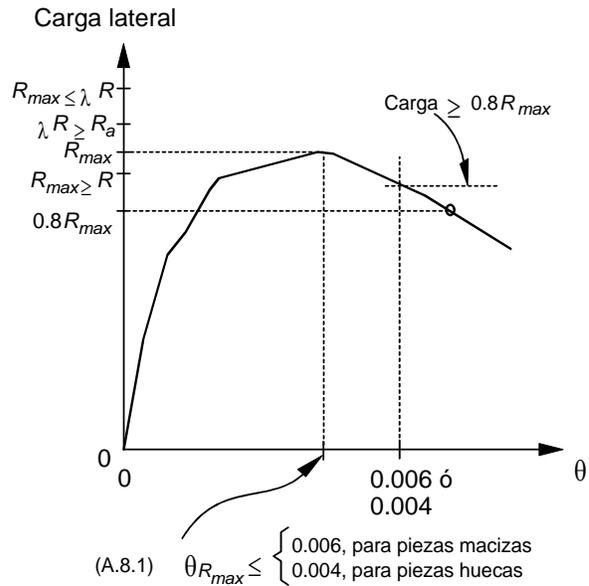


Figura A.2 Envoltura de la curva carga lateral-distorsión

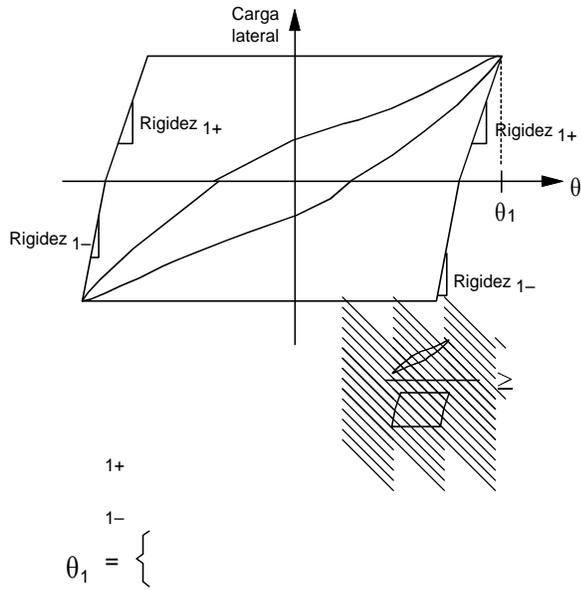


Figura A.3 Definición de energía disipada equivalente

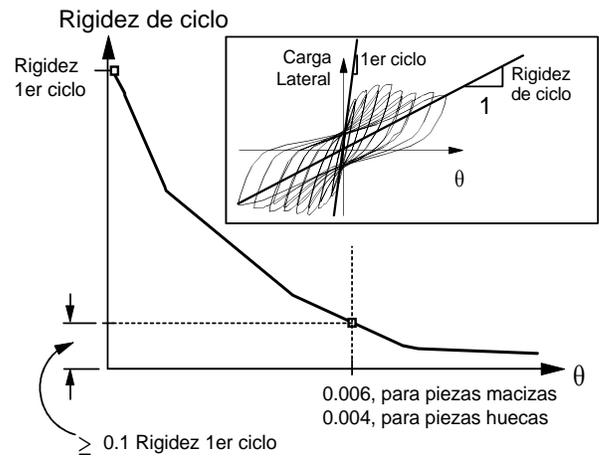


Figura A.4 Degradación de rigidez de ciclo

## ÍNDICE

Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo.....	2	6. CONDICIONES DE REGULARIDAD.....	8
NOTACIÓN.....	2	6.1 Estructura regular.....	8
1. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO.....	2	6.2 Estructura irregular.....	9
1.1 Propósito.....	2	6.3 Estructura fuertemente irregular.....	9
1.2 Condiciones de análisis y diseño.....	2	6.4 Corrección por irregularidad.....	9
1.3 Muros divisorios, de fachada y de colindancia.....	3	7. MÉTODO SIMPLIFICADO DE ANÁLISIS.....	9
1.3.1 Muros que contribuyan a resistir fuerzas laterales.....	3	8. ANÁLISIS ESTÁTICO.....	9
1.3.2 Muros que no contribuyan a resistir fuerzas laterales.....	3	8.1 Fuerzas cortantes.....	9
1.4 Zonificación.....	3	8.2 Reducción de las fuerzas cortantes.....	10
1.5 Coeficiente sísmico.....	3	8.3 Péndulos invertidos.....	10
1.6 Reducción de fuerzas sísmicas.....	3	8.4 Apéndices y diafragmas.....	10
1.7 Combinación de acciones.....	5	8.5 Efectos de torsión.....	10
1.8 Revisión de desplazamientos laterales.....	5	8.6 Efectos de segundo orden.....	11
1.9 Holguras en vidrios.....	5	8.7 Efectos bidireccionales.....	11
1.10 Separación de edificios colindantes.....	5	8.8 Comportamiento asimétrico.....	11
1.11 Estructuras especiales.....	5	9. ANÁLISIS DINÁMICO.....	11
1.12 Estructuras con sistemas no convencionales de resistencia sísmica.....	6	9.1 Análisis modal.....	11
2. ELECCIÓN DEL TIPO DE ANÁLISIS.....	6	9.2 Análisis paso a paso.....	12
2.1 Método simplificado de análisis.....	6	9.3 Revisión por cortante basal.....	12
2.2 Análisis estático y dinámico.....	6	9.4 Efectos bidireccionales.....	12
3. ESPECTROS PARA DISEÑO SÍSMICO.....	6	10. ANÁLISIS Y DISEÑO DE OTRAS CONSTRUCCIONES NUEVAS.....	12
4. REDUCCIÓN DE FUERZAS SÍSMICAS Y DESPLAZAMIENTOS.....	7	10.1 Tanques, péndulos invertidos y chimeneas.....	12
4.1 Factor de reducción.....	7	10.2 Muros de contención.....	12
5. FACTOR DE COMPORTAMIENTO SÍSMICO..	7	11. ESTRUCTURAS EXISTENTES.....	12
5.1 Requisitos para $Q = 4$ .....	7	APÉNDICE NORMATIVO A.....	13
5.2 Requisitos para $Q = 3$ .....	8	A.1 Alcance.....	13
5.3 Requisitos para $Q = 2$ .....	8	A.2 Notación adicional.....	13
5.4 Requisitos para $Q = 1.5$ .....	8	A.3 Espectros para diseño sísmico.....	14
5.5 Requisitos para $Q = 1$ .....	8	A.4 Revisión de desplazamientos laterales.....	15
		A.5 Tipo de análisis.....	15
		A.6 Interacción suelo-estructura.....	16
		A.6.1 Análisis estático.....	16
		A.6.2 Análisis dinámico modal.....	17
		A.6.3 Periodo y amortiguamiento efectivos.....	17
		A.6.4 Rigideces y amortiguamientos de la cimentación..	17

## Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo

### NOTACIÓN

Cada símbolo empleado en estas Normas se define donde aparece por primera vez.

$a$	ordenada de los espectros de diseño, como fracción de la aceleración de la gravedad
$a_o$	valor de $a$ que corresponde a $T = 0$
$B_v$	base del tablero de vidrio
$b$	dimensión de la planta del entrepiso que se analiza, medida perpendicularmente a la dirección de análisis
$c$	coeficiente sísmico
$c'$	factor por el que se multiplican los pesos de los apéndices a la altura de desplante
$d$	diferencia en valores de los cocientes $a/Q'$ , expresados como fracción de la gravedad, que sería necesario aplicar en cada uno de los dos sentidos opuestos de una dirección dada, para que la estructura fallara o fluyera plásticamente
$e_s$	excentricidad torsional
$F_{AE}$	factor de área efectiva de muros de carga
$F_i$	fuerza lateral que actúa en el $i$ -ésimo nivel
$f$	inclinación de una estructura con respecto a la vertical, dividida entre su altura
$g$	aceleración de la gravedad
$H$	altura de un entrepiso
$H_v$	altura de un tablero de vidrio
$h$	altura, sobre el terreno, de la masa para la que se calcula una fuerza horizontal
$k_1, k_2$	variables para el cálculo de fuerzas laterales con el método estático
$L$	longitud de un muro
$Q$	factor de comportamiento sísmico, independiente de $T$
$Q'$	factor de reducción de las fuerzas sísmicas con fines de diseño, función del periodo natural
$q$	$= (T_b/T)^r$
$r$	exponente en las expresiones para el cálculo de las ordenadas de los espectros de diseño
$r_o$	radio de giro de la masa en péndulos invertidos
$S$	respuesta de la estructura como combinación de las respuestas modales
$S_i$	respuesta de la estructura en el modo natural de vibración $i$
$T$	periodo natural de vibración de la estructura

$T_a, T_b$	periodos característicos de los espectros de diseño
$u$	giro del extremo superior del elemento resistente de péndulos invertidos
$V$	fuerza cortante horizontal en el nivel que se analiza
$V_o$	fuerza cortante horizontal en la base de la construcción
$W$	peso de la construcción arriba del nivel que se considera, incluyendo la carga viva que se especifica en las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones
$[W]$	matriz de pesos de las masas de las estructuras
$W_{ei}$	peso modal efectivo del modo $i$ -ésimo
$W_i$	peso de la $i$ -ésima masa.
$W_o$	valor de $W$ en la base de la estructura
$x$	desplazamiento lateral del extremo superior del elemento resistente en péndulos invertidos
$x_i$	desplazamiento lateral del nivel $i$ relativo a la base de la estructura
$\Delta$	desplazamiento lateral relativo entre dos niveles
$\{\phi_i\}$	vector de amplitudes del $i$ -ésimo modo natural de vibrar de la estructura

## 1. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

### 1.1 Propósito

Los requisitos de estas Normas tienen como propósito obtener una seguridad adecuada tal que, bajo el sismo máximo probable, no habrá fallas estructurales mayores ni pérdidas de vidas, aunque pueden presentarse daños que lleguen a afectar el funcionamiento del edificio y requerir reparaciones importantes.

El Director Responsable de Obra, de acuerdo con el propietario, puede decidir que se diseñe el edificio para que satisfaga requisitos más conservadores que los aquí establecidos, con el fin de reducir la posibilidad de pérdidas económicas en la construcción a cambio de una inversión inicial mayor.

### 1.2 Condiciones de análisis y diseño

Las estructuras se analizarán bajo la acción de dos componentes horizontales ortogonales no simultáneos del movimiento del terreno. Las deformaciones y fuerzas internas que resulten se combinarán entre sí como lo

especifican estas Normas, y se combinarán con los efectos de fuerzas gravitacionales y de las otras acciones que correspondan, según los criterios que establecen las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones.

Según sean las características de la estructura de que se trate, ésta podrá analizarse por sismo mediante el método simplificado, el método estático o uno de los dinámicos, que describen los Capítulos 7 a 9, respectivamente, con las limitaciones que se establecen en el Capítulo 2. Además, para estructuras ubicadas en las zonas II y III será factible aplicar el método de análisis del Apéndice Normativo A.

En el análisis se tendrá en cuenta la contribución a la rigidez de todo elemento, estructural o no, que sea significativa. Con las salvedades que corresponden al método simplificado de análisis, se calcularán las fuerzas sísmicas, deformaciones y desplazamientos laterales de la estructura, incluyendo sus giros por torsión y teniendo en cuenta los efectos de flexión de sus elementos y, cuando sean significativos, los de fuerza cortante, fuerza axial y torsión de los elementos, así como los efectos geométricos de segundo orden, entendidos éstos últimos como los que producen las fuerzas gravitacionales que actúan en la estructura deformada por la acción de dichas fuerzas y de las laterales.

Se verificará que la estructura y su cimentación no rebasen ningún estado límite de falla o de servicio a que se refiere el Reglamento.

Para el diseño de todo muro, columna o contraviento que contribuya en más del 35 por ciento a la resistencia total en fuerza cortante, momento torsionante o momento de volteo de un entrepiso dado, se adoptarán factores de resistencia 20 por ciento inferiores a los que le corresponderían de acuerdo con las Normas correspondientes.

### 1.3 Muros divisorios, de fachada y de colindancia

Tratándose de muros de mampostería divisorios, de fachada o de colindancia, se deberá observar lo dispuesto en las secciones siguientes.

#### 1.3.1 Muros que contribuyan a resistir fuerzas laterales

Los muros que contribuyan a resistir fuerzas laterales se ligarán adecuadamente a los marcos estructurales o a castillos y dadas en todo el perímetro del muro; su rigidez se tomará en cuenta en el análisis sísmico y se verificará su resistencia de acuerdo con las Normas correspondientes. Los castillos y dadas de estos muros, a su vez estarán ligados a los marcos. Se verificará que las vigas o losas y columnas resistan la fuerza cortante, el momento flexionante, las fuerzas axiales y, en su caso, las torsiones que induzcan los muros en ellas. Se verificará, asimismo, que las uniones entre elementos estructurales resistan dichas acciones.

#### 1.3.2 Muros que no contribuyan a resistir fuerzas laterales

Cuando los muros no contribuyan a resistir fuerzas laterales, se sujetarán a la estructura de manera que no restrinjan la deformación de ésta en el plano del muro, pero a la vez que se impida el volteo de estos muros en dirección normal a su plano. Preferentemente estos muros serán de materiales flexibles.

### 1.4 Zonificación

Para los efectos de estas Normas se considerarán las zonas del Distrito Federal que fija el **Artículo 179** del Reglamento. Adicionalmente, la zona III se dividirá en cuatro subzonas (III<sub>a</sub>, III<sub>b</sub>, III<sub>c</sub> y III<sub>d</sub>), según se indica en la figura 1.1.

### 1.5 Coeficiente sísmico

El coeficiente sísmico,  $c$ , es el cociente de la fuerza cortante horizontal que debe considerarse que actúa en la base de la edificación por efecto del sismo,  $V_o$ , entre el peso de la edificación sobre dicho nivel,  $W_o$ .

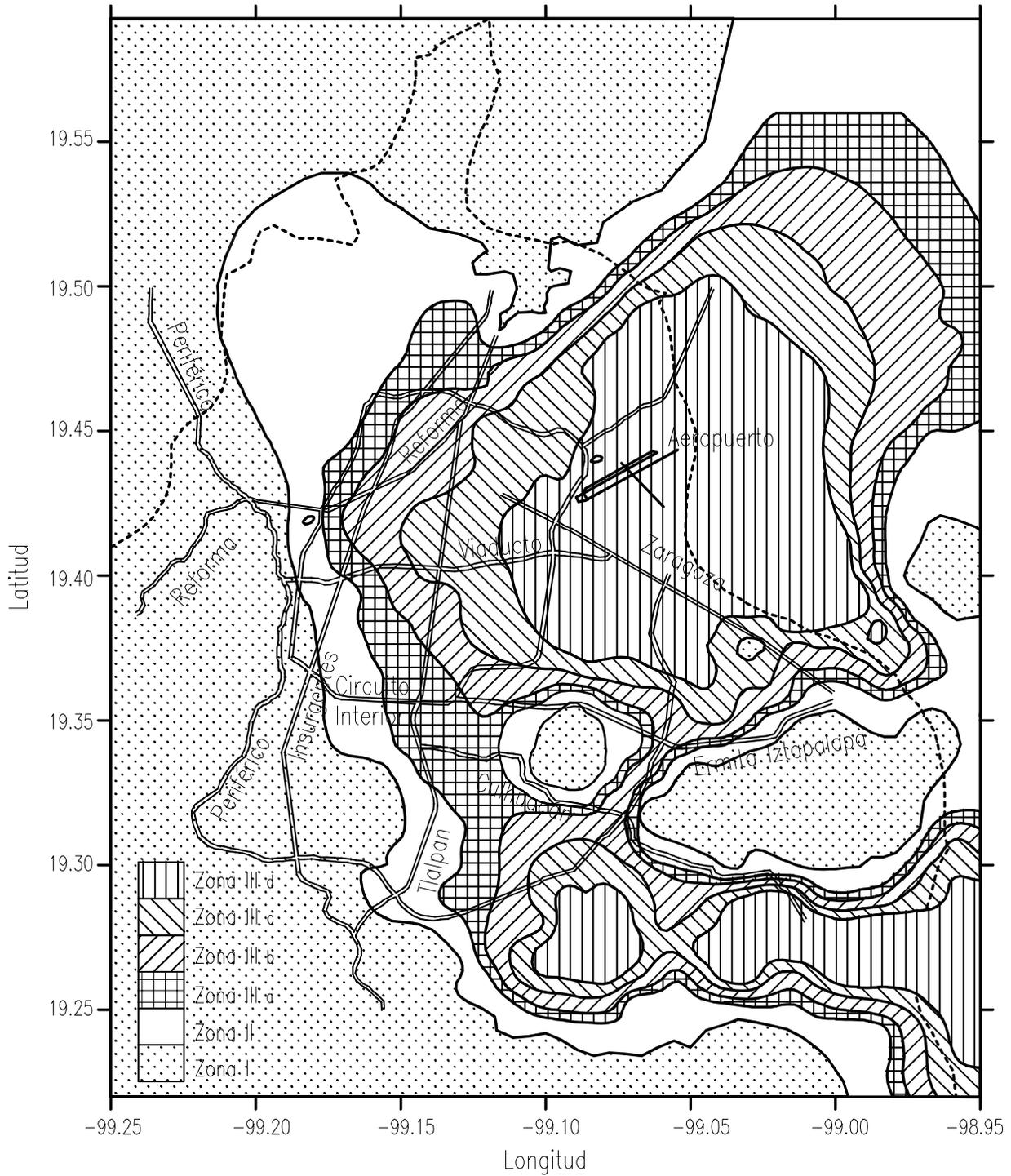
Con este fin se tomará como base o desplante de la estructura el nivel a partir del cual sus desplazamientos con respecto al terreno circundante comienzan a ser significativos. Para calcular el peso total se tendrán en cuenta las cargas muertas y vivas que correspondan, según las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones.

El coeficiente sísmico para las edificaciones clasificadas como del grupo B en el **Artículo 148** del Reglamento se tomará igual a 0.16 en la zona I, 0.32 en la II, 0.40 en las zonas III<sub>a</sub> y III<sub>c</sub>, 0.45 en la III<sub>b</sub> y 0.30 en la III<sub>d</sub> (ver tabla 3.1), a menos que se emplee el método simplificado de análisis, en cuyo caso se aplicarán los coeficientes que fija el Capítulo 7 (tabla 7.1). Para las estructuras del grupo A se incrementará el coeficiente sísmico en 50 por ciento.

### 1.6 Reducción de fuerzas sísmicas

Cuando se aplique el método estático o un método dinámico para análisis sísmico, las fuerzas sísmicas calculadas podrán reducirse con fines de diseño empleando para ello los criterios que fija el Capítulo 4, en función de las características estructurales y del terreno.

Los coeficientes que se especifican para la aplicación del método simplificado de análisis toman en cuenta todas las reducciones que procedan por los conceptos mencionados; por ello, las fuerzas sísmicas calculadas por este método no deben sufrir reducciones adicionales.



**Figura 1.1** Zonificación del DF para fines de diseño por sismo

## 1.7 Combinación de acciones

Se verificará que tanto la estructura como su cimentación resistan las fuerzas cortantes y axiales, momentos torsionantes de entrepiso y momentos de volteo inducidos por sismo, combinados con los que correspondan a otras solicitaciones y afectados del factor de carga correspondiente, según las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones.

## 1.8 Revisión de desplazamientos laterales

Las diferencias entre los desplazamientos laterales de pisos consecutivos producidos por las acciones sísmicas, calculados con alguno de los métodos de análisis sísmico que se describen en los Capítulos 8 y 9 y teniendo en cuenta lo dispuesto en la sección 1.6, no excederán 0.006 veces la diferencia de elevaciones correspondientes, salvo que no haya elementos incapaces de soportar deformaciones apreciables, como muros de mampostería, o éstos estén separados de la estructura principal de manera que no sufran daños por sus deformaciones. En tal caso, el límite en cuestión será de 0.012. El desplazamiento será el que resulte del análisis con las fuerzas sísmicas reducidas según los criterios que se fijan en el Capítulo 4, multiplicado por el factor de comportamiento sísmico,  $Q$ . Este mismo desplazamiento se empleará para la revisión del cumplimiento de los requisitos de holguras de vidrios y de separación de edificios colindantes de las secciones 1.9 y 1.10, respectivamente.

Cuando se aplique el método de análisis del Apéndice Normativo A, se observarán los límites que ahí se establecen para los desplazamientos.

Al calcular los desplazamientos mencionados arriba pueden descontarse los debidos a la flexión de conjunto de la estructura.

En edificios en que la resistencia sísmica sea proporcionada esencialmente por sistemas de losas planas y columnas, no se excederá en ningún caso el límite de 0.006, calculado como se indica en el párrafo inicial de esta sección.

Para edificios estructurados con muros de carga de mampostería se observarán los límites fijados en las Normas correspondientes.

## 1.9 Holguras en vidrios

En fachadas tanto interiores como exteriores, la colocación de los vidrios en sus marcos o la liga de éstos con la estructura, serán tales que las deformaciones de ésta no afecten a los vidrios. La holgura que debe dejarse entre vidrios y marcos o entre éstos y la estructura no será menor que el desplazamiento relativo entre los extremos del tablero

o marco, calculado a partir de la deformación por cortante de entrepiso y dividido entre  $1+H_v/B_v$ , donde  $B_v$  es la base del tablero o marco y  $H_v$  su altura.

## 1.10 Separación de edificios colindantes

Toda edificación deberá separarse de sus linderos con los predios vecinos una distancia no menor de 50 mm, ni menor que el desplazamiento horizontal calculado para el nivel de que se trate, aumentado en 0.001, 0.003 ó 0.006 veces la altura de dicho nivel sobre el terreno, en las zonas I, II ó III, respectivamente. En este caso deben incluirse los desplazamientos debidos a la flexión de conjunto de la estructura.

En caso de que en un predio adyacente se encuentre una construcción que esté separada del lindero una distancia menor que la antes especificada, deberá dejarse en la nueva construcción una distancia tal que la separación entre las dos construcciones no sea menor de la suma de las requeridas para cada una, según esta sección. Sólo será admisible dejar la separación requerida para la construcción nueva, cuando se tomen precauciones que, a satisfacción de la Administración, garanticen evitar daños por el posible contacto entre las dos construcciones durante un sismo.

Si se emplea el método simplificado de análisis sísmico, la separación mencionada no será, en ningún nivel, menor de 50 mm, ni menor que la altura del nivel sobre el terreno multiplicada por 0.007, 0.009 ó 0.012, según que la edificación se halle en las zonas I, II ó III, respectivamente.

La separación entre cuerpos de un mismo edificio o entre edificios adyacentes será cuando menos igual a la suma de las que corresponden a cada uno, de acuerdo con los párrafos precedentes.

Podrá dejarse una separación igual a la mitad de dicha suma si los dos cuerpos tienen la misma altura y estructuración y, además, las losas coinciden a la misma altura, en todos los niveles. En los planos arquitectónicos y en los estructurales se anotarán las separaciones que deben dejarse en los linderos y entre cuerpos de un mismo edificio.

Los espacios entre edificaciones colindantes y entre cuerpos de un mismo edificio deben quedar libres de todo material. Si se usan tapajuntas, éstas deben permitir los desplazamientos relativos, tanto en su plano como perpendicularmente a él.

## 1.11 Estructuras especiales

El análisis y diseño estructurales de puentes, tanques, chimeneas, silos, muros de contención y otras construcciones que no sean edificios, así como de construcciones industriales complejas, se harán de acuerdo con lo que marca el Capítulo 10 de estas Normas y, en los

aspectos no cubiertos por las mismas, se harán de manera congruente con ellas, previa aprobación de la Administración.

### 1.12 Estructuras con sistemas no convencionales de resistencia sísmica

Cuando la estructura se aisle sísmicamente en su base, o se adopten dispositivos especiales capaces de disipar energía por amortiguamiento o comportamiento inelástico, podrán emplearse criterios de diseño sísmico que difieran de los aquí especificados, pero congruentes con ellos, si se demuestran, a satisfacción de la Administración, tanto la eficacia de los dispositivos o soluciones estructurales, como la validez de los valores del amortiguamiento y del factor de comportamiento sísmico que se propongan.

## 2. ELECCIÓN DEL TIPO DE ANÁLISIS

Según sean las características de la estructura de que se trate, ésta podrá analizarse por sismo mediante el método simplificado, el método estático o uno de los dinámicos que se describen en los Capítulos 7 a 9 o en el apéndice normativo A, con las limitaciones que se establecen a continuación.

### 2.1 Método simplificado de análisis

El método simplificado a que se refiere el Capítulo 7 será aplicable al análisis de edificios que cumplan simultáneamente los siguientes requisitos:

- En cada planta, al menos el 75 por ciento de las cargas verticales estarán soportadas por muros ligados entre sí mediante losas monolíticas u otros sistemas de piso suficientemente resistentes y rígidos al corte. Dichos muros tendrán distribución sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales y deberán satisfacer las condiciones que establecen las Normas correspondientes. Para que la distribución de muros pueda considerarse sensiblemente simétrica, se deberá cumplir en dos direcciones ortogonales, que la excentricidad torsional calculada estáticamente,  $e_s$ , no exceda del diez por ciento de la dimensión en planta del edificio medida paralelamente a dicha excentricidad,  $b$ . La excentricidad torsional  $e_s$  podrá estimarse como el cociente del valor absoluto de la suma algebraica del momento de las áreas efectivas de los muros, con respecto al centro de cortante del entrepiso, entre el área total de los muros orientados en la dirección de análisis. El área efectiva es el producto del área bruta de la sección transversal del muro y del factor  $F_{AE}$ , que está dado por

$$F_{AE} = 1 ; \quad \text{si } \frac{H}{L} \leq 1.33$$

$$F_{AE} = \left(1.33 \frac{L}{H}\right)^2 ; \quad \text{si } \frac{H}{L} > 1.33 \quad (2.1)$$

donde  $H$  es la altura del entrepiso y  $L$  la longitud del muro.

Los muros a que se refiere este párrafo podrán ser de mampostería, concreto reforzado, placa de acero, compuestos de estos dos últimos materiales, o de madera; en este último caso estarán arriostrados con diagonales. Los muros deberán satisfacer las condiciones que establecen las Normas correspondientes.

- La relación entre longitud y ancho de la planta del edificio no excederá de 2.0, a menos que para fines de análisis sísmico se pueda suponer dividida dicha planta en tramos independientes cuya relación entre longitud y ancho satisfaga esta restricción y las que se fijan en el inciso anterior, y cada tramo resista según el criterio que marca el Capítulo 7.
- La relación entre la altura y la dimensión mínima de la base del edificio no excederá de 1.5 y la altura del edificio no será mayor de 13 m.

### 2.2 Análisis estático y dinámico

Los métodos dinámicos del Capítulo 9 pueden utilizarse para el análisis de toda estructura, cualesquiera que sean sus características. Puede utilizarse el método estático del Capítulo 8 para analizar estructuras regulares, según se define en el Capítulo 6, de altura no mayor de 30 m, y estructuras irregulares de no más de 20 m. Para edificios ubicados en la zona I, los límites anteriores se amplían a 40 m y 30 m, respectivamente. Con las mismas limitaciones relativas al uso del análisis estático, para estructuras ubicadas en las zonas II ó III también será admisible emplear los métodos de análisis que especifica el Apéndice Normativo A, en los cuales se tienen en cuenta los periodos dominantes del terreno en el sitio de interés y la interacción suelo-estructura.

## 3. ESPECTROS PARA DISEÑO SÍSMICO

Cuando se aplique el análisis dinámico modal que especifica el Capítulo 9, se adoptará como ordenada del espectro de aceleraciones para diseño sísmico,  $a$ , expresada como fracción de la aceleración de la gravedad, la que se estipula a continuación:

$$\begin{aligned}
 a &= a_0 + (c - a_0) \frac{T}{T_a}; & \text{si } T < T_a \\
 a &= c; & \text{si } T_a \leq T \leq T_b \\
 a &= qc; & \text{si } T > T_b
 \end{aligned} \quad (3.1)$$

donde

$$q = (T_b/T)^r \quad (3.2)$$

Los parámetros que intervienen en estas expresiones se obtienen de la tabla 3.1.

**Tabla 3.1** Valores de los parámetros para calcular los espectros de aceleraciones

Zona	$c$	$a_0$	$T_a$ <sup>1</sup>	$T_b$ <sup>1</sup>	$r$
I	0.16	0.04	0.2	1.35	1.0
II	0.32	0.08	0.2	1.35	1.33
III <sub>a</sub>	0.40	0.10	0.53	1.8	2
III <sub>b</sub>	0.45	0.11	0.85	3.0	2
III <sub>c</sub>	0.40	0.10	1.25	4.2	2
III <sub>d</sub>	0.30	0.10	0.85	4.2	2

<sup>1</sup> Periodos en segundos

## 4. REDUCCIÓN DE FUERZAS SÍSMICAS Y DESPLAZAMIENTOS

### 4.1 Factor de reducción

Para el cálculo de las fuerzas sísmicas para análisis estático y de las obtenidas del análisis dinámico modal con los métodos que se fijan en el Capítulo 9, se empleará un factor de reducción  $Q'$  que se calculará como sigue:

$$\begin{aligned}
 Q' &= Q; & \text{si se desconoce } T, \text{ o si } T \geq T_a \\
 Q' &= 1 + \frac{T}{T_a}(Q - 1); & \text{si } T < T_a
 \end{aligned} \quad (4.1)$$

$T$  se tomará igual al periodo fundamental de vibración de la estructura cuando se utilice el método estático, e igual al periodo natural de vibración del modo que se considere cuando se utilice el análisis dinámico modal;  $T_a$  es un periodo característico del espectro de diseño que se define en el Capítulo 3.  $Q$  es el factor de comportamiento sísmico que se define en el Capítulo 5.

Para el diseño de estructuras que sean irregulares, de acuerdo con el Capítulo 6, el valor de  $Q'$  se corregirá como se indica en dicho Capítulo.

## 5. FACTOR DE COMPORTAMIENTO SÍSMICO

Para el factor de comportamiento sísmico,  $Q$ , a que se refiere el Capítulo 4, se adoptarán los valores especificados en alguna de las secciones siguientes, según se cumplan los requisitos en ellas indicados.

### 5.1 Requisitos para $Q=4$

Se usará  $Q=4$  cuando se cumplan los requisitos siguientes:

- La resistencia en todos los entrepisos es suministrada exclusivamente por marcos no contraventeados de acero, concreto reforzado o compuestos de los dos materiales, o bien por marcos contraventeados o con muros de concreto reforzado o de placa de acero o compuestos de los dos materiales, en los que en cada entrepiso los marcos son capaces de resistir, sin contar muros ni contravientos, cuando menos 50 por ciento de la fuerza sísmica actuante.
- Si hay muros de mampostería ligados a la estructura en la forma especificada en la sección 1.3.1, éstos se deben considerar en el análisis, pero su contribución a la resistencia ante fuerzas laterales sólo se tomará en cuenta si son de piezas macizas, y los marcos, sean o no contraventeados, y los muros de concreto reforzado, de placa de acero o compuestos de los dos materiales, son capaces de resistir al menos 80 por ciento de las fuerzas laterales totales sin la contribución de los muros de mampostería.
- El mínimo cociente de la capacidad resistente de un entrepiso entre la acción de diseño no difiere en más de 35 por ciento del promedio de dichos cocientes para todos los entrepisos. Para verificar el cumplimiento de este requisito, se calculará la capacidad resistente de cada entrepiso teniendo en cuenta todos los elementos que puedan contribuir a la resistencia, en particular los muros que se hallen en el caso de la sección 1.3.1. El último entrepiso queda excluido de este requisito.
- Los marcos y muros de concreto reforzado cumplen con los requisitos que fijan las Normas correspondientes para marcos y muros dúctiles.
- Los marcos rígidos de acero satisfacen los requisitos para marcos con ductilidad alta que fijan las Normas correspondientes, o están provistos de contraventeo excéntrico de acuerdo con las mismas Normas.

## 5.2 Requisitos para $Q = 3$

Se usará  $Q = 3$  cuando se satisfacen las condiciones 5.1.b y 5.1.d ó 5.1.e y en cualquier entrepiso dejan de satisfacerse las condiciones 5.1.a ó 5.1.c, pero la resistencia en todos los entrepisos es suministrada por columnas de acero o de concreto reforzado con losas planas, por marcos rígidos de acero, por marcos de concreto reforzado, por muros de concreto o de placa de acero o compuestos de los dos materiales, por combinaciones de éstos y marcos o por diafragmas de madera. Las estructuras con losas planas y las de madera deberán además satisfacer los requisitos que sobre el particular marcan las Normas correspondientes. Los marcos rígidos de acero satisfacen los requisitos para ductilidad alta o están provistos de contraventeo concéntrico dúctil, de acuerdo con las Normas correspondientes.

## 5.3 Requisitos para $Q = 2$

Se usará  $Q = 2$  cuando la resistencia a fuerzas laterales es suministrada por losas planas con columnas de acero o de concreto reforzado, por marcos de acero con ductilidad reducida o provistos de contraventeo con ductilidad normal, o de concreto reforzado que no cumplan con los requisitos para ser considerados dúctiles, o muros de concreto reforzado, de placa de acero o compuestos de acero y concreto, que no cumplen en algún entrepiso lo especificado por las secciones 5.1 y 5.2 de este Capítulo, o por muros de mampostería de piezas macizas confinados por castillos, dadas, columnas o trabes de concreto reforzado o de acero que satisfacen los requisitos de las Normas correspondientes.

También se usará  $Q = 2$  cuando la resistencia es suministrada por elementos de concreto prefabricado o preforzado, con las excepciones que sobre el particular marcan las Normas correspondientes, o cuando se trate de estructuras de madera con las características que se indican en las Normas respectivas, o de algunas estructuras de acero que se indican en las Normas correspondientes.

## 5.4 Requisitos para $Q = 1.5$

Se usará  $Q = 1.5$  cuando la resistencia a fuerzas laterales es suministrada en todos los entrepisos por muros de mampostería de piezas huecas, confinados o con refuerzo interior, que satisfacen los requisitos de las Normas correspondientes, o por combinaciones de dichos muros con elementos como los descritos para los casos de las secciones 5.2 y 5.3, o por marcos y armaduras de madera, o por algunas estructuras de acero que se indican en las Normas correspondientes.

## 5.5 Requisitos para $Q = 1$

Se usará  $Q = 1$  en estructuras cuya resistencia a fuerzas laterales es suministrada al menos parcialmente por elementos o materiales diferentes de los arriba especificados, a menos que se haga un estudio que demuestre, a satisfacción de la Administración, que se puede emplear un valor más alto que el que aquí se especifica; también en algunas estructuras de acero que se indican en las Normas correspondientes.

En todos los casos se usará para toda la estructura, en la dirección de análisis, el valor mínimo de  $Q$  que corresponde a los diversos entrepisos de la estructura en dicha dirección.

El factor  $Q$  puede diferir en las dos direcciones ortogonales en que se analiza la estructura, según sean las propiedades de ésta en dichas direcciones.

## 6. CONDICIONES DE REGULARIDAD

### 6.1 Estructura regular

Para que una estructura pueda considerarse regular debe satisfacer los siguientes requisitos.

- 1) Su planta es sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales por lo que toca a masas, así como a muros y otros elementos resistentes. Éstos son, además, sensiblemente paralelos a los ejes ortogonales principales del edificio.
- 2) La relación de su altura a la dimensión menor de su base no pasa de 2.5.
- 3) La relación de largo a ancho de la base no excede de 2.5.
- 4) En planta no tiene entrantes ni salientes cuya dimensión exceda de 20 por ciento de la dimensión de la planta medida paralelamente a la dirección que se considera del entrante o saliente.
- 5) En cada nivel tiene un sistema de techo o piso rígido y resistente.
- 6) No tiene aberturas en sus sistemas de techo o piso cuya dimensión exceda de 20 por ciento de la dimensión en planta medida paralelamente a la abertura; las áreas huecas no ocasionan asimetrías significativas ni difieren en posición de un piso a otro, y el área total de aberturas no excede en ningún nivel de 20 por ciento del área de la planta.
- 7) El peso de cada nivel, incluyendo la carga viva que debe considerarse para diseño sísmico, no es mayor que

110 por ciento del correspondiente al piso inmediato inferior  $n_i$ , excepción hecha del último nivel de la construcción, es menor que 70 por ciento de dicho peso.

- 8) Ningún piso tiene un área, delimitada por los paños exteriores de sus elementos resistentes verticales, mayor que 110 por ciento de la del piso inmediato inferior  $n_i$  menor que 70 por ciento de ésta. Se exime de este último requisito únicamente al último piso de la construcción. Además, el área de ningún entrepiso excede en más de 50 por ciento a la menor de los pisos inferiores.
- 9) Todas las columnas están restringidas en todos los pisos en dos direcciones sensiblemente ortogonales por diafragmas horizontales y por trabes o losas planas.
- 10) Ni la rigidez ni la resistencia al corte de ningún entrepiso difieren en más de 50 por ciento de la del entrepiso inmediatamente inferior. El último entrepiso queda excluido de este requisito.
- 11) En ningún entrepiso la excentricidad torsional calculada estáticamente,  $e_s$ , excede del diez por ciento de la dimensión en planta de ese entrepiso medida paralelamente a la excentricidad mencionada.

## 6.2 Estructura irregular

Toda estructura que no satisfaga uno o más de los requisitos de la sección 6.1 será considerada irregular.

## 6.3 Estructura fuertemente irregular

Una estructura será considerada fuertemente irregular si se cumple alguna de las condiciones siguientes:

- 1) La excentricidad torsional calculada estáticamente,  $e_s$ , excede en algún entrepiso de 20 por ciento de la dimensión en planta de ese entrepiso, medida paralelamente a la excentricidad mencionada.
- 2) La rigidez o la resistencia al corte de algún entrepiso exceden en más de 100 por ciento a la del piso inmediatamente inferior.

## 6.4 Corrección por irregularidad

El factor de reducción  $Q'$ , definido en la sección 4.1, se multiplicará por 0.9 cuando no se cumpla con uno de los requisitos 1 a 11 de la sección 6.1, por 0.8 cuando no cumpla con dos o más de dichos requisitos, y por 0.7 cuando la estructura sea fuertemente irregular según las condiciones de la sección 6.3. En ningún caso el factor  $Q'$  se tomará menor que uno.

## 7. MÉTODO SIMPLIFICADO DE ANÁLISIS

Para aplicar este método se deben cumplir los requisitos indicados en la sección 2.1. Se hará caso omiso de los desplazamientos horizontales, torsiones y momentos de volteo. Se verificará únicamente que en cada entrepiso la suma de las resistencias al corte de los muros de carga, proyectados en la dirección en que se considera la aceleración, sea cuando menos igual a la fuerza cortante total que obre en dicho entrepiso, calculada según se especifica en la sección 8.1, pero empleando los coeficientes sísmicos reducidos que se establecen en la tabla 7.1 para construcciones del grupo B. Tratándose de las clasificadas en el grupo A estos coeficientes habrán de multiplicarse por 1.5.

**Tabla 7.1** Coeficientes sísmicos reducidos para el método simplificado, correspondientes a estructuras del grupo B

Zona	Muros de concreto o de mampostería de piezas macizas			Muros de mampostería de piezas huecas		
	Altura de construcción, m			Altura de construcción, m		
	Menor de 4	Entre 4 y 7	Entre 7 y 13	Menor de 4	Entre 4 y 7	Entre 7 y 13
I	0.07	0.08	0.08	0.10	0.11	0.11
II y III	0.13	0.16	0.19	0.15	0.19	0.23

Para muros de madera, se aplicarán los criterios establecidos en las Normas correspondientes. Para muros de otros materiales y sistemas constructivos, deberán justificarse a satisfacción de la Administración los coeficientes sísmicos que correspondan, con base en la evidencia experimental y analítica sobre su comportamiento ante cargas laterales alternadas.

## 8. ANÁLISIS ESTÁTICO

### 8.1 Fuerzas cortantes

Para aplicar este método se deben cumplir los requisitos establecidos en la sección 2.2. Para calcular las fuerzas cortantes a diferentes niveles de una estructura, se supondrá un conjunto de fuerzas horizontales actuando sobre cada uno de los puntos donde se supongan concentradas las masas. Cada una de estas fuerzas se tomará igual al peso de la masa que corresponde, multiplicado por un coeficiente proporcional a  $h$ , siendo  $h$  la altura de la masa en cuestión sobre el desplante (o nivel a partir del cual las

deformaciones estructurales pueden ser apreciables). El coeficiente se tomará de tal manera que la relación  $V_o/W_o$  sea igual a  $c/Q'$ , pero no menor que  $a_o$ , donde  $a_o$  es la ordenada espectral que corresponde a  $T=0$  y  $c$  el coeficiente sísmico, que se consignan en la tabla 3.1.

De acuerdo con este requisito, la fuerza lateral que actúa en el  $i$ -ésimo nivel,  $F_i$ , resulta ser

$$F_i = \frac{c}{Q'} W_i h_i \frac{\sum W_i}{\sum W_i h_i} \quad (8.1)$$

donde

$W_i$  peso de la  $i$ -ésima masa; y

$h_i$  altura de la  $i$ -ésima masa sobre el desplante.

## 8.2. Reducción de las fuerzas cortantes.

Podrán adoptarse fuerzas cortantes menores que las calculadas según la sección anterior, siempre que se tome en cuenta el valor aproximado del periodo fundamental de vibración de la estructura, de acuerdo con lo siguiente:

- a) El periodo fundamental de vibración,  $T$ , se tomará igual a

$$2\pi \sqrt{\frac{\sum W_i x_i^2}{g \sum F_i x_i}} \quad (8.2)$$

donde  $x_i$  es el desplazamiento del nivel  $i$ , relativo a la base de la estructura, en la dirección de la fuerza,  $g$  la aceleración de la gravedad, y las sumatorias se llevan a todos los niveles.

- b) Si  $T$  es menor o igual que  $T_b$ , se procederá como en la sección 8.1, pero de tal manera que la relación  $V_o/W_o$  sea igual a  $a/Q'$ , calculándose  $a$  y  $Q'$  como se especifica, respectivamente, en los Capítulos 4 y 5.
- c) Si  $T$  es mayor que  $T_b$ , cada una de las fuerzas laterales se tomará igual a

$$F_i = W_i (k_1 h_i + k_2 h_i^2) \frac{a}{Q'} \quad (8.3)$$

donde

$$k_1 = [1 - 0.5r(1-q)] \frac{\sum W_i}{\sum W_i h_i} \quad (8.4)$$

$$k_2 = 0.75r(1-q) \frac{\sum W_i}{\sum W_i h_i^2} \quad (8.5)$$

$q$  se calcula con la ec. 3.2. El valor de  $a$  no se tomará menor que  $a_o$ .

## 8.3 Péndulos invertidos

En el análisis de péndulos invertidos (estructuras en que 50 por ciento o más de su masa se halle en el extremo superior y tengan un solo elemento resistente en la dirección de análisis o una sola hilera de columnas perpendicular a ésta), además de la fuerza lateral estipulada, se tendrán en cuenta las aceleraciones verticales de la masa superior asociadas a su giro con respecto a un eje horizontal normal a la dirección de análisis y que pase por el punto de unión entre la masa y el elemento resistente. El efecto de dichas aceleraciones se tomará equivalente a un par aplicado en el extremo superior del elemento resistente, cuyo valor es

$$1.5F_i r_o^2 u/x \quad (8.6)$$

donde

$r_o$  radio de giro de la masa con respecto al eje horizontal en cuestión; y

$u$  y  $x$  giro y desplazamiento lateral, respectivamente, del extremo superior del elemento resistente bajo la acción de la fuerza lateral  $F_i$ .

## 8.4 Apéndices y diafragmas

Para valuar las fuerzas sísmicas que obran en tanques, apéndices y demás elementos cuya estructuración difiera radicalmente de la del resto del edificio, se supondrá que sobre el elemento en cuestión actúa la distribución de aceleraciones que le correspondería si se apoyara directamente sobre el terreno, multiplicada por

$$1 + \frac{c'}{a_o} \quad (8.7)$$

donde  $c'$  es el factor por el que se multiplican los pesos a la altura de desplante del elemento cuando se valúan las fuerzas laterales sobre la construcción.

Se incluyen en este requisito los parapetos, pretilas, anuncios, ornamentos, ventanales, muros, revestimientos y otros apéndices. Se incluyen, asimismo, los elementos sujetos a esfuerzos que dependen principalmente de su propia aceleración (no de la fuerza cortante ni del momento de volteo), como las losas y diafragmas que transmiten fuerzas de inercia de las masas que soportan.

## 8.5 Efectos de torsión

La excentricidad torsional de rigideces calculada en cada entrepiso,  $e_s$ , se tomará como la distancia entre el centro de torsión del nivel correspondiente y el punto de aplicación de la fuerza cortante en dicho nivel. Para fines de diseño, el momento torsionante se tomará por lo menos igual a la fuerza cortante de entrepiso multiplicada por la

excentricidad que para cada marco o muro resulte más desfavorable de las siguientes:

$$1.5e_s + 0.1b; \text{ o} \\ e_s - 0.1b \quad (8.8)$$

donde  $b$  es la dimensión de la planta que se considera, medida perpendicularmente a la acción sísmica.

Además, la excentricidad de diseño en cada sentido no se tomará menor que la mitad del máximo valor de  $e_s$  calculado para los entrepisos que se hallan abajo del que se considera, ni se tomará el momento torsionante de ese entrepiso menor que la mitad del máximo calculado para los entrepisos que están arriba del considerado.

En estructuras para las que el factor de comportamiento sísmico  $Q$  especificado en el Capítulo 5 sea mayor o igual a 3, en ningún entrepiso la excentricidad torsional calculada estáticamente deberá exceder de  $0.2b$ .

Ningún elemento estructural tendrá una resistencia menor que la necesaria para resistir la fuerza cortante directa.

### 8.6 Efectos de segundo orden

Deberán tenerse en cuenta explícitamente en el análisis los efectos geométricos de segundo orden, esto es, los momentos y cortantes adicionales provocados por las cargas verticales al obrar en la estructura desplazada lateralmente. Estos efectos pueden despreciarse si en algún entrepiso no se cumple la condición

$$\frac{\Delta}{H} \leq 0.08 \frac{V}{W} \quad (8.9)$$

donde

$\Delta$  desplazamiento lateral relativo entre los dos niveles que limitan el entrepiso considerado;

$H$  altura del entrepiso;

$V$  fuerza cortante calculada en el entrepiso; y

$W$  peso de la construcción situada encima del entrepiso, incluyendo cargas muertas y vivas, multiplicadas por el factor de carga correspondiente.

Los desplazamientos  $\Delta$  se calculan multiplicando por  $Q$  los causados por las fuerzas sísmicas reducidas.

### 8.7 Efectos bidireccionales

Los efectos de ambos componentes horizontales del movimiento del terreno se combinarán tomando, en cada dirección en que se analice la estructura, el 100 por ciento de los efectos del componente que obra en esa dirección y el

30 por ciento de los efectos del que obra perpendicularmente a ella, con los signos que resulten más desfavorables para cada concepto.

### 8.8 Comportamiento asimétrico

En el diseño de estructuras cuyas relaciones fuerza-deformación difieran en sentidos opuestos, se dividirán los factores de resistencia que corresponden según las Normas respectivas, entre el siguiente valor

$$1 + 2.5dQ \quad (8.10)$$

donde  $d$  es la diferencia en los valores de  $a/Q$ , expresados como fracción de la gravedad, que causarían la falla o fluencia plástica de la estructura en uno y otro sentido de la dirección de análisis.

## 9. ANÁLISIS DINÁMICO

Se aceptarán como métodos de análisis dinámico el análisis modal y el cálculo paso a paso de respuestas a sismos específicos.

### 9.1 Análisis modal

Cuando en el análisis modal se desprecie el acoplamiento entre los grados de libertad de traslación horizontal y de rotación con respecto a un eje vertical, deberá incluirse el efecto de todos los modos naturales de vibración con periodo mayor o igual a 0.4 segundos, pero en ningún caso podrán considerarse menos de los tres primeros modos de vibrar en cada dirección de análisis, excepto para estructuras de uno o dos niveles.

Si en el análisis modal se reconoce explícitamente el acoplamiento mencionado, deberá incluirse el efecto de los modos naturales que, ordenados según valores decrecientes de sus periodos de vibración, sean necesarios para que la suma de los pesos efectivos en cada dirección de análisis sea mayor o igual a 90 por ciento del peso total de la estructura. Los pesos modales efectivos,  $W_{ei}$ , se determinarán como

$$W_{ei} = \frac{(\{\phi_i\}^T [W] \{J\})^2}{\{\phi_i\}^T [W] \{\phi_i\}} \quad (9.1)$$

donde  $\{\phi_i\}$  es el vector de amplitudes del  $i$ -ésimo modo natural de vibrar de la estructura,  $[W]$  la matriz de pesos de las masas de la estructura y  $\{J\}$  un vector formado con “unos” en las posiciones correspondientes a los grados de libertad de traslación en la dirección de análisis y “ceros” en las otras posiciones.

El efecto de la torsión accidental se tendrá en cuenta trasladando transversalmente  $\pm 0.1b$  las fuerzas sísmicas resultantes para cada dirección de análisis, considerando el mismo signo en todos los niveles.

Para calcular la participación de cada modo natural en las fuerzas laterales que actúan sobre la estructura, se supondrán las aceleraciones espectrales de diseño especificadas en el Capítulo 3, reducidas como se establece en el Capítulo 4.

Las respuestas modales  $S_i$  (donde  $S_i$  puede ser fuerza cortante, desplazamiento lateral, momento de volteo, u otras), se combinarán para calcular las respuestas totales  $S$  de acuerdo con la expresión

$$S = \sqrt{\sum S_i^2} \quad (9.2)$$

siempre que los periodos de los modos naturales en cuestión difieran al menos diez por ciento entre sí. Para las respuestas en modos naturales que no cumplen esta condición se tendrá en cuenta el acoplamiento entre ellos. Los desplazamientos laterales así calculados, y multiplicados por el factor de comportamiento sísmico  $Q$ , se utilizarán para determinar efectos de segundo orden y para verificar que la estructura no excede los desplazamientos máximos establecidos en la sección 1.8.

### 9.2 Análisis paso a paso

Si se emplea el método de cálculo paso a paso de respuestas a temblores específicos, podrá acudirse a acelerogramas de temblores reales o de movimientos simulados, o a combinaciones de éstos, siempre que se usen no menos de cuatro movimientos representativos, independientes entre sí, cuyas intensidades sean compatibles con los demás criterios que consignan estas Normas, y que se tenga en cuenta el comportamiento no lineal de la estructura y las incertidumbres que haya en cuanto a sus parámetros.

### 9.3 Revisión por cortante basal

Si con el método de análisis dinámico que se haya aplicado se encuentra que, en la dirección que se considera, la fuerza cortante basal  $V_o$  es menor que

$$0.8 a \frac{W_o}{Q'} \quad (9.3)$$

se incrementarán todas las fuerzas de diseño y desplazamientos laterales correspondientes, en una proporción tal que  $V_o$  iguale a este valor;  $a$  y  $Q'$  se calculan para el periodo fundamental de la estructura en la dirección de análisis, como se indica en los Capítulos 3 y 4.

### 9.4 Efectos bidireccionales

Cualquiera que sea el método dinámico de análisis que se emplee, los efectos de movimientos horizontales del terreno en direcciones ortogonales se combinarán como se especifica en relación con el método estático de análisis sísmico en la sección 8.7. Igualmente aplicables son las demás disposiciones del Capítulo 8 en cuanto al cálculo de fuerzas internas y desplazamientos laterales, con las salvedades que señala el presente Capítulo.

## 10. ANÁLISIS Y DISEÑO DE OTRAS CONSTRUCCIONES NUEVAS

Las presentes Normas sólo son aplicables en su integridad a edificios. Tratándose de otras estructuras se aplicarán métodos de análisis apropiados al tipo de estructura en cuestión siempre que tales métodos respeten las disposiciones del presente Capítulo, sean congruentes con estas Normas y reciban la aprobación de la Administración.

### 10.1 Tanques, péndulos invertidos y chimeneas

En el diseño de tanques, péndulos invertidos y chimeneas, las fuerzas internas debidas al movimiento del terreno en cada una de las direcciones en que se analice, se combinarán con el 50 por ciento de las que produzca el movimiento del terreno en la dirección perpendicular a ella, tomando estas últimas con el signo que para cada elemento estructural resulte más desfavorable.

En el diseño de tanques deberán tenerse en cuenta las presiones hidrostáticas y las hidrodinámicas del líquido almacenado, así como los momentos que obren en el fondo del recipiente.

### 10.2 Muros de contención

Los empujes que ejercen los rellenos sobre los muros de contención, debidos a la acción de los sismos, se valuarán suponiendo que el muro y la zona de relleno por encima de la superficie crítica de deslizamiento se encuentran en equilibrio límite bajo la acción de las fuerzas debidas a carga vertical y a una aceleración horizontal igual a  $4a_o/3$  veces la gravedad. Podrán, asimismo, emplearse procedimientos diferentes siempre que sean previamente aprobados por la Administración.

## 11. ESTRUCTURAS EXISTENTES

En la revisión de la seguridad de un edificio existente se adoptará el valor del factor de comportamiento sísmico  $Q$

que, en los términos del Capítulo 5, corresponda al caso cuyos requisitos sean esencialmente satisfechos por la estructura, a menos que se justifique, a satisfacción de la Administración, la adopción de un valor mayor que éste.

Tratándose de estructuras cuyo comportamiento en sentidos opuestos sea asimétrico por inclinación de la estructura con respecto a la vertical, si el desplomo de la construcción excede de 0.01 veces su altura, se tomará en cuenta la asimetría multiplicando las fuerzas sísmicas de diseño por  $1+10f$  cuando se use el método simplificado de análisis sísmico, o por  $1+5Qf$  cuando se use el estático o el dinámico modal, siendo  $f$  el desplomo de la construcción dividido entre su altura. Si se emplea el método dinámico de análisis paso a paso se hará consideración explícita de la inclinación.

Cuando se refuerce una construcción del grupo B con elementos estructurales adicionales será válido adoptar los valores de  $Q$  que corresponden a estos elementos, siempre que sean capaces de resistir en cada entrepiso al menos 50 por ciento de la fuerza cortante de diseño, resistiendo la estructura existente el resto, y en cada nivel las resistencias de los elementos añadidos sean compatibles con las fuerzas de diseño que les correspondan. Deberá comprobarse que los sistemas de piso tienen la rigidez y resistencia suficientes para transmitir las fuerzas que se generan en ellos por los elementos de refuerzo que se han colocado y, de no ser así, deberán reforzarse y/o rigidizarse los sistemas de piso para lograrlo.

## APÉNDICE NORMATIVO A

### A.1 Alcance

Para el diseño sísmico de estructuras ubicadas en las zonas II y III será permisible tener en cuenta explícitamente los efectos de sitio y la interacción suelo–estructura. Cuando así se proceda se aplicarán al cuerpo principal de las presentes Normas las disposiciones que contiene este Apéndice. En todos los aspectos que no cubre el Apéndice son aplicables las demás disposiciones de las Normas.

### A.2 Notación adicional

Se emplean en este Apéndice símbolos adicionales o con diferente significado a los empleados en el cuerpo principal de estas Normas. Cada símbolo se define donde aparece por primera vez, siendo los más importantes los siguientes:

$A$  área de la superficie neta de cimentación

$a_{mín}$  resistencia mínima de diseño

$C_r$  amortiguamiento del suelo en el modo de rotación de la cimentación

$C_{vi}$  amortiguamiento del pilote o zapata  $i$  en traslación vertical

$C_x$  amortiguamiento del suelo en el modo de traslación horizontal de la cimentación

$C_{xi}$  amortiguamiento del pilote  $i$  en traslación horizontal

$D$  profundidad de desplante de la cimentación

$d$  diámetro del pilote

$E_p$  módulo de elasticidad del material del pilote

$E_s$  módulo de elasticidad del suelo

$G$  el módulo de rigidez medio del suelo de soporte

$H_e$  altura efectiva de la estructura vibrando en su modo fundamental

$H_s$  profundidad de los depósitos firmes profundos en el sitio de interés

$I$  momento de inercia de la superficie neta de cimentación

$K_r$  rigidez del suelo en el modo de rotación de la cimentación

$K_{vi}$  rigidez del pilote o zapata  $i$  en traslación vertical

$K_x$  rigidez del suelo en el modo de traslación horizontal de la cimentación

$K_{xi}$  rigidez del pilote  $i$  en traslación horizontal

$k$  variable para calcular el factor de reducción por ductilidad

$L$  longitud del pilote

$p$  variable usada para el cálculo de  $a$  y de  $Q'$

$R$  factor de reducción por sobrerresistencia

$R_r$  radio del círculo equivalente a la superficie de desplante para el modo de rotación

$R_x$  radio del círculo equivalente a la superficie de desplante para el modo de traslación

$T_e$  periodo fundamental de la estructura supuesta con base rígida, en la dirección que se analiza

$\tilde{T}_e$  periodo efectivo del sistema suelo–estructura en la dirección de análisis

$T_s$  periodo dominante más largo del terreno en el sitio de interés

$V_{o,1}$  fuerza cortante basal de la estructura supuesta con base rígida, en la dirección que se analiza

$\tilde{V}_{o,1}$  fuerza cortante basal de la estructura corregida por interacción con el suelo, en la dirección que se analiza

$X_i$	desplazamiento lateral del $i$ -ésimo nivel de la estructura supuesta con base rígida
$\tilde{X}_i$	desplazamiento lateral del $i$ -ésimo nivel de la estructura corregido por interacción con el suelo
$x_i$	distancia en la dirección de análisis entre el centroide de la zapata o pilote $i$ y el eje centroidal de la planta de cimentación
$W_e$	peso efectivo de la estructura vibrando en su modo fundamental
$\beta$	factor reductivo por amortiguamiento suplementario, debido a la interacción suelo-estructura
$\gamma$	peso volumétrico medio del suelo
$\zeta$	amortiguamiento hysterético del suelo
$\zeta_e$	fracción de amortiguamiento crítico de la estructura supuesta con base rígida, en la dirección que se analiza
$\tilde{\zeta}_e$	amortiguamiento efectivo del sistema suelo-estructura en la dirección de análisis
$\zeta_r$	coeficiente de amortiguamiento del suelo en el modo de rotación
$\zeta_x$	coeficiente de amortiguamiento del suelo en el modo de translación
$\lambda$	variable para el cálculo de $\beta$
$\nu$	relación de Poisson del suelo
$\omega$	frecuencia

### A.3 Espectros para diseño sísmico

Cuando se apliquen los métodos estático o dinámico modal estipulados en los Capítulos 8 y 9, respectivamente, será admisible considerar explícitamente los efectos del periodo dominante más largo del terreno,  $T_s$ . Para ello, se adoptará como ordenada del espectro de aceleraciones para diseño sísmico,  $a$ , expresada como fracción de la gravedad, la que se estipula a continuación:

$$a = \begin{cases} a_o + (\beta c - a_o) \frac{T}{T_a}; & \text{si } T < T_a \\ \beta c; & \text{si } T_a \leq T < T_b \\ \beta c p \left( \frac{T_b}{T} \right)^2; & \text{si } T \geq T_b \end{cases} \quad (\text{A.1})$$

donde

$$p = k + (1 - k)(T_b/T)^2; \text{ y}$$

$\beta$  es un factor de reducción por amortiguamiento suplementario, que es igual a uno cuando se ignora la interacción suelo-estructura.

El coeficiente de aceleración del terreno,  $a_o$ , el coeficiente sísmico  $c$ , el coeficiente  $k$  y los periodos característicos  $T_a$  y  $T_b$  del espectro de aceleraciones se obtendrán en función del periodo dominante del sitio, usando las siguientes expresiones:

$$a_o = \begin{cases} 0.1 + 0.15 (T_s - 0.5); & \text{si } 0.5 \leq T_s \leq 1.5 \text{ s} \\ 0.25; & \text{si } T_s > 1.5 \text{ s} \end{cases} \quad (\text{A.2})$$

$$c = \begin{cases} 0.28 + 0.92 (T_s - 0.5); & \text{si } 0.5 < T_s \leq 1.5 \text{ s} \\ 1.2; & \text{si } 1.5 < T_s \leq 2.5 \text{ s} \\ 1.2 - 0.5 (T_s - 2.5); & \text{si } 2.5 < T_s \leq 3.5 \text{ s} \\ 0.7; & \text{si } T_s > 3.5 \text{ s} \end{cases} \quad (\text{A.3})$$

$$T_a = \begin{cases} 0.2 + 0.65 (T_s - 0.5); & \text{si } 0.5 < T_s \leq 2.5 \text{ s} \\ 1.5; & \text{si } 2.5 < T_s \leq 3.25 \text{ s} \\ 4.75 - T_s; & \text{si } 3.25 < T_s \leq 3.9 \text{ s} \\ 0.85; & \text{si } T_s > 3.9 \text{ s} \end{cases} \quad (\text{A.4})$$

$$T_b = \begin{cases} 1.35; & \text{si } T_s \leq 1.125 \text{ s} \\ 1.2 T_s; & \text{si } 1.125 < T_s \leq 3.5 \text{ s} \\ 4.2; & \text{si } T_s > 3.5 \text{ s} \end{cases} \quad (\text{A.5})$$

$$k = \begin{cases} 2 - T_s; & \text{si } 0.5 < T_s \leq 1.65 \text{ s} \\ 0.35 & \text{si } T_s > 1.65 \text{ s} \end{cases} \quad (\text{A.6})$$

El valor de  $T_s$  se tomará de la figura A.1 o, cuando la importancia de la estructura lo justifique, se determinará a partir de ensayos y análisis de dinámica de suelos que tengan en cuenta la estratigrafía y las propiedades del subsuelo en el sitio de interés.

Para realizar los análisis sísmicos, las ordenadas espectrales de aceleración obtenidas con la ec. A.1 podrán ser reducidas por los factores de ductilidad,  $Q'$ , y de sobrerresistencia,  $R$ , de acuerdo con las siguientes expresiones:

$$Q' = \begin{cases} 1 + \frac{Q-1}{\sqrt{k}} \frac{T}{T_a}; & \text{si } T \leq T_a \\ 1 + \frac{Q-1}{\sqrt{k}}; & \text{si } T_a < T \leq T_b \\ 1 + (Q-1) \sqrt{\frac{p}{k}}; & \text{si } T > T_b \end{cases} \quad (\text{A.7})$$

donde

$Q$  es el factor de comportamiento sísmico que se fija en el Capítulo 5.

La reducción por sobrerresistencia está dada por el factor

$$R = \begin{cases} \frac{10}{4 + \sqrt{T/T_a}}; & \text{si } T \leq T_a \\ 2; & \text{si } T > T_a \end{cases} \quad (\text{A.8})$$

Si del análisis se encuentra que en la dirección que se considera, la fuerza cortante  $V_o$  es menor que  $a_{\min} W_o$ , se incrementarán todas las fuerzas de diseño en una proporción tal que  $V_o$  iguale a ese valor; los desplazamientos no se afectarán por esta corrección.  $a_{\min}$  se tomará igual a 0.03 cuando  $T_s < 1$  s o 0.05 cuando  $T_s \geq 1$  s.

Las ordenadas espectrales que resultan de la aplicación de las expresiones anteriores son para las estructuras del grupo B, y habrán de multiplicarse por 1.5 para las estructuras del grupo A.

#### A.4 Revisión de desplazamientos laterales

Se revisará que la rigidez lateral de la estructura sea suficiente para cumplir con las dos condiciones siguientes:

- a) Para limitación de daños a elementos no estructurales, las diferencias entre los desplazamientos laterales de pisos consecutivos producidos por las acciones sísmicas, calculadas para las ordenadas espectrales reducidas según la sección anterior y multiplicadas por el factor  $Q'R/7$ , no excederán 0.002 veces las diferencias de elevaciones correspondientes, salvo que no haya elementos incapaces de soportar deformaciones apreciables, como muros de mampostería, o éstos estén separados de la estructura principal de manera que no sufran daños por sus deformaciones; en tal caso, el límite en cuestión será de 0.004. Los valores de  $Q'$  y  $R$  se calcularán para el periodo fundamental de la estructura.
- b) Para seguridad contra colapso, las diferencias entre los desplazamientos laterales de pisos consecutivos producidos por las acciones sísmicas, calculadas para las ordenadas espectrales reducidas según la sección anterior, multiplicadas por el factor  $QR$  y divididas por las diferencias de elevaciones correspondiente, no excederán las distorsiones de entrepiso establecidas en la tabla A.1 para los distintos sistemas estructurales. El valor de  $R$  se calculará para el periodo fundamental de la estructura. Estos desplazamientos se emplearán también para revisar los requisitos de separación de edificios colindantes de la sección 1.10, así como para

el cálculo de los efectos de segundo orden según la sección 8.6.

**Tabla A.1 Distorsiones permisibles de entrepiso**

Sistema estructural	Distorsión
Marcos dúctiles de concreto reforzado ( $Q = 3$ ó $4$ )	0.030
Marcos dúctiles de acero ( $Q = 3$ ó $4$ )	0.030
Marcos de acero o concreto con ductilidad limitada ( $Q = 1$ ó $2$ )	0.015
Losas planas sin muros o contravientos	0.015
Marcos de acero con contravientos excéntricos	0.020
Marcos de acero o concreto con contravientos concéntricos	0.015
Muros combinados con marcos dúctiles de concreto ( $Q = 3$ )	0.015
Muros combinados con marcos de concreto con ductilidad limitada ( $Q = 1$ ó $2$ )	0.010
Muros diafragma	0.006
Muros de carga de mampostería confinada de piezas macizas con refuerzo horizontal o malla	0.005
Muros de carga de mampostería confinada de piezas macizas; mampostería de piezas huecas confinada y reforzada horizontalmente; o mampostería de piezas huecas confinada y reforzada con malla	0.004
Muros de carga de mampostería de piezas huecas con refuerzo interior	0.002
Muros de carga de mampostería que no cumplan las especificaciones para mampostería confinada ni para mampostería reforzada interiormente	0.0015

#### A.5 Tipo de análisis

Se aceptarán como métodos de análisis el estático y el dinámico modal que se describen en los Capítulos 8 y 9, respectivamente. El análisis estático será aplicable siempre que se tenga en cuenta el valor aproximado del periodo fundamental de la estructura y con las limitaciones

establecidas en la sección 2.2, junto con las siguientes consideraciones:

- a) Si  $T$  es menor o igual a  $T_b$ , cada una de las fuerzas laterales se tomará como

$$F_i = W_i h_i \frac{\sum W_i h_i}{\sum W_i h_i} a \quad (\text{A.9})$$

donde  $W_i$  y  $h_i$  son el peso y la altura del  $i$ -ésimo nivel sobre el terreno, respectivamente.

- b) Si  $T$  es mayor que  $T_b$ , cada una de las fuerzas laterales se tomará igual a

$$F_i = W_i (k_1 h_i + k_2 h_i^2) a \quad (\text{A.10})$$

siendo  $k_1$  y  $k_2$  los coeficientes especificados en la sección 8.2.

Cuando se aplique el análisis dinámico modal, para calcular la participación de cada modo natural en las fuerzas laterales que actúan sobre la estructura, se supondrán las aceleraciones espectrales reducidas con fines de diseño especificadas en la sección A.3.

#### A.6 Interacción suelo–estructura

Los efectos de interacción suelo–estructura se tomarán en cuenta aplicando las modificaciones que contiene la presente sección. Estos efectos pueden despreciarse cuando se cumpla la condición

$$\frac{T_e}{T_s} \frac{H_s}{H_e} > 2.5 \quad (\text{A.11})$$

donde

$H_s$  profundidad de los depósitos firmes profundos en el sitio de interés, que se tomará de la figura A.2;

$H_e$  altura efectiva de la estructura; y

$T_e$  periodo fundamental de la estructura supuesta con base indeformable.

Cuando se utilice el método estático,  $H_e$  se tomará como 0.7 de la altura total, excepto para estructuras de un solo nivel, en que se tomará igual a la altura total; cuando se emplee el análisis dinámico modal, será igual a

$$H_e = \frac{\sum W_i \phi_i h_i}{\sum W_i \phi_i} \quad (\text{A.12})$$

donde  $\phi_i$  es la amplitud del desplazamiento modal del  $i$ -ésimo nivel sobre el desplante.

#### A.6.1 Análisis estático

La fuerza cortante basal de la estructura en la dirección de análisis, corregida por interacción con el suelo, se calculará con la expresión

$$\tilde{V}_o = a W_o - (a - \tilde{a}) W_e \quad (\text{A.13})$$

donde

$W_o$  peso total de la estructura, incluyendo cargas muertas y vivas;

$W_e$  peso efectivo de la estructura que se tomará como  $0.7 W_o$ , excepto para estructuras de un solo nivel, en que se tomará igual a  $W_o$ ;

$a$  ordenada espectral para el periodo fundamental de la estructura con base rígida, usando  $\beta = 1$ ; y

$\tilde{a}$  ordenada espectral para el periodo efectivo del sistema suelo–estructura,  $\tilde{T}_e$ , usando

$$\beta = \left( \frac{\zeta_e}{\tilde{\zeta}_e} \right)^\lambda ; \quad \text{para } \tilde{T}_e \leq T_b$$

$$\beta = 1 + \left[ \left( \frac{\zeta_e}{\tilde{\zeta}_e} \right)^\lambda - 1 \right] \frac{T_b}{\tilde{T}_e} ; \quad \text{para } \tilde{T}_e > T_b \quad (\text{A.14})$$

donde  $\lambda = 0.5$  y  $0.6$  para las zonas II y III, respectivamente.

Además,  $\tilde{\zeta}_e$  es el amortiguamiento efectivo del sistema suelo–estructura, el cual no se tomará menor que 0.05 ni mayor que 0.08; en tanto que  $\zeta_e$  es la fracción de amortiguamiento crítico de la estructura supuesta con base indeformable, la cual se tomará igual a 0.05. Los valores de  $\tilde{T}_e$  y  $\tilde{\zeta}_e$  se calculan como se indica en la sección A.6.3.

Cualquier respuesta estructural (fuerza cortante, desplazamiento lateral, momento de volteo, u otras) calculada para la condición de base rígida se multiplicará por el factor  $\tilde{V}_o/V_o$  para obtener la respuesta modificada por interacción, siendo  $V_o = a W_o$  la fuerza cortante basal de la estructura con base indeformable. El valor de este factor en ninguna situación se tomará menor que 0.75.

Los desplazamientos laterales de la estructura en la dirección de análisis, corregidos por interacción con el suelo, se determinarán con la expresión

$$\tilde{X}_i = \frac{\tilde{V}_o}{V_o} \left[ X_i + (h_i + D) \frac{M_o}{K_r} \right] \quad (\text{A.15})$$

donde

- $M_o$  momento de volteo en la base de la cimentación;  
 $X_i$  desplazamiento lateral del  $i$ -ésimo nivel de la estructura con base rígida, calculados usando las fuerzas sísmicas sin modificar por interacción;  
 $D$  profundidad de desplante; y  
 $K_r$  rigidez de rotación de la cimentación, que se calcula como se indica en la sección A.6.4.

Estos desplazamientos deberán tenerse en cuenta en el cálculo de los efectos de segundo orden y la revisión del estado límite por choques con estructuras adyacentes.

### A.6.2 Análisis dinámico modal

La fuerza cortante basal correspondiente al modo fundamental de la estructura en la dirección de análisis, corregida por efectos de interacción con el suelo, se calculará con la expresión

$$\tilde{V}_1 = \tilde{a} W_e \quad (\text{A.16})$$

donde  $\tilde{a}$  se obtiene como se indica en relación con el análisis estático y  $W_e$  como

$$W_e = \frac{(\sum W_i \phi_i)^2}{\sum W_i \phi_i^2} \quad (\text{A.17})$$

Los efectos de interacción se tendrán en cuenta sólo en el modo fundamental de vibración; la contribución de los modos superiores se determinará como se establece para estructuras sin interacción. Cualquier respuesta estructural (fuerza cortante, desplazamiento lateral, momento de volteo, u otras) calculada para la condición de base rígida se multiplicará por el factor  $\tilde{V}_1/V_1$  para obtener la respuesta modificada por interacción, siendo  $V_1 = a W_e$  la fuerza cortante basal correspondiente al modo fundamental de la estructura con base indeformable. El valor de este factor en ningún caso se tomará menor que 0.75. Los desplazamientos laterales modificados por efectos de interacción se calcularán como se especifica en relación con el análisis estático. Las respuestas modales se combinarán con criterios similares a los establecidos para estructuras sin interacción, a fin de obtener la respuesta total.

### A.6.3 Periodo y amortiguamiento efectivos

El periodo efectivo del sistema acoplado suelo–estructura se determinará de acuerdo con la expresión

$$\tilde{T}_e = \sqrt{T_e^2 + T_x^2 + T_r^2} \quad (\text{A.18})$$

donde

$$T_x = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} \sqrt{\frac{W_e}{K_x}} \quad (\text{A.19})$$

$$T_r = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} \sqrt{\frac{W_e (H_e + D)^2}{K_r}} \quad (\text{A.20})$$

son los periodos naturales que tendría la estructura si fuera infinitamente rígida y su base sólo pudiera trasladarse o girar, respectivamente. Los parámetros  $K_x$  y  $K_r$  representan las rigideces de la cimentación en la dirección en que se analiza la estructura:  $K_x$  es la rigidez de traslación, definida como la fuerza horizontal necesaria para producir un desplazamiento unitario del cimiento, y  $K_r$  es la rigidez de rotación, definida como el momento necesario para producir una rotación unitaria del cimiento. Los valores de estos resortes elásticos se obtendrán de la tabla A.2, aplicando los criterios especificados en la sección A.6.4.

El amortiguamiento efectivo del sistema acoplado suelo–estructura se determinará según la expresión

$$\tilde{\zeta}_e = \zeta_e \left( \frac{T_e}{\tilde{T}_e} \right)^3 + \frac{\zeta_x}{1 + 2\zeta_x^2} \left( \frac{T_x}{\tilde{T}_e} \right)^2 + \frac{\zeta_r}{1 + 2\zeta_r^2} \left( \frac{T_r}{\tilde{T}_e} \right)^2 \quad (\text{A.21})$$

donde

$$\zeta_x = \frac{\pi C_x}{\tilde{T}_e K_x} \quad (\text{A.22})$$

$$\zeta_r = \frac{\pi C_r}{\tilde{T}_e K_r} \quad (\text{A.23})$$

son los coeficientes de amortiguamiento del suelo en los modos de traslación y rotación, respectivamente. Los parámetros  $C_x$  y  $C_r$  representan los amortiguamientos de la cimentación en la dirección en que se analiza la estructura; se definen como la fuerza y el momento requeridos para producir una velocidad unitaria del cimiento en traslación horizontal y rotación, respectivamente. Los valores de estos amortiguadores viscosos se obtendrán de la tabla A.2, aplicando los criterios especificados en la sección A.6.4.

### A.6.4 Rigideces y amortiguamientos de la cimentación

Los resortes y amortiguadores que se usan en sustitución del suelo dependen de las propiedades del subsuelo, pero también de las características de la cimentación y de la frecuencia de excitación. Como una aproximación será válido calcular estos parámetros para la frecuencia fundamental de la estructura con base rígida,  $\omega = 2\pi/T_e$ , siguiendo los criterios que aquí se detallan. Pueden emplearse métodos alternos basados en principios

establecidos y resultados conocidos de la dinámica de cimentaciones.

Para estructuras que se apoyan sobre zapatas corridas con dimensión mayor en la dirección que se analiza o sobre losa o cajón que abarque toda el área de cimentación, y que posean suficiente rigidez y resistencia para suponer que su base se desplaza como cuerpo rígido, las rigideces y amortiguamientos de la cimentación se obtendrán considerando círculos equivalentes a la superficie de desplante, cuyos radios para los modos de traslación y rotación están dados respectivamente por las siguientes expresiones:

$$R_x = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad (\text{A.24})$$

$$R_r = \sqrt{\frac{4I}{\pi}} \quad (\text{A.25})$$

donde

$A$  área de la superficie neta de cimentación; e

$I$  momento de inercia de dicha superficie con respecto a su eje centroidal de rotación, perpendicular a la dirección en que se analiza la estructura.

Tratándose de estructuras suficientemente rígidas y resistentes, cimentadas sobre zapatas corridas con dimensión corta en la dirección que se analiza, o sobre zapatas aisladas, las rigideces y amortiguamientos de la cimentación se determinarán sumando las contribuciones de las zapatas individuales, mediante las siguientes formulas:

$$K_x = \sum K_{xi} \quad (\text{A.26})$$

$$K_r = \sum x_i^2 K_{vi} \quad (\text{A.27})$$

$$C_x = \sum C_{xi} \quad (\text{A.28})$$

$$C_r = \sum x_i^2 C_{vi} \quad (\text{A.29})$$

en las que el índice  $i$  denota valores correspondientes a la  $i$ -ésima zapata; los parámetros  $K_{vi}$  y  $C_{vi}$  representan la rigidez y el amortiguamiento de la zapata en traslación vertical, respectivamente, y  $x_i$  es la distancia en la dirección

de análisis entre el centroide de la zapata y el eje centroidal de la planta de cimentación. Las rigideces y amortiguamientos de las zapatas individuales se obtendrán usando el valor de  $R_x$  que corresponda a la zapata en cuestión.

En el caso de cimentaciones sobre pilotes de fricción, su influencia en las rigideces y amortiguamientos de la cimentación se considerará evaluando las rigideces  $K_{xi}$  y  $K_{vi}$  y los amortiguamientos  $C_{xi}$  y  $C_{vi}$  de los pilotes individuales, y combinando estos parámetros con criterios similares a los especificados para el caso de zapatas. En cimentaciones mixtas se sumará la contribución de la losa de cimentación. Será permisible tener en cuenta el efecto de grupos de pilotes usando factores de interacción estática.

Para estructuras cimentadas sobre pilotes de punta o pilas en la zona II se supondrá  $K_r$  infinita. Cuando se empleen pilotes de punta en estructuras ubicadas en la zona III, su influencia en el valor de  $K_r$  se considerará usando la siguiente expresión, en la que  $K_{vi}$  es la rigidez axial del  $i$ -ésimo pilote calculada como si su punta no se desplazara verticalmente:

$$K_r = \frac{1}{\frac{1}{43 G R_r^3} + \frac{1}{\sum x_i^2 K_{vi}}} \quad (\text{A.30})$$

siendo  $G$  el módulo de rigidez medio del suelo de soporte, que se determinará mediante pruebas dinámicas de campo o laboratorio. A falta de tales determinaciones se tomará igual a

$$G = \frac{16 \gamma}{g} \left( \frac{H_s}{T_s} \right)^2 \quad (\text{A.31})$$

donde  $\gamma$  es el peso volumétrico medio del suelo. Los valores de  $\gamma$  y  $H_s$  se obtendrán a partir de estudios locales de mecánica de suelos o, si éstos son insuficientes para obtenerlos, se adoptará  $\gamma = 1.25 \text{ t/m}^3$  y  $H_s$  se tomará de la figura A.2.

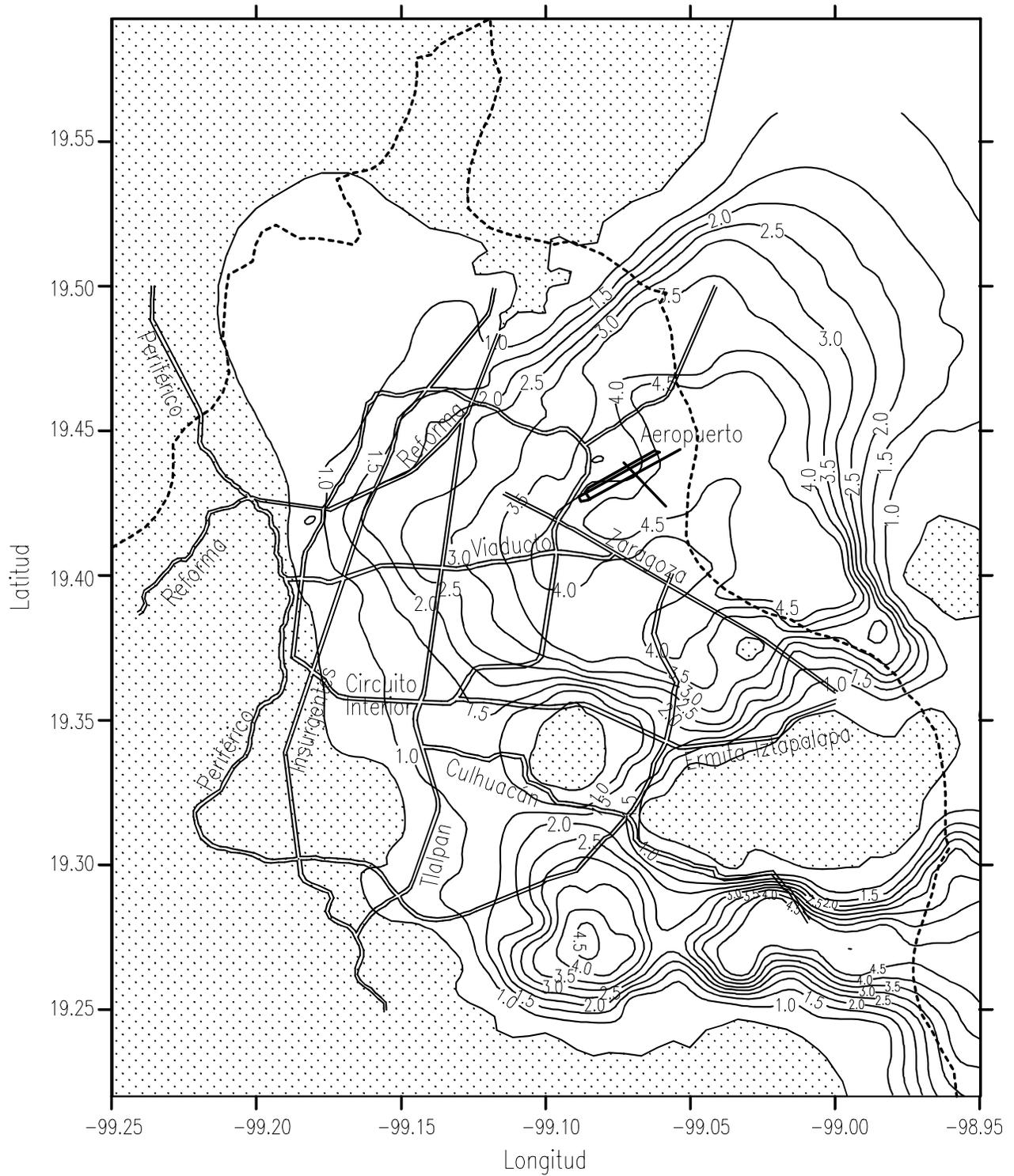


Figura A.1 Periodos predominantes del suelo,  $T_s$

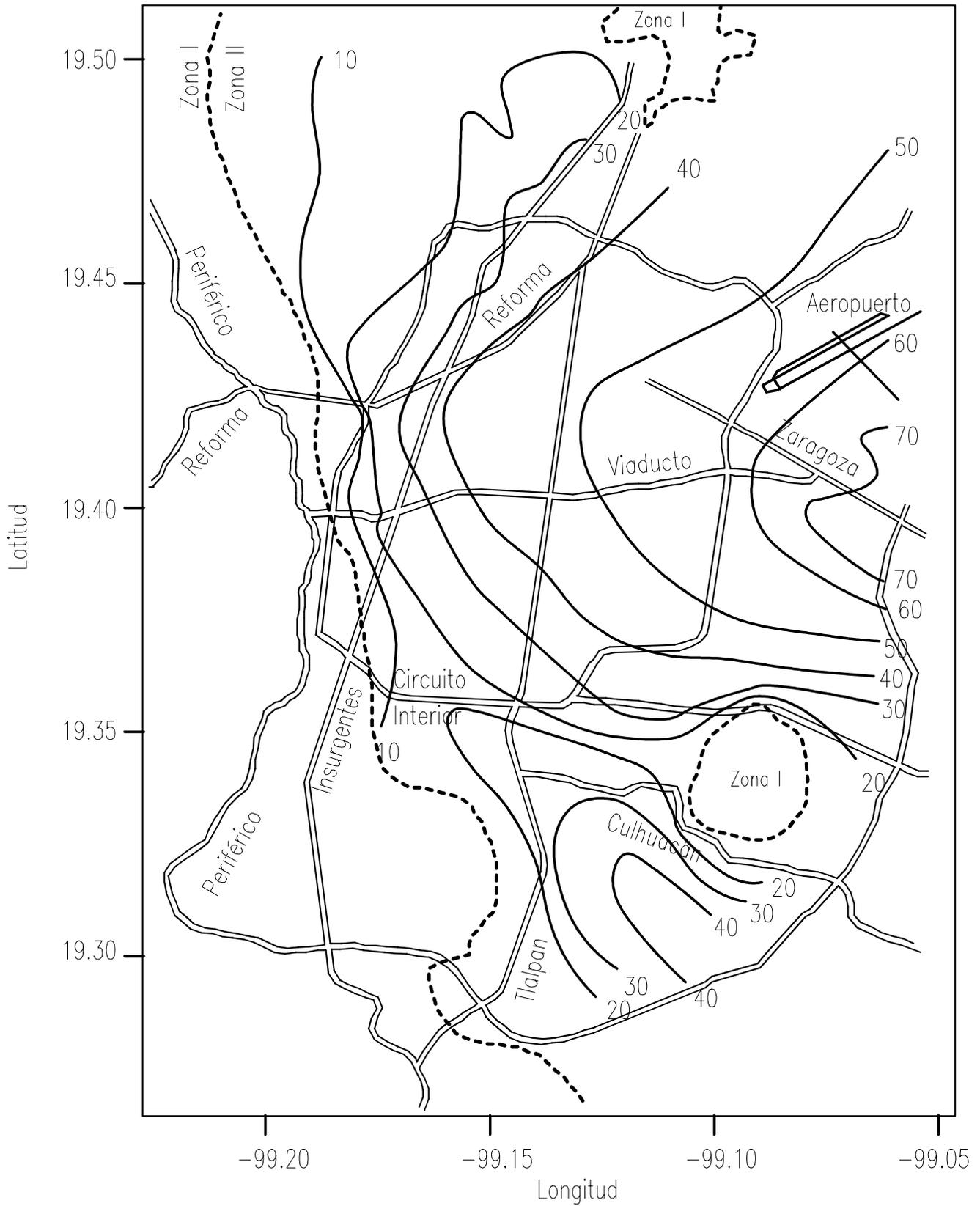


Figura A.2 Valores de  $H_s$  en metros

Tabla A.2 Rigideces y amortiguamientos de cimentaciones someras o con pilotes

<b>CIMENTACIONES SOMERAS</b>	$K_m = K_m^o (k_m - 2\zeta\eta_m c_m)$ y $C_m = K_m^o (\eta_m c_m + 2\zeta k_m)/\omega$ ; $m = x, v, r$ $\omega$ = frecuencia de interés	Parámetros de frecuencia: $\eta_m = \omega R_m / V_s$ ; donde $V_s = 4H_s / T_s$ y $R_v = R_x$ $\eta_s = \pi R_x / 2H_s$ $\eta_p = \sqrt{2(1-\nu)/(1-2\nu)} \pi R_r / 2H_s$	
<b>Modo de Vibración</b>	<b>Rigidez Estática</b>	<b>Coefficiente de Rigidez</b>	<b>Coefficiente de Amortiguamiento</b>
Horizontal	$K_x^o = \frac{8 G R_x}{2-\nu} \left(1 + \frac{R_x}{2 H_s}\right) \left(1 + \frac{2 D}{3 R_x}\right) \left(1 + \frac{5 D}{4 H_s}\right)$	$k_x = 1$	$c_x = \frac{0.65 \zeta \eta_{xs}}{1 - (1 - 2 \zeta) \eta_{xs}^2}$ ; si $\eta_{xs} = \eta_x / \eta_s \leq 1$ $c_x = 0.576$ ; si $\eta_{xs} = \eta_x / \eta_s > 1$
Vertical	$K_v^o = \frac{4 G R_v}{1-\nu} \left(1 + 1.28 \frac{R_v}{H}\right) \left(1 + 0.5 \frac{D}{R_v}\right) \left[1 + \left(0.85 - 0.28 \frac{D}{R_v}\right) \frac{D/H}{1 - D/H}\right]$	$k_v = 1$	$c_v = 0$ ; si $\eta_v < \eta_p$ $c_v = 0.85 \frac{1 + 1.85 (1 - \nu) D / R_v}{1 + 0.5 D / R_v}$ ; si $\eta_v \geq \eta_p$
Cabeceo	$K_r^o = \frac{8 G R_r^3}{3(1-\nu)} \left(1 + \frac{R_r}{6 H_s}\right) \left(1 + \frac{2 D}{R_r}\right) \left(1 + 0.71 \frac{D}{H_s}\right)$	$k_r = 1 - 0.2 \eta_r$	$c_x = \frac{0.5 \zeta \eta_{rp}}{1 - (1 - 2 \zeta) \eta_{rp}^2}$ ; si $\eta_{rp} = \eta_r / \eta_p \leq 1$ $c_r = 0.3 \eta_r^2 / (1 + \eta_r^2)$ ; si $\eta_{rp} = \eta_r / \eta_p > 1$
<b>CIMENTACIONES CON PILOTES</b>	$K_m = K_m^o k_m$ y $C_m = 2K_m^o c_m/\omega$ ; $m = x, v$ $\omega$ = frecuencia de interés	Parámetros de frecuencia: $\eta = \omega d / V_s$ ; donde $V_s = 4 H_s / T_s$ $\eta_s = \pi d / 2 H_s$ $\eta_p = 3.4 \eta_s / \pi (1 - \nu)$	
<b>Modo de Vibración</b>	<b>Rigidez Estática</b>	<b>Coefficiente de Rigidez</b>	<b>Coefficiente de Amortiguamiento</b>
Horizontal	$K_x^o = d E_s \left(\frac{E_p}{E_s}\right)^{0.21}$	$k_x = 1$	$c_x = 0.8 \zeta$ ; si $\eta \leq \eta_s$ $c_x = 0.8 \zeta + 0.175 (E_p/E_s)^{0.17}$ ; si $\eta > \eta_s$
Vertical	$K_v^o = 1.9 d E_s \left(\frac{L}{d}\right)^{0.67}$	$k_v = 1$ ; si $L/d < 15$ $k_v = 1 + \sqrt{\eta}$ ; si $L/d \geq 50$ Interpolar linealmente para $15 \leq L/d < 50$	$c_v = 0$ ; si $\eta \leq \eta_p$ $c_v = \frac{0.413}{1 + \nu} \left(\frac{L}{d}\right)^{0.33} \left(1 - e^{-(E_p/E_s)(L/d)^{-2}}\right)^{0.8}$ si $\eta > 1.5 \eta_p$ Interpolar linealmente para $\eta_p < \eta \leq 1.5 \eta_p$

Parámetros del suelo:  $\zeta$  = amortiguamiento histerético,  $\nu$  = relación de Poisson y  $E_s = 2 G (1 + \nu)$  = módulo de elasticidad

Parámetros del pilote:  $L$  = longitud,  $d$  = diámetro y  $E_p$  = módulo de elasticidad

**ÍNDICE****Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.....6****NOTACIÓN .....6****1. CONSIDERACIONES GENERALES .....10****1.1 Alcance .....10****1.2 Criterios de diseño.....10**

## 1.2.1 Estados límite de falla .....10

## 1.2.2 Estados límite de servicio.....10

## 1.2.3 Diseño por durabilidad .....11

## 1.2.4 Diseño por sismo .....11

**1.3 Análisis .....11**

## 1.3.1 Aspectos generales .....11

## 1.3.2 Efectos de esbeltez .....11

## 1.3.2.1 Conceptos preliminares .....11

## 1.3.2.2 Método de amplificación de momentos flexionantes.....12

## 1.3.2.3 Análisis de segundo orden .....13

**1.4 Materiales .....13**

## 1.4.1 Concreto .....14

## 1.4.1.1 Materiales componentes para concretos clase 1 y 2 .....14

## 1.4.1.2 Resistencia a compresión.....14

## 1.4.1.3 Resistencia a tensión.....14

## 1.4.1.4 Módulo de elasticidad.....15

## 1.4.1.5 Contracción por secado.....15

## 1.4.1.6 Deformación diferida.....15

## 1.4.2 Acero .....15

**1.5 Dimensiones de diseño .....15****1.6 Factores de resistencia .....16****2. ESTADOS LÍMITE DE FALLA .....16****2.1 Hipótesis para la obtención de resistencias de diseño a flexión, carga axial y flexocompresión ....16****2.2 Flexión .....17**

## 2.2.1 Refuerzo mínimo .....17

## 2.2.2 Refuerzo máximo .....17

## 2.2.3 Secciones L y T .....17

## 2.2.4 Fórmulas para calcular resistencias .....17

## 2.2.5 Resistencia a flexión de vigas diafragma.....18

**2.3 Flexocompresión.....19**

## 2.3.1 Excentricidad mínima.....19

## 2.3.2 Compresión y flexión en dos direcciones.....19

**2.4 Aplastamiento.....19****2.5 Fuerza cortante.....20**2.5.1 Fuerza cortante que toma el concreto,  $V_{CR}$ .....20

## 2.5.1.1 Vigas sin presfuerzo.....20

## 2.5.1.2 Elementos anchos .....20

## 2.5.1.3 Miembros sujetos a flexión y carga axial .....20

## 2.5.1.4 Miembros de concreto presforzado .....21

## 2.5.2 Refuerzo por tensión diagonal en vigas y columnas sin presfuerzo .....22

## 2.5.2.1 Requisitos generales .....22

## 2.5.2.2 Refuerzo mínimo .....22

## 2.5.2.3 Separación del refuerzo transversal..... 22

## 2.5.2.4 Fuerza cortante que toma un solo estribo o grupo de barras paralelas dobladas ..... 23

## 2.5.3 Refuerzo por tensión diagonal en vigas presforzadas ..... 23

## 2.5.3.1 Requisitos generales..... 23

## 2.5.3.2 Refuerzo mínimo ..... 23

## 2.5.3.3 Fuerza cortante que toma el refuerzo transversal..... 23

## 2.5.4 Proximidad a reacciones y cargas concentradas .... 23

## 2.5.5 Vigas con tensiones perpendiculares a su eje ..... 23

## 2.5.6 Interrupción y traslape del refuerzo longitudinal... 23

## 2.5.7 Fuerza cortante en vigas diafragma ..... 23

## 2.5.7.1 Sección crítica..... 24

## 2.5.7.2 Refuerzo mínimo ..... 24

## 2.5.7.3 Fuerza cortante que toma el refuerzo transversal..... 24

2.5.7.4 Limitación para  $V_u$ ..... 24

## 2.5.8 Refuerzo longitudinal en traves ..... 25

## 2.5.9 Fuerza cortante en losas y zapatas ..... 25

## 2.5.9.1 Sección crítica..... 25

## 2.5.9.2 Interacción supuesta entre la fuerza cortante y el momento flexionante ..... 25

## 2.5.9.3 Resistencia de diseño del concreto..... 25

## 2.5.9.4 Refuerzo mínimo ..... 27

## 2.5.9.5 Refuerzo necesario para resistir la fuerza cortante ..... 27

## 2.5.10 Resistencia a fuerza cortante por fricción ..... 27

## 2.5.10.1 Requisitos generales..... 27

## 2.5.10.2 Resistencia de diseño ..... 27

## 2.5.10.3 Tensiones normales al plano crítico ..... 28

**2.6 Torsión.....28**

## 2.6.1 Elementos en los que se pueden despreciar los efectos de torsión. .... 28

2.6.2 Cálculo del momento torsionante de diseño,  $T_u$  .... 29

## 2.6.2.1 Cuando afecta directamente al equilibrio..... 29

## 2.6.2.2 Cuando no afecta directamente al equilibrio... 29

## 2.6.2.3 Cuando pasa de una condición isostática a hiperestática..... 29

## 2.6.3 Resistencia a torsión ..... 29

## 2.6.4 Miembros en los que se requiere refuerzo por torsión..... 30

## 2.6.5 Refuerzo por torsión ..... 30

## 2.6.5.1 Refuerzo transversal..... 30

## 2.6.5.2 Refuerzo longitudinal..... 30

## 2.6.6 Detalles del refuerzo ..... 31

## 2.6.6.1 Refuerzo transversal..... 31

## 2.6.6.2 Refuerzo longitudinal..... 31

## 2.6.7 Refuerzo mínimo por torsión..... 31

## 2.6.7.1 Refuerzo transversal..... 31

## 2.6.7.2 Refuerzo longitudinal..... 31

## 2.6.8 Separación del refuerzo por torsión ..... 31

**3. ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO ..... 32****3.1 Esfuerzos bajo condiciones de servicio ..... 32****3.2 Deflexiones ..... 32**

3.2.1	Deflexiones en elementos no presforzados que trabajan en una dirección .....	32	5.6.1.2	<i>Traslape</i> .....	40
3.2.1.1	<i>Deflexiones inmediatas</i> .....	32	5.6.1.3	<i>Uniones soldadas o mecánicas</i> .....	40
3.2.1.2	<i>Deflexiones diferidas</i> .....	32	5.6.2	Uniones de malla de alambre soldado .....	40
3.3	<b>Agrietamiento en elementos no presforzados que trabajan en una dirección .....</b>	<b>32</b>	5.6.3	Uniones de barras sujetas a compresión .....	41
4.	<b>DISEÑO POR DURABILIDAD .....</b>	<b>33</b>	5.7	<b>Refuerzo por cambios volumétricos .....</b>	<b>41</b>
4.1	<b>Aspectos generales .....</b>	<b>33</b>	5.8	<b>Inclusiones .....</b>	<b>41</b>
4.1.1	Requisitos básicos.....	33	6.	<b>DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES COMUNES .....</b>	<b>41</b>
4.1.2	Requisito complementario .....	33	6.1	<b>Vigas .....</b>	<b>41</b>
4.1.3	Tipos de cemento .....	33	6.1.1	Requisitos generales.....	41
4.2	<b>Clasificación de exposición.....</b>	<b>33</b>	6.1.2	Pandeo lateral .....	42
4.3	<b>Requisitos para concretos con clasificaciones de exposición A1 y A2.....</b>	<b>34</b>	6.1.3	Refuerzo complementario en las paredes de las vigas .....	42
4.4	<b>Requisitos para concretos para clasificaciones de exposición B1, B2 y C .....</b>	<b>34</b>	6.1.4	Vigas diafragma .....	42
4.5	<b>Requisitos para concretos con clasificación de exposición D.....</b>	<b>34</b>	6.1.4.1	<i>Disposición del refuerzo por flexión</i> .....	42
4.6	<b>Requisitos para concretos expuestos a sulfatos ....</b>	<b>34</b>	6.1.4.2	<i>Revisión de las zonas a compresión</i> .....	42
4.7	<b>Requisitos adicionales para resistencia a la abrasión .....</b>	<b>34</b>	6.1.4.3	<i>Disposición del refuerzo por fuerza cortante</i> ...	43
4.8	<b>Restricciones sobre el contenido de químicos contra la corrosión.....</b>	<b>34</b>	6.1.4.4	<i>Dimensionamiento de los apoyos</i> .....	43
4.8.1	Restricciones sobre el ion cloruro para protección contra la corrosión .....	34	6.1.4.5	<i>Vigas diafragma que unen muros sujetos a fuerzas horizontales en su plano (vigas de acoplamiento)</i> .....	44
4.8.2	Restricción en el contenido de sulfato .....	34	6.1.5	Vigas de sección compuesta.....	45
4.9	<b>Requisitos para el recubrimiento y separación del acero de refuerzo .....</b>	<b>34</b>	6.1.5.1	<i>Conceptos generales</i> .....	45
4.9.1	Aspectos generales.....	34	6.1.5.2	<i>Efectos de la fuerza cortante horizontal</i> .....	45
4.9.2	Recubrimiento y separación del refuerzo para la colocación del concreto.....	34	6.1.5.3	<i>Efectos de la fuerza cortante vertical</i> .....	45
4.9.3	Recubrimiento para protección contra la corrosión .....	36	6.2	<b>Columnas .....</b>	<b>45</b>
4.10	<b>Reacción álcali-agregado .....</b>	<b>37</b>	6.2.1	Geometría.....	45
5.	<b>REQUISITOS COMPLEMENTARIOS .....</b>	<b>37</b>	6.2.2	Refuerzo mínimo y máximo.....	45
5.1	<b>Anclaje .....</b>	<b>37</b>	6.2.3	Requisitos para refuerzo transversal.....	46
5.1.1	Requisito general .....	37	6.2.3.1	<i>Criterio general</i> .....	46
5.1.2	Longitud de desarrollo de barras a tensión .....	37	6.2.3.2	<i>Separación</i> .....	46
5.1.2.1	<i>Barras rectas</i> .....	37	6.2.3.3	<i>Detallado</i> .....	46
5.1.2.2	<i>Barras con dobleces</i> .....	38	6.2.4	Columnas zunchadas.....	46
5.1.3	Longitud de desarrollo de barras a compresión ....	38	6.2.5	Detalles del refuerzo en intersecciones con vigas o losas.....	46
5.1.4	Vigas y muros .....	38	6.3	<b>Losas.....</b>	<b>47</b>
5.1.4.1	<i>Requisitos generales</i> .....	38	6.3.1	Disposiciones generales .....	47
5.1.4.2	<i>Requisitos adicionales</i> .....	39	6.3.1.1	<i>Método de análisis</i> .....	47
5.1.5	Columnas .....	39	6.3.1.2	<i>Losas encasetonadas</i> .....	47
5.1.6	Anclajes mecánicos.....	39	6.3.2	Losas que trabajan en una dirección.....	47
5.1.7	Anclaje del refuerzo transversal.....	39	6.3.3	Losas apoyadas en su perímetro.....	47
5.1.8	Anclaje de malla de alambre soldado.....	39	6.3.3.1	<i>Momentos flexionantes debidos a cargas uniformemente distribuidas</i> .....	47
5.2	<b>Revestimientos .....</b>	<b>39</b>	6.3.3.2	<i>Secciones críticas y franjas de refuerzo</i> .....	47
5.3	<b>Tamaño máximo de agregados .....</b>	<b>40</b>	6.3.3.3	<i>Distribución de momentos flexionantes entre tableros adyacentes</i> .....	47
5.4	<b>Paquetes de barras.....</b>	<b>40</b>	6.3.3.4	<i>Disposiciones sobre el refuerzo</i> .....	49
5.5	<b>Dobleces del refuerzo.....</b>	<b>40</b>	6.3.3.5	<i>Peralte mínimo</i> .....	49
5.6	<b>Uniones de barras .....</b>	<b>40</b>	6.3.3.6	<i>Revisión de la resistencia a fuerza cortante</i> ....	49
5.6.1	Uniones de barras sujetas a tensión.....	40	6.3.4	Cargas lineales .....	49
5.6.1.1	<i>Requisitos generales</i> .....	40	6.3.5	Cargas concentradas.....	49
			6.3.6	Losas encasetonadas.....	50
			6.4	<b>Zapatas.....</b>	<b>50</b>
			6.4.1	Diseño por flexión.....	50
			6.4.2	Diseño por cortante .....	50

6.4.3	Anclaje .....	50	7.3.2.1	Procedimiento general .....	62
6.4.4	Diseño por aplastamiento .....	50	7.3.2.2	Procedimiento optativo .....	63
6.4.5	Espesor mínimo de zapatas de concreto reforzado.....	50	7.3.3	Refuerzo longitudinal .....	63
<b>6.5</b>	<b>Muros .....</b>	<b>50</b>	7.3.4	Refuerzo transversal .....	63
6.5.1	Muros sujetos solamente a cargas verticales axiales o excéntricas .....	50	7.3.5	Requisitos para fuerza cortante.....	65
6.5.1.1	Ancho efectivo ante cargas concentradas.....	50	7.3.5.1	Criterio y fuerza de diseño.....	65
6.5.1.2	Refuerzo mínimo .....	51	7.3.5.2	Contribución del concreto a la resistencia .....	65
6.5.2	Muros sujetos a fuerzas horizontales en su plano.....	51	7.3.5.3	Refuerzo transversal por cortante.....	65
6.5.2.1	Alcances y requisitos generales.....	51	<b>7.4</b>	<b>Uniones viga–columna.....</b>	<b>65</b>
6.5.2.2	Momentos flexionantes de diseño .....	51	7.4.1	Requisitos generales .....	66
6.5.2.3	Flexión y flexocompresión .....	52	7.4.2	Refuerzo transversal horizontal .....	66
6.5.2.4	Elementos de refuerzo en los extremos de muros .....	52	7.4.3	Refuerzo transversal vertical .....	66
6.5.2.5	Fuerza cortante.....	54	7.4.4	Resistencia a fuerza cortante.....	66
6.5.2.6	Muros acoplados .....	56	7.4.5	Anclaje del refuerzo longitudinal.....	67
<b>6.6</b>	<b>Diafragmas y elementos a compresión de contraventeos .....</b>	<b>56</b>	7.4.5.1	Barras que terminan en el nudo.....	67
6.6.1	Alcance.....	56	7.4.5.2	Barras continuas a través del nudo.....	68
6.6.2	Firmes colados sobre elementos prefabricados .....	56	<b>7.5</b>	<b>Conexiones viga–columna con articulaciones alejadas de la cara de la columna.....</b>	<b>68</b>
6.6.3	Espesor mínimo del firme .....	56	7.5.1	Requisitos generales .....	68
6.6.4	Diseño.....	56	7.5.2	Refuerzo longitudinal de las vigas.....	68
6.6.5	Refuerzo .....	56	7.5.3	Resistencia mínima a flexión de columnas .....	68
6.6.6	Elementos de refuerzo en los extremos .....	56	7.5.4	Uniones viga–columna.....	69
<b>6.7</b>	<b>Arcos, cascarones y losas plegadas .....</b>	<b>57</b>	<b>8.</b>	<b>LOSAS PLANAS .....</b>	<b>70</b>
6.7.1	Análisis.....	57	<b>8.1</b>	<b>Requisitos generales .....</b>	<b>70</b>
6.7.2	Simplificaciones en el análisis de cascarones y losas plegadas .....	57	<b>8.2</b>	<b>Sistemas losa plana–columnas para resistir sismo.....</b>	<b>71</b>
6.7.3	Dimensionamiento.....	57	<b>8.3</b>	<b>Análisis .....</b>	<b>71</b>
<b>6.8</b>	<b>Articulaciones plásticas en vigas, columnas y arcos.....</b>	<b>57</b>	8.3.1	Consideraciones generales.....	71
<b>6.9</b>	<b>Ménsulas .....</b>	<b>57</b>	8.3.2	Análisis aproximado por carga vertical .....	71
6.9.1	Requisitos generales .....	57	8.3.2.1	Estructuras sin capiteles ni ábacos.....	71
6.9.2	Dimensionamiento del refuerzo.....	58	8.3.2.2	Estructuras con capiteles y ábacos .....	72
6.9.3	Detallado del refuerzo .....	58	8.3.3	Análisis aproximado ante fuerzas laterales.....	72
6.9.4	Área de apoyo.....	59	8.3.3.1	Estructuras sin capiteles ni ábacos.....	72
<b>7.</b>	<b>MARCOS DÚCTILES.....</b>	<b>59</b>	8.3.3.2	Estructuras con capiteles y ábacos .....	72
<b>7.1</b>	<b>Requisitos generales.....</b>	<b>59</b>	<b>8.4</b>	<b>Transmisión de momento entre losa y columnas.....</b>	<b>72</b>
7.1.1	Estructuras diseñadas con $Q$ igual a 4 .....	59	<b>8.5</b>	<b>Dimensionamiento del refuerzo para flexión .....</b>	<b>73</b>
7.1.2	Estructuras diseñadas con $Q$ igual a 3 .....	59	<b>8.6</b>	<b>Disposiciones complementarias sobre el refuerzo.....</b>	<b>73</b>
7.1.3	Miembros estructurales de cimentaciones .....	59	<b>8.7</b>	<b>Secciones críticas para momento.....</b>	<b>73</b>
7.1.4	Requisitos complementarios.....	59	<b>8.8</b>	<b>Distribución de los momentos en la franjas.....</b>	<b>73</b>
7.1.5	Características mecánicas de los materiales .....	59	<b>8.9</b>	<b>Efecto de la fuerza cortante .....</b>	<b>73</b>
7.1.6	Uniones soldadas de barras .....	59	<b>8.10</b>	<b>Peraltes mínimos.....</b>	<b>73</b>
7.1.7	Dispositivos mecánicos para unir barras .....	59	<b>8.11</b>	<b>Dimensiones de los ábacos.....</b>	<b>74</b>
<b>7.2</b>	<b>Miembros a flexión.....</b>	<b>60</b>	<b>8.12</b>	<b>Aberturas.....</b>	<b>74</b>
7.2.1	Requisitos geométricos.....	60	<b>9.</b>	<b>CONCRETO PRESFORZADO .....</b>	<b>74</b>
7.2.2	Refuerzo longitudinal .....	60	<b>9.1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>74</b>
7.2.3	Refuerzo transversal para confinamiento .....	60	9.1.1	Definición de elementos de acero para presfuerzo .....	74
7.2.4	Requisitos para fuerza cortante.....	61	<b>9.2</b>	<b>Presfuerzo parcial y presfuerzo total.....</b>	<b>74</b>
7.2.4.1	Fuerza cortante de diseño.....	61	<b>9.3</b>	<b>Estados límite de falla.....</b>	<b>75</b>
7.2.4.2	Refuerzo transversal para fuerza cortante.....	61	9.3.1	Flexión y flexocompresión .....	75
<b>7.3</b>	<b>Miembros a flexocompresión .....</b>	<b>62</b>	9.3.1.1	Esfuerzo en el acero de presfuerzo en elementos a flexión.....	75
7.3.1	Requisitos geométricos.....	62	9.3.1.2	Refuerzo mínimo en elementos a flexión .....	75
7.3.2	Resistencia mínima a flexión de columnas.....	62			

9.3.1.3 Refuerzo máximo en elementos a flexión.....	76	9.6.7 Protección contra corrosión.....	82
9.3.1.4 Secciones T sujetas a flexión.....	76	9.6.8 Resistencia al fuego.....	82
9.3.1.5 Refuerzo transversal en miembros a flexocompresión .....	76	9.6.9 Ductos para postensado.....	82
9.3.2 Fuerza cortante.....	76	9.6.10 Lechada para tendones de presfuerzo.....	82
9.3.3 Pandeo debido al presfuerzo .....	76	<b>9.7 Losas postensadas con tendones no adheridos.....</b>	<b>82</b>
9.3.4 Torsión.....	76	9.7.1 Requisitos generales.....	82
<b>9.4 Estados límite de servicio .....</b>	<b>76</b>	9.7.1.1 Definiciones.....	82
9.4.1 Elementos con presfuerzo total .....	76	9.7.1.2 Losas planas apoyadas en columnas.....	82
9.4.1.1 Esfuerzos permisibles en el concreto .....	76	9.7.1.3 Losas apoyadas en vigas .....	82
9.4.1.2 Esfuerzos permisibles en el acero de presfuerzo.....	77	9.7.1.4 Factores de reducción .....	82
9.4.1.3 Deflexiones.....	77	9.7.2 Estados límite de falla .....	82
9.4.2 Elementos con presfuerzo parcial .....	77	9.7.2.1 Flexión.....	82
9.4.2.1 Esfuerzos permisibles en el concreto .....	77	9.7.2.2 Cortante.....	83
9.4.2.2 Esfuerzos permisibles en el acero de presfuerzo.....	77	9.7.3 Sistemas de losas postensadas–columnas bajo sismo .....	84
9.4.2.3 Deflexiones.....	77	9.7.4 Estados límite de servicio.....	84
9.4.2.4 Agrietamiento.....	78	9.7.4.1 Esfuerzos permisibles en el concreto.....	84
<b>9.5 Pérdidas de presfuerzo .....</b>	<b>78</b>	9.7.4.2 Esfuerzos permisibles en el acero de presfuerzo .....	84
9.5.1 Pérdidas de presfuerzo en elementos pretensados..	78	9.7.4.3 Deflexiones .....	84
9.5.2 Pérdidas de presfuerzo en elementos postensados .	78	9.7.4.4 Agrietamiento .....	85
9.5.3 Criterios de valuación de las pérdidas de presfuerzo.....	78	9.7.4.5 Corrosión.....	85
9.5.4 Indicaciones en planos .....	79	9.7.4.6 Resistencia al fuego.....	85
<b>9.6 Requisitos complementarios .....</b>	<b>79</b>	<b>10. CONCRETO PREFABRICADO.....</b>	<b>86</b>
9.6.1 Zonas de anclaje.....	79	10.1 Requisitos generales .....	86
9.6.1.1 Geometría.....	79	10.2 Estructuras prefabricadas.....	86
9.6.1.2 Refuerzo.....	80	<b>11. CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA .....</b>	<b>87</b>
9.6.1.3 Esfuerzos permisibles de aplastamiento en el concreto de elementos postensados para edificios.....	80	11.1 Definición .....	87
9.6.2 Longitud de desarrollo y de transferencia del acero de presfuerzo .....	80	11.2 Empleo de concretos de alta resistencia .....	87
9.6.3 Anclajes y acopladores para postensado.....	80	11.2.1 General .....	87
9.6.4 Revisión de los extremos con continuidad.....	80	11.2.2 Limitaciones al empleo de concretos de alta resistencia .....	87
9.6.5 Recubrimiento en elementos de concreto presforzado.....	81	<b>11.3 Propiedades mecánicas .....</b>	<b>88</b>
9.6.5.1 Elementos que no están en contacto con el terreno.....	81	11.3.1 Módulo de elasticidad.....	88
9.6.5.2 Elementos de concreto presforzado en contacto con el terreno.....	81	11.3.2 Resistencia a tensión .....	88
9.6.5.3 Barras de acero ordinario en elementos de concreto presforzado.....	81	11.3.3 Contracción por secado .....	88
9.6.6 Separación entre elementos de acero para presfuerzo.....	81	11.3.4 Deformación diferida.....	88
9.6.6.1 Separación libre horizontal entre alambres y entre torones.....	81	<b>12. CONCRETO LIGERO.....</b>	<b>88</b>
9.6.6.2 Separación libre horizontal entre ductos de postensado.....	81	12.1 Requisitos generales .....	88
9.6.6.3 Separación libre vertical entre alambres y entre torones.....	81	12.2 Requisitos complementarios.....	88
9.6.6.4 Separación libre vertical entre ductos de postensado.....	81	<b>13. CONCRETO SIMPLE .....</b>	<b>89</b>
9.6.6.5 Separación libre vertical y horizontal entre barras de acero ordinario en elementos de concreto presforzado.....	82	13.1 Limitaciones.....	89
		13.2 Juntas .....	89
		13.3 Método de diseño.....	89
		13.4 Esfuerzos de diseño .....	89
		<b>14. CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>90</b>
		14.1 Cimbra .....	90
		14.1.1 Disposiciones generales.....	90
		14.1.2 Descimbrado.....	90
		14.2 Acero .....	90
		14.2.1 Disposiciones generales.....	90
		14.2.2 Control en la obra.....	91

14.2.3	Extensiones futuras.....	91	14.3.9	Curado.....	94
<b>14.3</b>	<b>Concreto .....</b>	<b>91</b>	14.3.10	Juntas de colado .....	95
14.3.1	Materiales componentes .....	91	<b>14.4</b>	<b>Requisitos complementarios para concreto</b>	
14.3.2	Elaboración del concreto .....	92		<b>presforzado.....</b>	<b>95</b>
14.3.3	Requisitos y control del concreto fresco.....	92	14.4.1	Lechada para tendones adheridos .....	95
14.3.4	Requisitos y control del concreto endurecido.....	93	14.4.2	Tendones de presfuerzo .....	96
	14.3.4.1 Resistencia a compresión.....	93	14.4.3	Aplicación y medición de la fuerza de	
	14.3.4.2 Módulo de elasticidad.....	93		presfuerzo.....	96
14.3.5	Transporte.....	94	<b>14.5</b>	<b>Requisitos complementarios para estructuras</b>	
14.3.6	Colocación y compactación.....	94		<b>prefabricadas .....</b>	<b>96</b>
14.3.7	Temperatura.....	94	<b>14.6</b>	<b>Tolerancias .....</b>	<b>96</b>
14.3.8	Morteros aplicados neumáticamente .....	94			

## Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto

### NOTACIÓN

$A$	área de concreto a tensión dividida entre el número de barras; también, área de la sección definida por el plano crítico de cortante por fricción; también, área de la sección transversal comprendida entre la cara a tensión por flexión de la losa postensada y el centro de gravedad de la sección completa	$A_{sm}$	área del acero de refuerzo de integridad estructural en losas planas postensadas
$A_1$	área de contacto en la revisión por aplastamiento	$A_{sp}$	área del acero de refuerzo que interviene en el cálculo de la resistencia a flexión de vigas T e I sin acero de compresión; también, área del acero de presfuerzo en la zona de tensión
$A_2$	área de la figura de mayor tamaño, semejante al área de contacto y concéntrica con ella, que puede inscribirse en la superficie que recibe la carga	$A_{st}$	área del acero de refuerzo longitudinal requerido por torsión
$A_c$	área transversal del núcleo, hasta la orilla exterior del refuerzo transversal	$A_t$	área transversal de una rama de estribo que resiste torsión, colocado a una separación $s$
$A_{cm}$	área bruta de la sección de concreto comprendida por el espesor del muro y la longitud de la sección en la dirección de la fuerza cortante de diseño	$A_{tr}$	área total de las secciones rectas de todo el refuerzo transversal comprendido en la separación $s$ , y que cruza el plano potencial de agrietamiento entre las barras que se anclan
$A_{cp}$	área de la sección transversal del elemento, incluida dentro del perímetro del elemento de concreto	$A_v$	área de todas las ramas de refuerzo por tensión diagonal comprendido en una distancia $s$ ; también, en vigas diafragma, área de acero de refuerzo vertical comprendida en una distancia $s$
$A_{cr}$	área de la sección crítica para transmitir cortante entre columnas y losas o zapatas	$A_{vf}$	área del acero de refuerzo por cortante por fricción
$A_f$	área del acero de refuerzo principal necesario para resistir el momento flexionante en ménsulas	$A_{vh}$	área de acero de refuerzo horizontal comprendida en una distancia $s_h$ en vigas diafragma
$A_g$	área bruta de la sección transversal	$A_{vm}$	área de acero de refuerzo paralelo a la fuerza cortante de diseño comprendida en una distancia $s_m$ en muros y segmentos de muro
$A_h$	área de los estribos complementarios horizontales en ménsulas	$A_{vn}$	área de acero de refuerzo perpendicular a la fuerza cortante de diseño comprendida en una distancia $s_n$ en muros y segmentos de muro
$A_n$	área del acero de refuerzo principal necesario para resistir la fuerza de tensión horizontal $P_{hu}$ en ménsulas	$a$	profundidad del bloque de esfuerzos a compresión en el concreto; también, en ménsulas, distancia de la carga al paño donde arranca la ménsula
$A_o$	área bruta encerrada por el flujo de cortante en elementos a torsión	$a_1, a_2$	respectivamente, claros corto y largo de un tablero de una losa, o lados corto y largo de una zapata
$A_{oh}$	área comprendida por el perímetro $p_h$	$a_s$	área transversal de una barra
$A_s$	área de refuerzo longitudinal en tensión en acero de elementos a flexión; también, área total del refuerzo longitudinal en columnas; o también, área de las barras principales en ménsulas	$a_{s1}$	área transversal del refuerzo por cambios volumétricos, por unidad de ancho de la pieza
$A_s'$	área de acero de refuerzo longitudinal en compresión en elementos a flexión	$B_e$	ancho de losa usado para calcular la rigidez a flexión de vigas equivalentes
$A_{s,min}$	área mínima de refuerzo longitudinal de secciones rectangulares	$B_t$	ancho total de la losa entre las líneas medias de los tableros adyacentes al eje de columnas considerado
$A_{sd}$	área total del acero de refuerzo longitudinal de cada elemento diagonal en vigas diafragma que unen muros sujetos a fuerzas horizontales en un plano, también llamadas vigas de acoplamiento	$b$	ancho de una sección rectangular, o ancho del patín a compresión en vigas T, I o L, o ancho de una viga ficticia para resistir fuerza cortante en losas o zapatas
$A_{sh}$	área del acero de refuerzo transversal por confinamiento en elementos a flexocompresión	$b'$	ancho del alma de una sección T, I o L

$b_c$	dimensión del núcleo de un elemento a flexo-compresión, normal al refuerzo de área $A_{sh}$	$e$	base de los logaritmos naturales
$b_e$	ancho efectivo para resistir fuerza cortante de la unión viga–columna	$e_x$	excentricidad en la dirección X de la fuerza normal en elementos a flexocompresión
$b_o$	perímetro de la sección crítica por tensión diagonal alrededor de cargas concentradas a reacciones en losas y zapatas	$e_y$	excentricidad en la dirección Y de la fuerza normal en elementos a flexocompresión
$b_v$	ancho del área de contacto en vigas de sección compuesta	$F_{ab}$	factor de amplificación de momentos flexionantes en elementos a flexocompresión con extremos restringidos lateralmente
$C_f$	coeficiente de deformación axial diferida final	$F_{as}$	factor de amplificación de momentos flexionantes en elementos a flexocompresión con extremos no restringidos lateralmente
$C_m$	factor definido en la sección 1.3.2.2 y que toma en cuenta la forma del diagrama de momentos flexionantes	$F_R$	factor de resistencia
$c$	separación o recubrimiento; también, profundidad del eje neutro medida desde la fibra extrema en compresión; o también, en muros, la mayor profundidad del eje neutro calculada para la carga axial de diseño y el momento resistente (igual al momento último resistente con factor de resistencia unitario) y consistente con el desplazamiento lateral de diseño, $\delta_u$	$f_b$	esfuerzo de aplastamiento permisible
$c_1$	dimensión horizontal del capitel en su unión con el ábaco, paralela a la dirección de análisis; también, dimensión paralela al momento transmitido en losas planas	$f_c'$	resistencia especificada del concreto a compresión
$c_2$	dimensión horizontal del capitel en su unión con el ábaco, normal a la dirección de análisis; también, dimensión normal al momento transmitido en losas planas	$f_c''$	magnitud del bloque equivalente de esfuerzos del concreto a compresión
$D$	diámetro de una columna	$\overline{f_c}$	resistencia media a compresión del concreto
$D_p$	diámetro de un pilote en la base de la zapata	$f_c^*$	resistencia nominal del concreto a compresión
$d$	peralte efectivo en la dirección de flexión; es decir, distancia entre el centroide del acero de tensión y la fibra extrema de compresión	$f_{ci}'$	resistencia a compresión del concreto a la edad en que ocurre la transferencia
$d'$	distancia entre el centroide del acero de compresión y la fibra extrema a compresión	$f_{cp}$	esfuerzo de compresión efectivo debido al presfuerzo, después de todas las pérdidas, en el centroide de la sección transversal o en la unión del alma y el patín
$d_b$	diámetro nominal de una barra	$\overline{f_f}$	resistencia media a tensión por flexión del concreto o módulo de rotura
$d_c$	recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tensión al centro de la barra más próxima a ella	$f_f^*$	resistencia nominal del concreto a flexión
$d_p$	distancia de la fibra extrema en compresión al centroide de los tendones de presfuerzo	$\overline{f_t}$	resistencia media del concreto a tensión
$d_s$	distancia entre la fibra extrema en compresión y el centroide del acero de refuerzo longitudinal ordinario a tensión	$f_t^*$	resistencia nominal del concreto a tensión
$E_c$	módulo de la elasticidad del concreto de peso normal	$f_s$	esfuerzo en el acero en condiciones de servicio
$E_L$	módulo de elasticidad del concreto ligero	$f_{se}$	esfuerzo en el acero de presfuerzo en condiciones de servicio después de pérdidas
$E_s$	módulo de elasticidad del acero	$f_{sp}$	esfuerzo en el acero de presfuerzo cuando se alcanza la resistencia a flexión del elemento
		$f_{sr}$	esfuerzo resistente del acero de presfuerzo
		$f_y$	esfuerzo especificado de fluencia del acero de refuerzo
		$f_{yh}$	esfuerzo especificado de fluencia del acero de refuerzo transversal o, en vigas diafragma, del acero de refuerzo horizontal
		$f_{yp}$	esfuerzo convencional de fluencia del acero de presfuerzo
		$f_{yt}$	esfuerzo especificado de fluencia del acero de refuerzo transversal necesario para resistir torsión
		$f_{yv}$	esfuerzo especificado de fluencia del acero de refuerzo transversal necesario para resistir fuerza cortante

- $H$  longitud libre de un miembro a flexocompresión, o altura del segmento o tablero del muro en consideración, en ambos casos perpendicular a la dirección de la fuerza cortante
- $H'$  longitud efectiva de pandeo de un miembro a flexocompresión
- $H_{cr}$  altura crítica de un muro
- $H_m$  altura total de un muro
- $h$  peralte total de un elemento, o dimensión transversal de un miembro paralela a la flexión o a la fuerza cortante; también, altura de entrepiso eje a eje
- $h_1$  distancia entre el eje neutro y el centroide del refuerzo principal de tensión
- $h_2$  distancia entre el eje neutro y la fibra más esforzada a tensión
- $I_1, I_2, I_3$  momentos de inercia para calcular deflexiones inmediatas
- $I_{ag}$  momento de inercia de la sección transformada agrietada
- $I_e$  momento de inercia efectivo
- $I_g$  momento de inercia centroidal de la sección bruta de concreto de un miembro
- $I_p$  índice de presfuerzo
- $J_c$  parámetro para el cálculo del esfuerzo cortante actuante debido a transferencia de momento flexionante entre columnas y losas o zapatas
- $K$  coeficiente de fricción por desviación accidental por metro de tendón
- $K_{tr}$  índice de refuerzo transversal
- $k$  factor de longitud efectiva de pandeo de un miembro a flexocompresión; también, coeficiente para determinar el peralte mínimo en losas planas
- $L$  claro de un elemento; también, longitud de un muro o de un tablero de muro en la dirección de la fuerza cortante de diseño; o también, en concreto presforzado, longitud del tendón desde el extremo donde se une al gato hasta el punto x
- $L_d$  longitud de desarrollo
- $L_{db}$  longitud básica de desarrollo
- $l_1, l_2$  claros centro a centro en cada dirección principal para determinar el refuerzo de integridad estructural en losas planas postensadas
- $M$  momento flexionante que actúa en una sección
- $M_1$  menor momento flexionante en un extremo de un miembro a flexocompresión; también, en marcos dúctiles con articulaciones alejadas de las columnas, demanda de momento flexionante en la cara de la columna (sección 1) debida a la formación de la articulación plástica en la sección 2
- $M_2$  mayor momento flexionante en un extremo de un miembro a flexocompresión; también, en marcos dúctiles con articulaciones plásticas alejadas de la columna, momentos flexionantes resistentes asociados a la formación de la articulación plástica en la sección 2
- $M_{1b}, M_{2b}$  momentos flexionantes multiplicados por el factor de carga, en los extremos respectivos donde actúan  $M_1$  y  $M_2$ , producidos por las cargas que no causan un desplazamiento lateral apreciable, calculado con un análisis elástico de primer orden
- $M_{1s}, M_{2s}$  momentos flexionantes multiplicados por el factor de carga, en los extremos respectivos donde actúan  $M_1$  y  $M_2$ , producidos por las cargas que causan un desplazamiento lateral apreciable, calculado con un análisis elástico de primer orden
- $M_{a1}, M_{a2}$  en marcos dúctiles con articulaciones plásticas alejadas de la columna, momentos flexionantes de diseño en las secciones 1 y 2, respectivamente, obtenidos del análisis
- $M_{ag}$  momento de agrietamiento
- $M_c$  momento flexionante amplificado resultado de la revisión por esbeltez
- $M_e$  momento flexionante resistente de la columna al paño del nudo de marcos dúctiles, calculado con factor de resistencia igual a uno
- $M_g$  momento flexionante resistente de la viga al paño del nudo de marcos dúctiles, calculado con factor de resistencia igual a uno y esfuerzo de fluencia igual a  $1.25 f_y$
- $M_{máx}$  momento flexionante máximo correspondiente al nivel de carga para el cual se estima la deflexión
- $M_R$  momento flexionante resistente de diseño
- $M_{Rp}$  momento flexionante resistente suministrado por el acero presforzado
- $M_{Rr}$  momento flexionante resistente suministrado por el acero ordinario
- $M_{Rx}$  momento flexionante resistente de diseño alrededor del eje X
- $M_{Ry}$  momento flexionante resistente de diseño alrededor del eje Y
- $M_u$  momento flexionante de diseño
- $M_{ux}$  momento flexionante de diseño alrededor del eje X
- $M_{uy}$  momento flexionante de diseño alrededor del eje Y
- $m$  relación  $a_1/a_2$

$N_c$	fuerza a tensión en el concreto debida a cargas muerta y viva de servicio	$p_p$	cuantía de acero de presfuerzo ( $A_{sp}/b d_p$ )
$N_u$	fuerza de diseño de compresión normal al plano crítico en la revisión por fuerza cortante por fricción	$p_s$	cuantía volumétrica de refuerzo helicoidal o de estribos circulares en columnas
$n$	número de barras sobre el plano potencial de agrietamiento	$Q$	factor de comportamiento sísmico
$P$	carga axial que actúa en una sección; también, carga concentrada en losas	$q' = \frac{p' f_y}{f_c}$	
$P_c$	carga axial crítica	$R_b$	distancia del centro de la carga al borde más próximo a ella
$P_{hu}$	fuerza de tensión horizontal de diseño en ménsulas	$r$	radio de giro de una sección; también, radio del círculo de igual área a la de aplicación de la carga concentrada
$P_0$	valor de la fuerza que es necesario aplicar en el gato para producir una tensión determinada $P_x$ en el tendón postensado	$S_{Lh}$	separación libre horizontal entre tendones y ductos
$P_R$	carga normal resistente de diseño	$S_{Lv}$	separación libre vertical entre tendones y ductos
$P_{R0}$	carga axial resistente de diseño	$s$	separación del refuerzo transversal
$P_{Rx}$	carga normal resistente de diseño aplicada con una excentricidad $e_x$	$s_h$	separación del acero de refuerzo horizontal en vigas diafragma
$P_{Ry}$	carga normal resistente de diseño aplicada con una excentricidad $e_y$	$s_m$	separación del refuerzo perpendicular a la fuerza cortante de diseño
$P_u$	fuerza axial de diseño	$s_n$	separación del refuerzo paralelo a la fuerza cortante de diseño
$P_{vu}$	fuerza vertical de diseño en ménsulas	$T$	momento torsionante que actúa en una sección
$P_x$	tensión en el tendón postensado en el punto $x$	$T_{R0}$	momento torsionante resistente de diseño de un miembro sin refuerzo por torsión
$p$	cuantía del acero de refuerzo longitudinal a tensión: $p = \frac{A_s}{bd}$ (en vigas); $p = \frac{A_s}{td}$ (en muros); y $p = \frac{A_s}{A_g}$ (en columnas).	$T_u$	momento torsionante de diseño
$p'$	cuantía del acero de refuerzo longitudinal a compresión: $p' = \frac{A_s'}{b d}$ (en elementos a flexión).	$T_{uh}$	momento torsionante de diseño en la condición hiperestática
$p_{cp}$	perímetro exterior de la sección transversal de concreto del elemento	$T_{ui}$	momento torsionante de diseño en la condición isostática
$p_h$	perímetro, medido en el eje, del estribo de refuerzo por torsión	$t$	espesor del patín en secciones I o L, o espesor de muros
$p_m$	cuantía del refuerzo paralelo a la dirección de la fuerza cortante de diseño distribuido en el área bruta de la sección transversal normal a dicho refuerzo	$u$	relación entre el máximo momento flexionante de diseño por carga muerta y carga viva sostenida, y el máximo momento flexionante de diseño total asociados a la misma combinación de cargas
$p_n$	cuantía de refuerzo perpendicular a la dirección de la fuerza cortante de diseño distribuido en el área bruta de la sección transversal normal a dicho refuerzo	$V$	fuerza cortante que actúa en una sección
		$V_{cR}$	fuerza cortante de diseño que toma el concreto
		$V_{sR}$	fuerza cortante de diseño que toma el acero de refuerzo transversal
		$V_u$	fuerza cortante de diseño
		$v_n$	esfuerzo cortante horizontal entre los elementos que forman una viga compuesta
		$v_u$	esfuerzo cortante de diseño
		$W_u$	suma de las cargas de diseño muertas y vivas, multiplicadas por el factor de carga correspondiente, acumuladas desde el extremo superior del edificio hasta el entrepiso considerado

$w$	carga uniformemente distribuida
$w_u$	carga de diseño de la losa postensada
$x$	punto en el cual se valúan la tensión y pérdidas por postensado; también, dimensión en la dirección en que se considera la tolerancia
$x_1$	dimensión mínima del miembro medida perpendicularmente al refuerzo por cambios volumétricos
$y$	longitud de ménsulas restando la tolerancia de separación
$z$	brazo del par interno en vigas diafragma y muros
$\alpha$	fracción del momento flexionante que se transmite por excentricidad de la fuerza cortante en losas planas o zapatas
$\beta_1$	factor definido en el inciso 2.1.e que especifica la profundidad del bloque equivalente de esfuerzos a compresión, como una fracción de la profundidad del eje neutro, $c$
$\gamma$	relación del lado corto al lado largo del área donde actúa la carga o reacción
$\Delta$	desplazamiento de entrepiso producido por la fuerza cortante de entrepiso $V$
$\delta_f$	deformación axial final
$\delta_i$	deformación axial inmediata
$\varepsilon_{cf}$	contracción por secado final
$\varepsilon_{sp}$	deformación unitaria del acero de presfuerzo cuando se alcanza el momento flexionante resistente de la sección
$\varepsilon_{yp}$	deformación unitaria convencional de fluencia del acero de presfuerzo
$\eta$	cambio angular total en el perfil del tendón desde el extremo donde actúa el gato hasta el punto $x$
$\theta$	ángulo que el acero de refuerzo transversal por tensión diagonal forma con el eje de la pieza; también, ángulo con respecto al eje de la viga diafragma que forma el elemento de refuerzo diagonal
$\lambda$	índice de estabilidad
$\mu$	coeficiente de fricción para diseño de cortante por fricción; también, coeficiente de fricción por curvatura en concreto presforzado
$\varphi$	ángulo, con respecto al eje de la pieza, que forman las diagonales de compresión que se desarrollan en el concreto para resistir tensión según la teoría de la analogía de la armadura espacial
$\Psi_A, \Psi_B$	cociente de $\Sigma(I/L)$ de las columnas, entre $\Sigma(I/L)$ de los miembros de flexión que llegan al extremo A o B de una columna, en el plano considerado

## 1. CONSIDERACIONES GENERALES

### 1.1 Alcance

En estas Normas se presentan disposiciones para diseñar estructuras de concreto, incluido el concreto simple y el reforzado (ordinario y presforzado). Se dan requisitos complementarios para concreto ligero y concreto de alta resistencia.

Estas disposiciones deben considerarse como un complemento de los principios básicos de diseño establecidos en el Título Sexto del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y en las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones.

### 1.2 Criterios de diseño

Las fuerzas y momentos internos producidos por las acciones a que están sujetas las estructuras se determinarán de acuerdo con los criterios prescritos en la sección 1.3.

El dimensionamiento y el detallado se harán de acuerdo con los criterios relativos a los estados límite de falla y de servicio, así como de durabilidad, establecidos en el Título Sexto del Reglamento y en estas Normas, o por algún procedimiento optativo que cumpla con los requisitos del **Artículo 168** del mencionado Título Sexto.

#### 1.2.1 Estados límite de falla

Según el criterio de estados límite de falla, las estructuras deben dimensionarse de modo que la resistencia de diseño de toda sección con respecto a cada fuerza o momento interno que en ella actúe, sea igual o mayor que el valor de diseño de dicha fuerza o momento internos. Las resistencias de diseño deben incluir el correspondiente factor de resistencia,  $F_R$ , prescrito en la sección 1.6. Las fuerzas y momentos internos de diseño se obtienen multiplicando por el correspondiente factor de carga los valores de dichas fuerzas y momentos internos calculados bajo las acciones especificadas en el Título Sexto del Reglamento y en las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones.

#### 1.2.2 Estados límite de servicio

Sea que se aplique el criterio de estados límite de falla o algún criterio optativo, deben revisarse los estados límite de servicio, es decir, se comprobará que las respuestas de la estructura (deformación, agrietamiento, etc.) queden limitadas a valores tales que el funcionamiento en condiciones de servicio sea satisfactorio.

### 1.2.3 Diseño por durabilidad

Las estructuras deberán diseñarse para una vida útil de al menos 50 años, de acuerdo con los requisitos establecidos en el Cap. 4.

### 1.2.4 Diseño por sismo

Los marcos de concreto reforzado de peso normal colados en el lugar que cumplan con los requisitos generales de estas Normas se diseñarán por sismo, aplicando un factor de comportamiento sísmico  $Q$  igual a 2.0. Los valores de  $Q$  que deben aplicarse para estructuras especiales como marcos dúctiles, losas planas, estructuras presforzadas y estructuras prefabricadas, se dan en los Capítulos 7 a 10, respectivamente. En todo lo relativo a los valores de  $Q$ , debe cumplirse, además, con el Cap. 5 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo.

## 1.3 Análisis

### 1.3.1 Aspectos generales

Las estructuras de concreto se analizarán, en general, con métodos que supongan comportamiento elástico. También pueden aplicarse métodos de análisis límite siempre que se compruebe que la estructura tiene suficiente ductilidad y que se eviten fallas prematuras por inestabilidad. Las articulaciones plásticas en vigas y columnas se diseñarán de acuerdo con lo prescrito en la sección 6.8.

Cuando se apliquen métodos de análisis elástico, en el cálculo de las rigideces de los miembros estructurales se tomará en cuenta el efecto del agrietamiento. Se admitirá que se cumple con este requisito si las rigideces de vigas y muros agrietados se calculan con la mitad del momento de inercia de la sección bruta de concreto ( $0.5I_g$ ), y si las rigideces de columnas y muros no agrietados se calculan con el momento de inercia total de la sección bruta de concreto. En vigas T, la sección bruta incluirá los anchos de patín especificados en la sección 2.2.3. En estructuras constituidas por losas planas, las rigideces se calcularán con las hipótesis de la sección 8.3.

En estructuras continuas se admite redistribuir los momentos flexionantes obtenidos del análisis elástico, satisfaciendo las condiciones de equilibrio de fuerzas y momentos en vigas, nudos y entrepisos, pero sin que ningún momento se reduzca, en valor absoluto, más del 20 por ciento en vigas y losas apoyadas en vigas o muros, ni que se reduzca más del 10 por ciento en columnas y en losas planas.

En los momentos de diseño y en las deformaciones laterales de las estructuras deben incluirse los efectos de esbeltez valuados de acuerdo con la sección 1.3.2.

### 1.3.2 Efectos de esbeltez

Se admitirá valorar los efectos de esbeltez mediante el método de amplificación de momentos flexionantes de la sección 1.3.2.2 o por medio del análisis de segundo orden especificado en la sección 1.3.2.3.

#### 1.3.2.1 Conceptos preliminares

##### a) Restricción lateral de los extremos de columnas

Se supondrá que una columna tiene sus extremos restringidos lateralmente cuando estos extremos no se desplacen uno respecto al otro de manera apreciable. El desplazamiento puede ser despreciable por la presencia en el entrepiso de elementos de una elevada rigidez lateral, como contravientos o muros, o porque la estructura puede resistir las cargas aplicadas sin sufrir desplazamientos laterales considerables.

En el primer caso, puede suponerse que no hay desplazamientos laterales considerables si la columna forma parte de un entrepiso donde la rigidez lateral de contravientos, muros u otros elementos que den restricción lateral no es menor que el 85 por ciento de la rigidez total de entrepiso. Además, la rigidez de cada diafragma horizontal (losa, etc.), a los que llega la columna, no debe ser menor que diez veces la rigidez de entrepiso del marco al que pertenece la columna en estudio. La rigidez de un diafragma horizontal con relación a un eje de columnas se define como la fuerza que debe aplicarse al diafragma en el eje en cuestión para producir una flecha unitaria sobre dicho eje, estando el diafragma libremente apoyado en los elementos que dan restricción lateral (muros, contravientos, etc.).

En el segundo caso, puede considerarse que no hay desplazamientos laterales apreciables si

$$\frac{Q \Delta}{h} \leq 0.08 \frac{V}{W_u} \quad (1.1)$$

donde

$Q$  factor de comportamiento sísmico definido en estas Normas y en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo. Cuando los desplazamientos laterales sean debidos a acciones distintas del sismo se tomará  $Q = 1.0$ ;

$V$  fuerza cortante de entrepiso;

$\Delta$  desplazamiento de entrepiso producido por  $V$ ;

$W_u$  suma de las cargas de diseño, muertas y vivas (cargas especificadas en las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones) multiplicadas por el factor de carga correspondiente, acumuladas desde el

extremo superior del edificio hasta el entrepiso considerado; y

$h$  altura del entrepiso, entre ejes.

b) Longitud libre,  $H$ , de un miembro a flexocompresión

Es la distancia libre entre elementos capaces de darle al miembro apoyo lateral. En columnas que soporten sistemas de piso formados por vigas y losas,  $H$  será la distancia libre entre el piso y la cara inferior de la viga más peraltada que llega a la columna en la dirección en que se considera la flexión. En aquéllas que soporten losas planas,  $H$  será la distancia libre entre el piso y la sección en que la columna se une al capitel, al ábaco o a la losa, según el caso.

c) Longitud efectiva,  $H'$ , de un miembro a flexocompresión

La longitud efectiva de miembros cuyos extremos estén restringidos lateralmente puede determinarse con el nomograma de la figura 1.1.

1.3.2.2 Método de amplificación de momentos flexionantes

a) Miembros en los que pueden despreciarse los efectos de esbeltez

En miembros con extremos restringidos lateralmente, los efectos de esbeltez pueden despreciarse cuando la relación entre  $H'$  y el radio de giro,  $r$ , de la sección en la dirección considerada es menor que  $34-12 M_1/M_2$ . En la expresión anterior,  $M_1$  es el menor y  $M_2$  el mayor de los momentos flexionantes en los extremos del miembro; el cociente  $M_1/M_2$  es positivo cuando el miembro se flexiona en curvatura sencilla y negativo cuando lo hace en curvatura doble; si  $M_1 = M_2 = 0$ , el cociente  $M_1/M_2$  se tomará igual a 1.0.

En miembros con extremos no restringidos lateralmente, los efectos de esbeltez no podrán despreciarse.

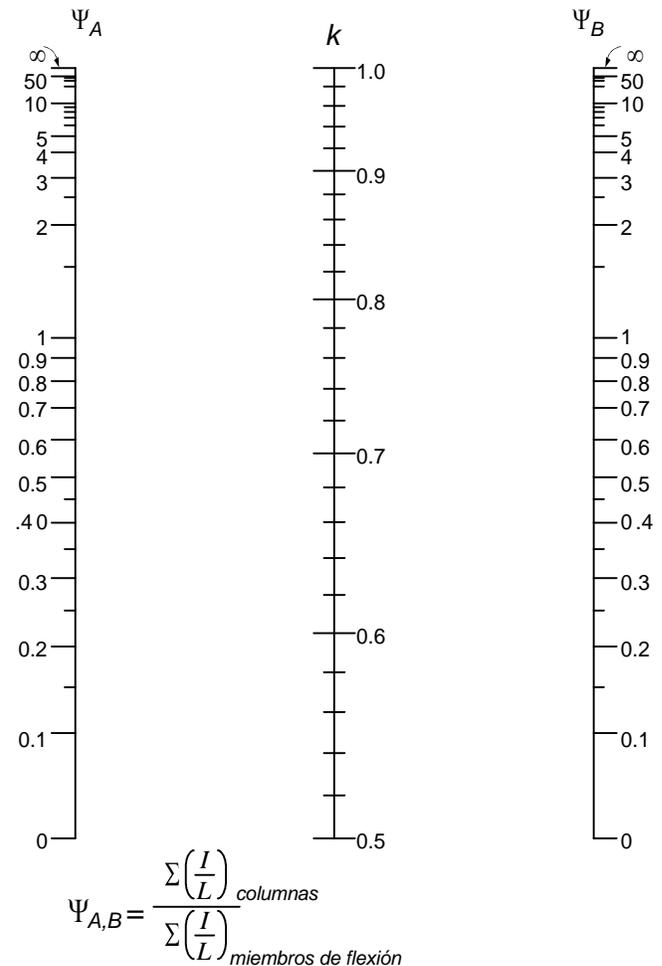
b) Limitación para  $H'/r$

Cuando  $H'/r$  sea mayor que 100, deberá efectuarse un análisis de segundo orden de acuerdo con lo prescrito en la sección 1.3.2.3.

c) Momentos de diseño

Los miembros sujetos a flexocompresión en los que, de acuerdo con el inciso 1.3.2.2.a, no pueden despreciarse los efectos de esbeltez, se dimensionarán para la carga axial de diseño,  $P_u$ , obtenida de un análisis elástico de primer orden y un momento amplificado,  $M_c$ , obtenido en forma

aproximada y, según el caso, de acuerdo con lo estipulado en el inciso 1.3.2.2.d o en 1.3.2.2.e.



A y B son los extremos de la columna. Los momentos de inercia,  $I$ , corresponden a la flexión en el plano considerado.  
 $H' = kH$

En forma aproximada:

$$k_A = \frac{0.4 + \Psi_A}{0.8 + \Psi_A} ; k_B = \frac{0.4 + \Psi_B}{0.8 + \Psi_B} ;$$

$$k = 1.35 - \sqrt{1.35 ( 1.35 - k_A k_B ) + \frac{1}{2} ( k_A^2 + k_B^2 )}$$

**Figura 1.1** Nomograma para determinar longitudes efectivas,  $H'$ , en miembros a flexocompresión con extremos restringidos lateralmente

d) Miembros con extremos restringidos lateralmente

Los miembros se diseñarán con un momento amplificado,  $M_c$ , que se calculará con la ecuación

$$M_c = F_{ab} M_2 \quad (1.2)$$

donde

$$F_{ab} = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0.75 P_c}} \geq 1.0 \quad (1.3)$$

$$C_m = 0.6 + 0.4 \frac{M_1}{M_2} \geq 0.4 \quad (1.4)$$

$$P_c = \frac{\pi^2 E I}{(H')^2} \quad (1.5)$$

$$E I = 0.4 \frac{E_c I_g}{1 + u} \quad (1.6)$$

$u$  relación entre el máximo momento de diseño por carga muerta y carga viva sostenida, y el máximo momento de diseño total asociados a la misma combinación de cargas.

El momento  $M_2$ , que es el mayor de los momentos en los extremos del miembro, se tomará con su valor absoluto y debe estar multiplicado por el factor de carga. No se tomará menor que el que resulte de aplicar la excentricidad mínima prescrita en la sección 2.3.1.

e) Miembros con extremos no restringidos lateralmente

Los momentos en los extremos del miembro se calcularán con las ecuaciones:

$$M_1 = M_{1b} + F_{as} M_{1s} \quad (1.7)$$

$$M_2 = M_{2b} + F_{as} M_{2s} \quad (1.8)$$

donde

$M_{1b}$  momento flexionante multiplicado por el factor de carga, en el extremo donde actúa  $M_1$ , producido por las cargas que no causan un desplazamiento lateral apreciable, calculado con un análisis elástico de primer orden;

$M_{1s}$  momento flexionante multiplicado por el factor de carga, en el extremo donde actúa  $M_1$ , producido por las cargas que causan un desplazamiento lateral apreciable, calculado con un análisis elástico de primer orden;

$M_{2b}$  momento flexionante multiplicado por el factor de carga, en el extremo donde actúa  $M_2$ , producido por las cargas que no causan un desplazamiento lateral apreciable, calculado con un análisis elástico de primer orden;

$M_{2s}$  momento flexionante multiplicado por el factor de carga, en el extremo donde actúa  $M_2$ , producido por las cargas que causan un desplazamiento lateral apreciable, calculado con un análisis elástico de primer orden; y

$$F_{as} = \frac{1}{1 - \lambda} \geq 1 \quad (1.9)$$

donde  $\lambda$  está dado por la ecuación

$$\lambda = \frac{W_u Q \Delta}{h V} \quad (1.10)$$

Si  $F_{as}$  calculado con la ec. 1.9 excede de 1.5, se deberá hacer un análisis de segundo orden de acuerdo con la sección 1.3.2.3.

En estructuras cuyas columnas no tienen restringidos lateralmente sus extremos, las vigas y otros elementos en flexión se dimensionarán para que resistan los momentos amplificados de los extremos de las columnas. Cuando la torsión de un entrepiso sea significativa se deberá hacer un análisis de segundo orden.

f) Si un miembro sujeto a flexocompresión con extremos no restringidos tiene una relación

$$\frac{H}{r} \geq \frac{35}{\sqrt{\frac{P_u}{f_c' A_g}}} \quad (1.11)$$

se diseñará para la carga  $P_u$  y un momento flexionante amplificado  $M_c$  calculado según se especifica en el inciso 1.3.2.2.d, pero calculando  $M_1$  y  $M_2$  como se especifica en el inciso 1.3.2.2.e y con el valor de  $u$  correspondiente a la combinación de carga considerada.

### 1.3.2.3 Análisis de segundo orden

Este procedimiento consiste en obtener las fuerzas y momentos internos tomando en cuenta los efectos de las deformaciones sobre dichas fuerzas y momentos, la influencia de la carga axial en las rigideces, el comportamiento no lineal y agrietamiento de los materiales, duración de las cargas, cambios volumétricos por deformaciones diferidas, así como la interacción con la cimentación.

## 1.4 Materiales

Las Normas Mexicanas (NMX) citadas se refieren a las que estén vigentes cuando se aplique el presente documento.

### 1.4.1 Concreto

El concreto de resistencia normal empleado para fines estructurales puede ser de dos clases: clase 1, con peso volumétrico en estado fresco superior a 2.2 t/m<sup>3</sup> (22 kN/m<sup>3</sup>) y clase 2 con peso volumétrico en estado fresco comprendido entre 1.9 y 2.2 t/m<sup>3</sup> (19 y 22 kN/m<sup>3</sup>).

Para las obras clasificadas como del grupo A o B1, según se definen en el **Artículo 148 del Reglamento**, se usará concreto de clase 1.

Los requisitos adicionales para concretos de alta resistencia con resistencia especificada a la compresión,  $f_c'$ , igual o mayor que 400 kg/cm<sup>2</sup> (40 MPa) se encuentran en el Capítulo 11.

#### 1.4.1.1 Materiales componentes para concretos clase 1 y 2

En la fabricación de los concretos, se empleará cualquier tipo de cemento que sea congruente con la finalidad y características de la estructura, clase resistente 30 ó 40, que cumpla con los requisitos especificados en la norma NMX-C-414-ONNCCE.

Los agregados pétreos deberán cumplir con los requisitos de la norma NMX-C-111 con las modificaciones y adiciones establecidas en la sección 14.3.1.

El concreto clase 1 se fabricará con agregados gruesos con peso específico superior a 2.6 (caliza, basalto, etc.) y el concreto clase 2 con agregados gruesos con peso específico superior a 2.3, como andesita. Para ambos se podrá emplear arena andesítica u otra de mejores características.

El agua de mezclado deberá ser limpia y cumplir con los requisitos de la norma NMX-C-122. Si contiene sustancias en solución o en suspensión que la enturbien o le produzcan olor o sabor fuera de lo común, no deberá emplearse.

Podrán usarse aditivos a solicitud expresa del usuario o a propuesta del productor, en ambos casos con la autorización del Corresponsable en Seguridad Estructural, o del Director Responsable de Obra cuando no se requiera de Corresponsable. Los aditivos deberán cumplir con los requisitos de la norma NMX-C-255.

#### 1.4.1.2 Resistencia a compresión

Los concretos clase 1 tendrán una resistencia especificada,  $f_c'$ , igual o mayor que 250 kg/cm<sup>2</sup> (25 MPa). La resistencia especificada de los concretos clase 2 será inferior a 250 kg/cm<sup>2</sup> (25 MPa) pero no menor que 200 kg/cm<sup>2</sup> (20 MPa). En ambos casos deberá comprobarse que el nivel de resistencia del concreto estructural de toda construcción cumpla con la resistencia especificada. Se admitirá que un concreto cumple con la resistencia especificada si satisface

los requisitos prescritos en la sección 14.3.4.1. El Corresponsable en Seguridad Estructural o el Director Responsable de Obra, cuando el trabajo no requiera de Corresponsable, podrá autorizar el uso de resistencias,  $f_c'$ , distintas de las antes mencionadas.

Todo concreto estructural debe mezclarse por medios mecánicos. El de clase 1 debe proporcionarse por peso; el de clase 2 puede proporcionarse por volumen.

Para diseñar se usará el valor nominal,  $f_c^*$ , determinado con la expresión siguiente.

$$f_c^* = 0.8 f_c' \quad (1.12)$$

El valor  $f_c^*$  es, en parte, una medida de la resistencia del concreto en la estructura. Para que sea válida la ec. 1.12 deben cumplirse los requisitos de transporte, colocación, compactación y curado prescritos en las secciones 14.3.5, 14.3.6 y 14.3.9, respectivamente.

Se hace hincapié en que el proporcionamiento de un concreto debe hacerse para una resistencia media,  $\overline{f_c}$ , mayor que la especificada,  $f_c'$ , y que dicha resistencia media es función del grado de control que se tenga al fabricar el concreto.

#### 1.4.1.3 Resistencia a tensión

Se considera como resistencia media a tensión,  $\overline{f_t}$ , de un concreto el promedio de los esfuerzos resistentes obtenidos a partir de no menos de cinco ensayos en cilindros de 150 × 300 mm cargados diametralmente, ensayados de acuerdo con la norma NMX-C-163. A falta de información experimental,  $\overline{f_t}$ , se puede estimar igual a:

- a) concreto clase 1

$$1.5 \sqrt{f_c'}, \text{ en kg/cm}^2 \quad (0.47 \sqrt{f_c'}, \text{ en MPa})$$

- b) concreto clase 2

$$1.2 \sqrt{f_c'}, \text{ en kg/cm}^2 \quad (0.38 \sqrt{f_c'}, \text{ en MPa})$$

La resistencia media a tensión por flexión o módulo de rotura,  $\overline{f_f}$  se puede suponer igual a:

- a) concreto clase 1

$$2 \sqrt{f_c'}, \text{ en kg/cm}^2 \quad (0.63 \sqrt{f_c'}, \text{ en MPa})$$

- b) concreto clase 2

$$1.4 \sqrt{f_c'}, \text{ en kg/cm}^2 \text{ ( } 0.44 \sqrt{f_c'}, \text{ en MPa )}$$

Para diseñar se usará un valor nominal,  $f_t^*$ , igual a  $0.75 \overline{f_t}$ . También puede tomarse:

a) concreto clase 1

$$1.3 \sqrt{f_c^*}, \text{ en kg/cm}^2 \text{ ( } 0.41 \sqrt{f_c^*}, \text{ en MPa )}$$

b) concreto clase 2

$$1.0 \sqrt{f_c^*}, \text{ en kg/cm}^2 \text{ ( } 0.31 \sqrt{f_c^*}, \text{ en MPa )}$$

y el módulo de rotura,  $f_f^*$ , se puede tomar igual a

a) concreto clase 1

$$1.7 \sqrt{f_c^*}, \text{ en kg/cm}^2 \text{ ( } 0.53 \sqrt{f_c^*}, \text{ en MPa )}$$

b) concreto clase 2

$$1.2 \sqrt{f_c^*}, \text{ en kg/cm}^2 \text{ ( } 0.38 \sqrt{f_c^*}, \text{ en MPa )}$$

En las expresiones anteriores que no sean homogéneas los esfuerzos deben estar en kg/cm<sup>2</sup> (en MPa para las expresiones en paréntesis); los resultados se obtienen en estas unidades.

#### 1.4.1.4 Módulo de elasticidad

Para concretos clase 1, el módulo de elasticidad,  $E_c$ , se supondrá igual a

$$14\,000 \sqrt{f_c'}, \text{ en kg/cm}^2 \text{ ( } 4\,400 \sqrt{f_c'}, \text{ en MPa )}$$

y para concreto clase 2 se supondrán igual a

$$8\,000 \sqrt{f_c'}, \text{ en kg/cm}^2 \text{ ( } 2\,500 \sqrt{f_c'}, \text{ en MPa )}$$

Pueden usarse otros valores de  $E_c$  que estén suficientemente respaldados por resultados de laboratorio. En problemas de revisión estructural de construcciones existentes, puede aplicarse el módulo de elasticidad determinado en corazones de concreto extraídos de la estructura, que formen una muestra representativa de ella. En todos los casos a que se refiere este párrafo,  $E_c$  se determinará según la norma NMX-C-128. Los corazones se extraerán de acuerdo con la norma NMX-C-169.

#### 1.4.1.5 Contracción por secado

Para concretos clase 1, la contracción por secado final,  $\epsilon_{cf}$ , se supondrá igual a 0.001 y para concreto clase 2 se tomará igual a 0.002.

#### 1.4.1.6 Deformación diferida

Para concreto clase 1, el coeficiente de deformación axial diferida final,

$$C_f = \frac{\delta_f - \delta_i}{\delta_i} \quad (1.13)$$

se supondrá igual a 2.4 y para concreto clase 2 se supondrá igual a 5.0. Las cantidades  $\delta_f$  y  $\delta_i$  son las deformaciones axiales final e inmediata, respectivamente. Las flechas diferidas se deberán calcular con la sección 3.2.

#### 1.4.2 Acero

Como refuerzo ordinario para concreto pueden usarse barras de acero y/o malla de alambre soldado. Las barras serán corrugadas, con la salvedad que se indica adelante, y deben cumplir con las normas NMX-B-6, NMX-B-294 o NMX-B-457; se tomarán en cuenta las restricciones al uso de algunos de estos aceros incluidas en las presentes Normas. La malla cumplirá con la norma NMX-B-290. Se permite el uso de barra lisa de 6.4 mm de diámetro (número 2) para estribos donde así se indique en el texto de estas Normas, conectores de elementos compuestos y como refuerzo para fuerza cortante por fricción (sección 2.5.10). El acero de presfuerzo cumplirá con las normas NMX-B-292 o NMX-B-293.

Para elementos secundarios y losas apoyadas en su perímetro, se permite el uso de barras que cumplan con las normas NMX-B-18, NMX-B-32 y NMX-B-72.

El módulo de elasticidad del acero de refuerzo ordinario,  $E_s$ , se supondrá igual a  $2 \times 10^6$  kg/cm<sup>2</sup> ( $2 \times 10^5$  MPa) y el de torones de presfuerzo se supondrá de  $1.9 \times 10^6$  kg/cm<sup>2</sup> ( $1.9 \times 10^5$  MPa).

En el cálculo de resistencias se usarán los esfuerzos de fluencia mínimos,  $f_y$ , establecidos en las normas citadas.

### 1.5 Dimensiones de diseño

Para calcular resistencias se harán reducciones de 20 mm en las siguientes dimensiones:

- Espesor de muros;
- Diámetro de columnas circulares;

- c) Ambas dimensiones transversales de columnas rectangulares;
- d) Peralte efectivo correspondiente al refuerzo de lecho superior de elementos horizontales o inclinados, incluyendo cascarones y arcos; y
- e) Ancho de vigas y arcos.

Estas reducciones no son necesarias en dimensiones mayores de 200 mm, ni en elementos donde se tomen precauciones que garanticen que las dimensiones resistentes no serán menores que las de cálculo y que dichas precauciones se consignen en los planos estructurales.

### 1.6 Factores de resistencia

De acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones, las resistencias deben afectarse por un factor de reducción,  $F_R$ . Con las excepciones indicadas en el texto de estas Normas, los factores de resistencia tendrán los valores siguientes:

- a)  $F_R = 0.9$  para flexión.
- b)  $F_R = 0.8$  para cortante y torsión.
- c)  $F_R = 0.7$  para transmisión de flexión y cortante en losas o zapatas.
- d) Flexocompresión:
  - $F_R = 0.8$  cuando el núcleo esté confinado con refuerzo transversal circular que cumpla con los requisitos de la sección 6.2.4, o con estribos que cumplan con los requisitos del inciso 7.3.4.b;
  - $F_R = 0.8$  cuando el elemento falle en tensión;
  - $F_R = 0.7$  si el núcleo no está confinado y la falla es en compresión; y
- e)  $F_R = 0.7$  para aplastamiento.

Estas resistencias reducidas (resistencias de diseño) son las que, al dimensionar, se comparan con las fuerzas internas de diseño que se obtienen multiplicando las debidas a las cargas especificadas en Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones, por los factores de carga ahí prescritos.

## 2. ESTADOS LÍMITE DE FALLA

### 2.1 Hipótesis para la obtención de resistencias de diseño a flexión, carga axial y flexocompresión

La determinación de resistencias de secciones de cualquier forma sujetas a flexión, carga axial o una combinación de ambas, se efectuará a partir de las condiciones de equilibrio y de las siguientes hipótesis:

- a) La distribución de deformaciones unitarias longitudinales en la sección transversal de un elemento es plana;
- b) Existente adherencia entre el concreto y el acero de tal manera que la deformación unitaria del acero es igual a la del concreto adyacente;
- c) El concreto no resiste esfuerzos de tensión;
- d) La deformación unitaria del concreto en compresión cuando se alcanza la resistencia de la sección es 0.003; y
- e) La distribución de esfuerzos de compresión en el concreto, cuando se alcanza la resistencia de la sección, es uniforme con un valor  $f_c''$  igual a  $0.85f_c^*$  hasta una profundidad de la zona de compresión igual a  $\beta_1 c$

donde

$$\beta_1 = 0.85 ; \quad \text{si } f_c^* \leq 280 \text{ kg/cm}^2 \text{ (28 MPa)}$$

$$\beta_1 = 1.05 - \frac{f_c^*}{1400} ; \quad \text{si } f_c^* > 280 \text{ kg/cm}^2 \quad (2.1)$$

$$\left( \beta_1 = 1.05 - \frac{f_c^*}{140} ; \quad \text{si } f_c^* > 28 \text{ MPa} \right)$$

$c$  profundidad del eje neutro medida desde la fibra extrema en compresión.

El diagrama esfuerzo–deformación unitaria del acero de refuerzo ordinario, aunque sea torcido en frío, puede idealizarse por medio de una recta que pase por el origen, con pendiente igual a  $E_s$  y una recta horizontal que pase por la ordenada correspondiente al esfuerzo de fluencia del acero,  $f_y$ . En aceros que no presenten fluencia bien definida, la recta horizontal pasará por el esfuerzo convencional de fluencia. El esfuerzo convencional de fluencia se define por la intersección del diagrama esfuerzo–deformación unitaria con una recta paralela al tramo elástico, cuya abscisa al origen es 0.002, o como lo indique la norma respectiva de las mencionadas en la sección 1.4.2. Pueden utilizarse otras idealizaciones razonables, o bien la gráfica del acero empleado obtenida experimentalmente. En cálculos de elementos de concreto presforzado deben usarse los

diagramas esfuerzo–deformación unitaria del acero utilizado, obtenidos experimentalmente.

La resistencia determinada con estas hipótesis, multiplicada por el factor  $F_R$  correspondiente, da la resistencia de diseño.

## 2.2 Flexión

### 2.2.1 Refuerzo mínimo

El refuerzo mínimo de tensión en secciones de concreto reforzado, excepto en losas perimetralmente apoyadas, será el requerido para que el momento resistente de la sección sea por lo menos 1.5 veces el momento de agrietamiento de la sección transformada no agrietada. Para valuar el refuerzo mínimo, el momento de agrietamiento se obtendrá con el módulo de rotura no reducido,  $\overline{f}_f$  definido en la sección 1.4.1.3.

El área mínima de refuerzo de secciones rectangulares de concreto reforzado de peso normal, puede calcularse con la siguiente expresión aproximada

$$A_{s,mín} = \frac{0.7 \sqrt{f_c'}}{f_y} b d \quad (2.2)$$

$$\left( A_{s,mín} = \frac{0.22 \sqrt{f_c'}}{f_y} b d \right)$$

donde  $b$  y  $d$  son el ancho y el peralte efectivo, no reducidos, de la sección, respectivamente.

Sin embargo, no es necesario que el refuerzo mínimo sea mayor que 1.33 veces el requerido por el análisis.

### 2.2.2 Refuerzo máximo

El área máxima de acero de tensión en secciones de concreto reforzado que no deban resistir fuerzas sísmicas será el 90 por ciento de la que corresponde a la falla balanceada de la sección considerada. La falla balanceada ocurre cuando simultáneamente el acero llega a su esfuerzo de fluencia y el concreto alcanza su deformación máxima de 0.003 en compresión. Este criterio es general y se aplica a secciones de cualquier forma sin acero de compresión o con él.

En elementos a flexión que formen parte de sistemas que deban resistir fuerzas sísmicas, el área máxima de acero de tensión será 75 por ciento de la correspondiente a falla balanceada. Este último límite rige también en zonas afectadas por articulaciones plásticas.

Las secciones rectangulares sin acero de compresión tienen falla balanceada cuando su área de acero es igual a

$$\frac{f_c''}{f_y} \frac{6000 \beta_1}{f_y + 6000} b d \quad (2.3)$$

$$\left( \frac{f_c''}{f_y} \frac{600 \beta_1}{f_y + 600} b d \right)$$

donde  $f_c''$  tiene el valor especificado en el inciso 2.1.e,  $b$  y  $d$  son el ancho y el peralte efectivo de la sección, reducidos de acuerdo con la sección 1.5.

En otras secciones, para determinar el área de acero que corresponde a la falla balanceada, se aplicarán las condiciones de equilibrio y las hipótesis de la sección 2.1.

### 2.2.3 Secciones L y T

El ancho del patín que se considere trabajando a compresión en secciones L y T a cada lado del alma será el menor de los tres valores siguientes:

- La octava parte del claro menos la mitad del ancho del alma;
- La mitad de la distancia al paño del alma del miembro más cercano; y
- Ocho veces el espesor del patín.

Se comprobará que el área del refuerzo transversal que se suministre en el patín, incluyendo el del lecho inferior, no sea menor que  $10/f_y$  veces el área transversal del patín,  $f_y$  en  $\text{kg/cm}^2$  ( $1/f_y$ , si  $f_y$  está en MPa). La longitud de este refuerzo debe comprender el ancho efectivo del patín y, a cada lado de los paños del alma, debe anclarse de acuerdo con la sección 5.1.

### 2.2.4 Fórmulas para calcular resistencias

Las condiciones de equilibrio y las hipótesis generales de la sección 2.1 conducen a las siguientes expresiones para resistencia a flexión,  $M_R$ . En dichas expresiones  $F_R$  se tomará igual a 0.9.

- Secciones rectangulares sin acero de compresión

$$M_R = F_R b d^2 f_c'' q(1-0.5q) \quad (2.4)$$

o bien

$$M_R = F_R A_s f_y d(1-0.5q) \quad (2.5)$$

donde

$$q = \frac{p f_y}{f_c''} \quad (2.6)$$

$$p = \frac{A_s}{b d} \quad (2.7)$$

$b$  ancho de la sección (sección 1.5);

$d$  peralte efectivo (sección 1.5);

$f_c''$  esfuerzo uniforme de compresión (inciso 2.1.e); y

$A_s$  área del refuerzo de tensión.

b) Secciones rectangulares con acero de compresión

$$M_R = F_R \left[ (A_s - A_s') f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) + A_s' f_y (d - d') \right] \quad (2.8)$$

donde

$$a = \frac{(A_s - A_s') f_y}{f_c'' b} \quad (2.9)$$

$a$  profundidad del bloque de esfuerzos;

$A_s$  área del acero a tensión;

$A_s'$  área del acero a compresión; y

$d'$  distancia entre el centroide del acero a compresión y la fibra extrema a compresión.

La ec. 2.8 es válida sólo si el acero a compresión fluye cuando se alcanza la resistencia de la sección. Esto se cumple si

$$p - p' \geq \frac{6000 \beta_1}{6000 - f_y} \frac{d'}{d} \frac{f_c''}{f_y} \quad (2.10)$$

$$\left( p - p' \geq \frac{600 \beta_1}{600 - f_y} \frac{d'}{d} \frac{f_c''}{f_y} \right)$$

donde

$$p' = \frac{A_s'}{b d} \quad (2.11)$$

Cuando no se cumpla esta condición,  $M_R$  se determinará con un análisis de la sección basado en el equilibrio y las hipótesis de la sección 2.1; o bien se calculará aproximadamente con las ecs. 2.4 ó 2.5 despreciando el acero de compresión. En todos los casos habrá que revisar que el acero de tensión no exceda la cuantía máxima prescrita en la sección 2.2.2. El acero de compresión debe restringirse contra el pandeo con estribos que cumplan los requisitos de la sección 6.2.3.

c) Secciones T e I sin acero de compresión

Si la profundidad del bloque de esfuerzos,  $a$ , calculada con la ec. 2.12 no es mayor que el espesor del patín,  $t$ , el momento resistente se puede calcular con las expresiones 2.4 ó 2.5 usando el ancho del patín a compresión como  $b$ . Si  $a$  resulta mayor que  $t$ , el momento resistente puede calcularse con la expresión 2.13.

$$a = \frac{A_s f_y}{f_c'' b} \quad (2.12)$$

$$M_R = F_R \left[ A_{sp} f_y \left( d - \frac{t}{2} \right) + (A_s - A_{sp}) f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \right] \quad (2.13)$$

donde

$$A_{sp} = \frac{f_c'' (b - b') t}{f_y} ;$$

$$a = \frac{(A_s - A_{sp}) f_y}{f_c'' b'} ;$$

$b$  ancho del patín; y

$b'$  ancho del alma.

La ecuación 2.13 es válida si el acero fluye cuando se alcanza la resistencia. Esto se cumple si

$$A_s \leq \frac{f_c''}{f_y} \frac{6000 \beta_1}{f_y + 6000} b' d + A_{sp} \quad (2.14)$$

$$\left( A_s \leq \frac{f_c''}{f_y} \frac{600 \beta_1}{f_y + 600} b' d + A_{sp} \right)$$

d) Flexión biaxial

La resistencia de vigas rectangulares sujetas a flexión biaxial se podrá valorar con la ec. 2.17.

2.2.5 Resistencia a flexión de vigas diafragma

Se consideran como vigas diafragma aquellas cuya relación de claro,  $L$ , a peralte total,  $h$ , es menor que 2.5 si son continuas en varios claros, o menor que 2.0 si constan de un solo claro libremente apoyado. En su diseño no son aplicables las hipótesis generales de la sección 2.1.  $L$  es la distancia libre entre apoyos. Si la cuantía  $A_s/bd$  es menor o igual que 0.008, la resistencia a flexión de vigas diafragma se puede calcular con la expresión

$$M_R = F_R A_s f_y z \quad (2.15)$$

donde  $z$  es el brazo del par interno. En vigas de un claro,  $z$  se valúa con el criterio siguiente:

$$z = \left( 0.4 + 0.2 \frac{L}{h} \right) h ; \quad \text{si } 1.0 < \frac{L}{h} \leq 2.0$$

$$z = 0.6L ; \quad \text{si } \frac{L}{h} \leq 1.0$$

Las vigas diafragma continuas se pueden diseñar por flexión con el procedimiento siguiente:

- Analícese la viga como si no fuera peraltada y obténganse los momentos resistentes necesarios;
- Calcúlense las áreas de acero con la ec. 2.15, valuando el brazo en la forma siguiente:

$$z = \left( 0.3 + 0.2 \frac{L}{h} \right) h ; \quad \text{si } 1.0 < \frac{L}{h} \leq 2.5$$

$$z = 0.5L ; \quad \text{si } \frac{L}{h} \leq 1.0$$

El acero de tensión se colocará como se indica en la sección 6.1.4.1.

Las vigas diafragma que unan muros de cortante de edificios (vigas de acoplamiento) se diseñarán según lo prescrito en la sección 6.1.4.5.

### 2.3 Flexocompresión

Toda sección sujeta a flexocompresión se dimensionará para la combinación más desfavorable de carga axial y momento incluyendo los efectos de esbeltez. El dimensionamiento puede hacerse a partir de las hipótesis generales de la sección 2.1, o bien con diagramas de interacción construidos de acuerdo con ellas. El factor de resistencia,  $F_R$ , se aplicará a la resistencia a carga axial y a la resistencia a flexión.

#### 2.3.1 Excentricidad mínima

La excentricidad de diseño no será menor que  $0.05h \geq 20$  mm, donde  $h$  es la dimensión de la sección en la dirección en que se considera la flexión.

#### 2.3.2 Compresión y flexión en dos direcciones

Son aplicables las hipótesis de la sección 2.1. Para secciones cuadradas o rectangulares también puede usarse la expresión siguiente:

$$P_R = \frac{1}{1/P_{Rx} + 1/P_{Ry} - 1/P_{R0}} \quad (2.16)$$

donde

$P_R$  carga normal resistente de diseño, aplicada con las excentricidades  $e_x$  y  $e_y$ ;

$P_{R0}$  carga axial resistente de diseño, suponiendo  $e_x = e_y = 0$ ;

$P_{Rx}$  carga normal resistente de diseño, aplicada con una excentricidad  $e_x$  en un plano de simetría; y

$P_{Ry}$  carga normal resistente de diseño, aplicada con una excentricidad  $e_y$  en el otro plano de simetría.

La ec 2.16 es válida para  $P_R/P_{R0} \geq 0.1$ . Los valores de  $e_x$  y  $e_y$  deben incluir los efectos de esbeltez y no serán menores que la excentricidad prescrita en la sección 2.3.1.

Para valores de  $P_R/P_{R0}$  menores que 0.1, se usará la expresión siguiente:

$$\frac{M_{ux}}{M_{Rx}} + \frac{M_{uy}}{M_{Ry}} \leq 1.0 \quad (2.17)$$

donde

$M_{ux}$  y  $M_{uy}$  momentos de diseño alrededor de los ejes X y Y; y

$M_{Rx}$  y  $M_{Ry}$  momentos resistentes de diseño alrededor de los mismos ejes.

### 2.4 Aplastamiento

En apoyos de miembros estructurales y otras superficies sujetas a presiones de contacto o aplastamiento, el esfuerzo de diseño no se tomará mayor que

$$F_R f_c^*$$

Cuando la superficie que recibe la carga tiene un área mayor que el área de contacto, el esfuerzo de diseño puede incrementarse en la relación

$$\sqrt{A_2/A_1} \leq 2$$

donde  $A_1$  es el área de contacto y  $A_2$  es el área de la figura de mayor tamaño, semejante al área de contacto y concéntrica con ella, que puede inscribirse en la superficie que recibe la carga.

Esta disposición no se aplica a los anclajes de tendones postensados (sección 9.6.1.3).

## 2.5 Fuerza cortante

### 2.5.1 Fuerza cortante que toma el concreto, $V_{cR}$

Las expresiones para  $V_{cR}$  que se presentan enseguida para distintos elementos son aplicables cuando la dimensión transversal,  $h$ , del elemento, paralela a la fuerza cortante, no es mayor de 700 mm. Cuando la dimensión transversal  $h$  es mayor que 700 mm, el valor de  $V_{cR}$  deberá multiplicarse por el factor obtenido con la siguiente expresión:

$$1 - 0.0004 (h - 700) \quad (2.18)$$

El factor calculado con la expresión 2.18 no deberá tomarse mayor que 1.0 ni menor que 0.8. La dimensión  $h$  estará en mm.

#### 2.5.1.1 Vigas sin presfuerzo

En vigas con relación claro a peralte total,  $L/h$ , no menor que 5, la fuerza cortante que toma el concreto,  $V_{cR}$ , se calculará con el criterio siguiente:

Si  $p < 0.015$

$$V_{cR} = F_R b d (0.2 + 20p) \sqrt{f_c^*} \quad (2.19)$$

$$\left( V_{cR} = F_R b d + p \sqrt{f_c^*} \right)$$

Si  $p \geq 0.015$

$$V_{cR} = 0.5 F_R b d \sqrt{f_c^*} \quad (2.20)$$

$$\left( V_{cR} = 0.16 F_R b d \sqrt{f_c^*} \right)$$

Si  $L/h$  es menor que 4 y las cargas y reacciones comprimen directamente las caras superior e inferior de la viga,  $V_{cR}$  será el valor obtenido con la ec. 2.20 multiplicado por

$$3.5 - 2.5 \frac{M}{V d} > 1.0$$

pero sin que se tome  $V_{cR}$  mayor que

$$1.5 F_R b d \sqrt{f_c^*}$$

$$\left( 0.47 F_R b d \sqrt{f_c^*} \right)$$

En el factor anterior  $M$  y  $V$  son el momento flexionante y la fuerza cortante que actúan en la sección, respectivamente. Si las cargas y reacciones no comprimen directamente las caras

superior e inferior de la viga, se aplicará la ec. 2.20 sin modificar el resultado. Para relaciones  $L/h$  comprendidas entre 4 y 5,  $V_{cR}$  se hará variar linealmente hasta los valores dados por las ecs. 2.19 y 2.20.

Cuando una carga concentrada actúa a no más de  $0.5d$  del paño de un apoyo, el tramo de viga comprendido entre la carga y el paño del apoyo, además de cumplir con los requisitos de esta sección, se revisará con el criterio de cortante por fricción de la sección 2.5.10.

Para secciones T, I o L, en todas las expresiones anteriores se usará el ancho,  $b'$ , en lugar de  $b$ . Si el patín está a compresión, al producto  $b' d$  pueden sumarse las cantidades  $t^2$  en vigas T e I, y  $t^2/2$  en vigas L, siendo  $t$  el espesor del patín.

#### 2.5.1.2 Elementos anchos

En elementos anchos como losas, zapatas y muros, en los que el ancho,  $b$ , no sea menor que cuatro veces el peralte efectivo,  $d$ , el espesor no sea mayor de 600 mm y la relación  $M/Vd$  no exceda de 2.0, la fuerza resistente,  $V_{cR}$  puede tomarse igual a

$$0.5 F_R b d \sqrt{f_c^*}$$

$$\left( 0.16 F_R b d \sqrt{f_c^*} \right)$$

independientemente de la cuantía de refuerzo. Se hace hincapié en que el refuerzo para flexión debe cumplir con los requisitos de la sección 5.1, es decir, debe estar adecuadamente anclado a ambos lados de los puntos en que cruce a toda posible grieta inclinada causada por la fuerza cortante; en zapatas de sección constante para lograr este anclaje basta, entre otras formas, suministrar en los extremos de las barras dobleces a 90 grados seguidos de tramos rectos de longitud no menor que 12 diámetros de la barra.

Si el espesor es mayor de 600 mm, o la relación  $M/Vd$  excede de 2.0, la resistencia a fuerza cortante se valorará con el criterio que se aplica a vigas (sección 2.5.1.1). El refuerzo para flexión debe estar anclado como se indica en el párrafo anterior.

#### 2.5.1.3 Miembros sujetos a flexión y carga axial

##### a) Flexocompresión

En miembros a flexocompresión en los que el valor absoluto de la fuerza axial de diseño,  $P_u$ , no exceda de

$$F_R (0.7 f_c^* A_g + 2000 A_s)$$

$$\left( F_R (0.7f_c^* A_g + 200A_s) \right)$$

la fuerza cortante que toma el concreto,  $V_{cR}$ , se obtendrá multiplicando los valores dados por las ecs. 2.19 ó 2.20 por

$$1 + 0.007 P_u / A_g$$

$$\left( 1 + 0.07 P_u / A_g \right)$$

usando  $A_s$  en  $\text{cm}^2$ ,  $f_c^*$  en  $\text{kg/cm}^2$  y  $P_u$  en  $\text{kg}$  (o en  $\text{mm}^2$ , MPa y N, respectivamente en la ecuación en paréntesis).

Para valuar la cuantía  $p$  se usará el área de las barras de la capa más próxima a la cara de tensión o a la de compresión mínima en secciones rectangulares, y  $0.33A_s$  en secciones circulares, donde  $A_s$  es el área total de acero en la sección. Para estas últimas,  $bd$  se sustituirá por  $A_g$ , donde  $A_g$  es el área bruta de la sección transversal.

Si  $P_u$  es mayor que

$$F_R (0.7f_c^* A_g + 2000A_s)$$

$$\left( F_R (0.7f_c^* A_g + 200A_s) \right)$$

$V_{cR}$  se hará variar linealmente en función de  $P_u$ , hasta cero para

$$P_u = F_R (A_g f_c^* + A_s f_y)$$

#### b) Flexotensión

En miembros sujetos a flexotensión,  $V_{cR}$ , se obtendrá multiplicando los valores dados por las ecs. 2.19 ó 2.20 por

$$1 - 0.03 P_u / A_g$$

$$\left( 1 - 0.3 P_u / A_g \right)$$

Para valuar la cuantía  $p$  y tratar secciones circulares, se aplicará lo antes dicho para miembros a flexocompresión.

#### 2.5.1.4 Miembros de concreto presforzado

##### a) Presfuerzo total adherido

En secciones con presfuerzo total (Cap. 9), donde los tendones estén adheridos y no estén situados en la zona de transferencia, la fuerza  $V_{cR}$  se calculará con la expresión

$$V_{cR} = F_R b d \left( 0.15 \sqrt{f_c^*} + 50 \frac{V d_p}{M} \right) \quad (2.21)$$

$$\left( V_{cR} = F_R b d \left( 0.05 \sqrt{f_c^*} + 5 \frac{V d_p}{M} \right) \right)$$

Sin embargo, no es necesario tomar  $V_{cR}$  menor que

$$0.5 F_R b d \sqrt{f_c^*}$$

$$\left( 0.16 F_R b d \sqrt{f_c^*} \right)$$

ni deberá tomarse mayor que

$$1.3 F_R b d \sqrt{f_c^*}$$

$$\left( 0.4 F_R b d \sqrt{f_c^*} \right)$$

En la expresión 2.21,  $M$  y  $V$  son el momento flexionante y la fuerza cortante que actúan en la sección transversal, y  $d_p$  es la distancia de la fibra extrema en compresión al centroide de los tendones de presfuerzo. El peralte efectivo,  $d$ , es la distancia de la fibra extrema en compresión al centroide de los tendones de presfuerzo situados en la zona de tensión, sin que tenga que tomarse menor que 0.8 veces el peralte total.

##### b) Presfuerzo parcial o presfuerzo no adherido

En secciones con presfuerzo parcial, y en secciones con presfuerzo total donde los tendones no estén adheridos, o situados en la zona de transferencia, se aplicarán las ecs. 2.19 ó 2.20, según el caso. El peralte efectivo,  $d$ , se calculará con la expresión

$$\frac{A_{sp} f_{sp} d_p + A_s f_y d_s}{A_{sp} f_{sp} + A_s f_y}$$

donde

$d_s$  distancia entre la fibra extrema a compresión y el centroide del acero ordinario a tensión;

$f_{sp}$  esfuerzo en el acero de presfuerzo,  $A_{sp}$ , cuando se alcanza la resistencia a flexión del elemento; y

$A_{sp}$  área de acero de presfuerzo.

En ambos casos la contribución de los patines en vigas T, I y L se valuarán con el criterio que se prescribe en la sección 2.5.1.1 para vigas sin presfuerzo.

## 2.5.2 Refuerzo por tensión diagonal en vigas y columnas sin presfuerzo

### 2.5.2.1 Requisitos generales

Este refuerzo debe estar formado por estribos cerrados perpendiculares u oblicuos al eje de la pieza, barras dobladas o una combinación de estos elementos. También puede usarse malla de alambre soldado, uniéndola según la sección 5.6.2. Los estribos deben rematarse como se indica en la sección 5.1.7.

Para estribos de columnas, vigas principales y arcos, no se usará acero de  $f_y$  mayor que 4200 kg/cm<sup>2</sup> (420 MPa). Para dimensionar, el esfuerzo de fluencia de la malla no se tomará mayor que 4200 kg/cm<sup>2</sup> (420 MPa).

No se tendrán en cuenta estribos que formen un ángulo con el eje de la pieza menor de 45 grados, ni barras dobladas en que dicho ángulo sea menor de 30 grados.

### 2.5.2.2 Refuerzo mínimo

En vigas debe suministrarse un refuerzo mínimo por tensión diagonal cuando la fuerza cortante de diseño,  $V_u$ , sea menor que  $V_{cR}$ . El área de refuerzo mínimo para vigas será la calculada con la siguiente expresión:

$$A_{v,min} = 0.25 \sqrt{f_c^*} \frac{b s}{f_y} \quad (2.22)$$

$$\left( A_{v,min} = 0.083 \sqrt{f_c^*} \frac{b s}{f_y} \right)$$

Este refuerzo estará formado por estribos verticales de diámetro no menor de 7.9 mm (número 2.5), cuya separación no excederá de medio peralte efectivo,  $d/2$ .

### 2.5.2.3 Separación del refuerzo transversal

Cuando  $V_u$  sea mayor que  $V_{cR}$ , la separación,  $s$ , del refuerzo por tensión diagonal requerido se determinará con:

$$s = \frac{F_R A_v f_y d (\text{sen } \theta + \text{cos } \theta)}{V_{sR}} \quad (2.23)$$

donde

$A_v$  área transversal del refuerzo por tensión diagonal comprendido en una distancia  $s$ ;

$\theta$  ángulo que dicho refuerzo forma con el eje de la pieza; y

$V_{sR}$  fuerza cortante de diseño que toma el acero transversal ( $V_{sR} = V_u - V_{cR}$ ).

Para secciones circulares se sustituirá el peralte efectivo,  $d$ , por el diámetro de la sección,  $D$ .

El refuerzo por tensión diagonal nunca será menor que el calculado según la sección 2.5.2.2. La separación,  $s$ , no debe ser menor de 60 mm.

Si  $V_u$  es mayor que  $V_{cR}$  pero menor o igual que

$$1.5 F_R b d \sqrt{f_c^*}$$

$$\left( 0.47 F_R b d \sqrt{f_c^*} \right)$$

la separación de estribos perpendiculares al eje del elemento no deberá ser mayor que  $0.5d$ .

Si  $V_u$  es mayor que

$$1.5 F_R b d \sqrt{f_c^*}$$

$$\left( 0.47 F_R b d \sqrt{f_c^*} \right)$$

la separación de estribos perpendiculares al eje del elemento no deberá ser mayor que  $0.25d$ .

En ningún caso se permitirá que  $V_u$  sea superior a:

a) En vigas

$$2.5 F_R b d \sqrt{f_c^*}$$

$$\left( 0.8 F_R b d \sqrt{f_c^*} \right)$$

b) En columnas

$$2 F_R b d \sqrt{f_c^*}$$

$$\left( 0.6 F_R b d \sqrt{f_c^*} \right)$$

c) En marcos dúctiles, donde  $V_{cR}$  sea igual a cero

$$2 F_R b d \sqrt{f_c^*}$$

$$\left( 0.6 F_R b d \sqrt{f_c^*} \right)$$

### 2.5.2.4 Fuerza cortante que toma un solo estribo o grupo de barras paralelas dobladas

Cuando el refuerzo conste de un solo estribo o grupo de barras paralelas dobladas en una misma sección, su área se calculará con

$$A_v = \frac{V_u - V_{cR}}{F_R f_y \sin \theta} \quad (2.24)$$

En este caso no se admitirá que  $V_u$  sea mayor que

$$1.5F_R b d \sqrt{f_c^*} \\ \left( 0.47 F_R b d \sqrt{f_c^*} \right)$$

## 2.5.3 Refuerzo por tensión diagonal en vigas presforzadas

### 2.5.3.1 Requisitos generales

Este refuerzo estará formado por estribos perpendiculares al eje de la pieza, con esfuerzo especificado de fluencia,  $f_y$ , no mayor que 4200 kg/cm<sup>2</sup> (420 MPa), o por malla de alambre soldado cuyo esfuerzo especificado de fluencia,  $f_y$ , no se tomará mayor que 4200 kg/cm<sup>2</sup> (420 MPa).

### 2.5.3.2 Refuerzo mínimo

El refuerzo mínimo por tensión diagonal prescrito en la sección 2.5.2.2 se usará, asimismo, en vigas parcial o totalmente presforzadas; en las totalmente presforzadas la separación de los estribos que forman el refuerzo mínimo será de  $0.75h$ .

### 2.5.3.3 Fuerza cortante que toma el refuerzo transversal

Cuando la fuerza cortante de diseño,  $V_u$ , sea mayor que  $V_{cR}$ , se requiere refuerzo por tensión diagonal. Su contribución a la resistencia se determinará con la ec. 2.23 con las limitaciones siguientes:

#### a) Vigas con presfuerzo total

- 1) La separación de estribos no debe ser menor de 60 mm.
- 2) Si  $V_u$  es mayor que  $V_{cR}$  pero menor o igual que  $1.5F_R b d \sqrt{f_c^*}$  (si se usa kg/cm<sup>2</sup> y cm, o  $0.47F_R b d \sqrt{f_c^*}$  si se usa MPa y mm) la separación no deberá ser mayor que  $0.75h$ , donde  $h$  es el peralte total de la pieza.

3) Si  $V_u$  es mayor que  $1.5F_R b d \sqrt{f_c^*}$  (si se usa kg/cm<sup>2</sup> y cm, o  $0.47F_R b d \sqrt{f_c^*}$  si se usa MPa y mm) la separación de los estribos no deberá ser mayor que  $0.37h$ .

4) En ningún caso se admitirá que  $V_u$  sea mayor que  $2.5F_R b d \sqrt{f_c^*}$  ( $0.8F_R b d \sqrt{f_c^*}$  si se usa MPa y mm)

#### b) Vigas con presfuerzo parcial

En vigas con presfuerzo parcial se aplicará lo dispuesto en la sección 2.5.2 para elementos sin presfuerzo.

## 2.5.4 Proximidad a reacciones y cargas concentradas

Cuando una reacción comprima directamente la cara del miembro que se considera, las secciones situadas a menos de una distancia  $d$  del paño de apoyo pueden dimensionarse para la misma fuerza cortante de diseño que actúa a la distancia  $d$ . En elementos presforzados, las secciones situadas a menos de  $h/2$  del paño del apoyo pueden dimensionarse con la fuerza cortante de diseño que actúa a  $h/2$ .

Cuando una carga concentrada se transmite al miembro a través de vigas secundarias que llegan a sus caras laterales, se tomará en cuenta su efecto sobre la tensión diagonal del miembro principal cerca de la unión (fig. 2.1).

## 2.5.5 Vigas con tensiones perpendiculares a su eje

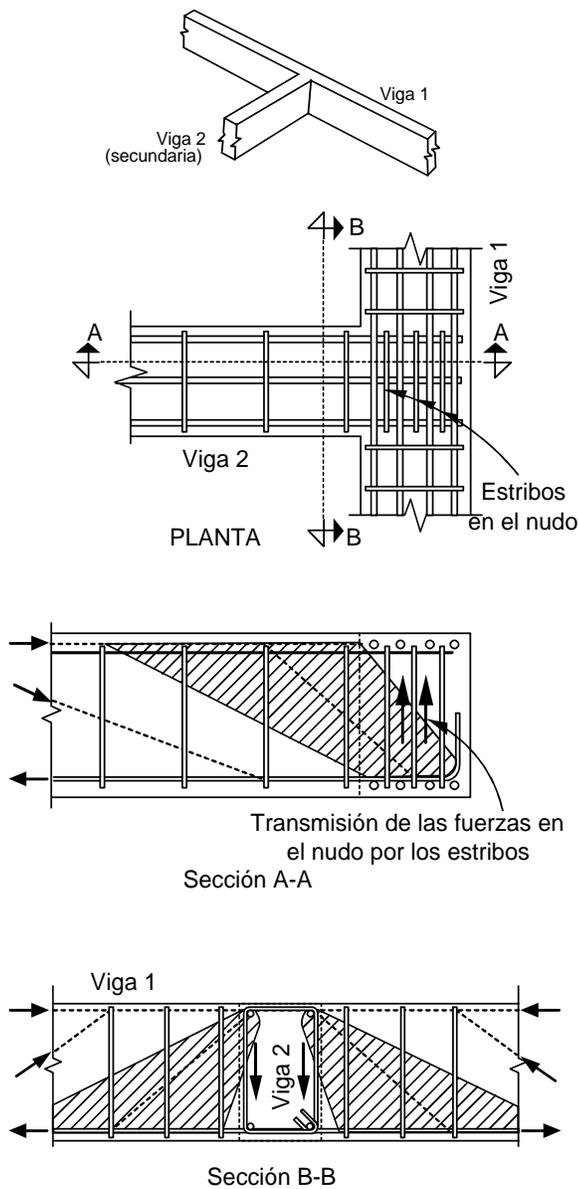
Si una carga se transmite a una viga de modo que produzca tensiones perpendiculares a su eje, como sucede en vigas que reciben cargas de losa en su parte inferior, se suministrarán estribos adicionales en la viga calculados para que transmitan la carga a la viga.

## 2.5.6 Interrupción y traslape del refuerzo longitudinal

En tramos comprendidos a un peralte efectivo de las secciones donde, en zonas de tensión, se interrumpa más que 33 por ciento, o traslape más que 50 por ciento del refuerzo longitudinal, la fuerza cortante máxima que puede tomar el concreto se considerará de  $0.7V_{cR}$ .

## 2.5.7 Fuerza cortante en vigas diafragma

Para determinar la fuerza cortante,  $V_{cR}$ , que resiste el concreto en vigas diafragma (definidas en la sección 2.2.5), se aplicará lo que en la sección 2.5.1.1 se dispone para vigas con relación  $L/h$  menor que 4.



**Figura 2.1** Transmisión de fuerzas y conexión entre vigas secundarias y principales

### 2.5.7.1 Sección crítica

La sección crítica para fuerza cortante se considerará situada a una distancia del paño del apoyo igual a  $0.15L$  en vigas con carga uniformemente repartida, e igual a la mitad de la distancia a la carga más cercana en vigas con cargas concentradas, pero no se supondrá a más de un peralte efectivo del paño del apoyo si las cargas y reacciones comprimen directamente dos caras opuestas de la viga, ni a más de medio peralte efectivo en caso contrario.

### 2.5.7.2 Refuerzo mínimo

En las vigas diafragma se suministrarán refuerzos vertical y horizontal que en cada dirección cumpla con los requisitos de la sección 5.7, para refuerzo por cambios volumétricos.

### 2.5.7.3 Fuerza cortante que toma el refuerzo transversal

Si la fuerza cortante de diseño,  $V_u$ , es mayor que  $V_{cR}$ , la diferencia se tomará con refuerzo. El refuerzo que se determine en la sección crítica antes definida se usará en todo el claro.

a) En vigas donde las cargas y reacciones comprimen directamente caras opuestas dicho refuerzo constará de estribos cerrados verticales y barras horizontales, cuyas contribuciones se determinarán como:

#### 1) Contribución del refuerzo vertical

La contribución del refuerzo vertical,  $A_v$ , se supondrá igual a:

$$0.083 F_R f_{yv} d A_v \frac{1+L/d}{s} \quad (2.25)$$

donde

$A_v$  área del acero vertical comprendida en cada distancia  $s$ ; y

$f_{yv}$  esfuerzo de fluencia del acero  $A_v$ .

#### 2) Contribución del refuerzo horizontal

La contribución del refuerzo horizontal,  $A_{vh}$ , se supondrá igual a:

$$0.083 F_R f_{yh} d A_{vh} \frac{11-L/d}{s_h} \quad (2.26)$$

donde

$A_{vh}$  área de acero horizontal comprendida en cada distancia  $s_h$ ; y

$f_{yh}$  esfuerzo de fluencia del acero  $A_{vh}$ .

b) En vigas donde las cargas y reacciones no comprimen directamente dos caras opuestas, además de lo aquí prescrito se tomarán en cuenta las disposiciones de las secciones 2.5.4 y 2.5.5 que sean aplicables.

Las zonas próximas a los apoyos se dimensionarán de acuerdo con la sección 6.1.4.4.

### 2.5.7.4 Limitación para $V_u$

La fuerza  $V_u$  no debe ser mayor que

$$2F_R b d \sqrt{f_c^*}$$

$$\left( 0.6 F_R b d \sqrt{f_c^*} \right)$$

2.5.8 Refuerzo longitudinal en trabes

Deberá proporcionarse acero longitudinal adicional en las paredes verticales del elemento, que estará constituido, como mínimo, por barras de 7.9 mm de diámetro (número 2.5) colocadas con una separación máxima de 350 mm.

2.5.9 Fuerza cortante en losas y zapatas

La resistencia de losas y zapatas a fuerza cortante en la vecindad de cargas o reacciones concentradas será la menor de las correspondientes a las dos condiciones que siguen:

- a) La losa o zapata actúa como una viga ancha en tal forma que las grietas diagonales potenciales se extenderían en un plano que abarca todo el ancho. Este caso se trata de acuerdo con las disposiciones de las secciones 2.5.1.1, 2.5.1.2 y 2.5.2. En losas planas, para esta revisión se supondrá que el 75 por ciento de la fuerza cortante actúa en la franja de columna y el 25 por ciento en las centrales (sección 6.3.3.2).
- b) Existe una acción en dos direcciones de manera que el agrietamiento diagonal potencial se presentaría sobre la superficie de un cono o pirámide truncados en torno a la carga o reacción concentrada. En este caso se procederá como se indica en las secciones 2.5.9.1 a 2.5.9.5.

2.5.9.1 Sección crítica

La sección crítica se supondrá perpendicular al plano de la losa o zapata y se localizará de acuerdo con lo siguiente:

- a) Si el área donde actúa la reacción o la carga concentrada no tiene entrantes, la sección crítica formará una figura semejante a la definida por la periferia del área cargada, a una distancia de ésta igual a  $d/2$ , donde  $d$  es el peralte efectivo de la losa.
- b) Si el área cargada tiene entrantes, en ellas la sección crítica se hará pasar de modo que su perímetro sea mínimo y que en ningún punto su distancia a la periferia del área cargada sea menor que  $d/2$ . Por lo demás, se aplicará lo dicho en el inciso 2.5.9.1.a.
- c) En losas planas aligeradas también se revisará como sección crítica la situada a  $d/2$  de la periferia de la zona maciza alrededor de las columnas.
- d) Cuando en una losa o zapata haya aberturas que disten de una carga o reacción concentradas menos de diez veces el espesor del elemento, o cuando la abertura se

localice en una franja de columna, como se define en la sección 6.3.3.2, no se considerará efectiva la parte de la sección crítica comprendida entre las rectas tangentes a la abertura y concurrentes en el centroide del área cargada.

2.5.9.2 Interacción supuesta entre la fuerza cortante y el momento flexionante

- a) Si no hay transmisión de momento entre la losa o zapata y la columna, o si el momento flexionante por transmitir,  $M_u$ , no excede de  $0.2V_u d$ , el esfuerzo cortante de diseño,  $v_u$ , se calculará con la expresión siguiente:

$$v_u = \frac{V_u}{b_o d} \tag{2.27}$$

donde  $b_o$  es el perímetro de la sección crítica y  $V_u$  la fuerza cortante de diseño en dicha sección.

- b) Cuando haya transferencia de momento flexionante, se supondrá que una fracción del momento dada por

$$\alpha = 1 - \frac{1}{1 + 0.67 \sqrt{(c_1 + d) / (c_2 + d)}} \tag{2.28}$$

se transmite por excentricidad de la fuerza cortante total, con respecto al centroide de la sección crítica definida antes. El esfuerzo cortante máximo de diseño,  $v_u$ , se obtendrá tomando en cuenta el efecto de la carga axial y del momento, suponiendo que los esfuerzos cortantes varían linealmente (fig. 2.2). En columnas rectangulares  $c_1$  es la dimensión paralela al momento flexionante transmitido y  $c_2$  es la dimensión perpendicular a  $c_1$ . En columnas circulares  $c_1 = c_2 = 0.9D$ . El resto del momento, es decir la fracción  $1 - \alpha$ , debe transmitirse por flexión en un ancho igual a  $c_2 + 3h$ , de acuerdo con la sección 8.4.

2.5.9.3 Resistencia de diseño del concreto

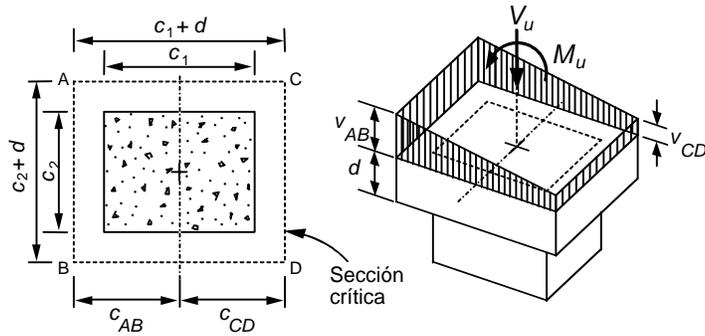
El esfuerzo cortante máximo de diseño obtenido con los criterios anteriores no debe exceder de

$$F_R (0.5 + \gamma) \sqrt{f_c^*} ; \quad \text{ni de } F_R \sqrt{f_c^*} \tag{2.29}$$

$$\left( 0.3F_R (0.5 + \gamma) \sqrt{f_c^*} ; \text{ ni de } 0.3F_R \sqrt{f_c^*} \right)$$

a menos que se suministre refuerzo como se indica en las secciones 2.5.9.4 y 2.5.9.5.

En la expresión anterior,  $\gamma$  es la relación del lado corto al lado largo del área donde actúa la carga o reacción.



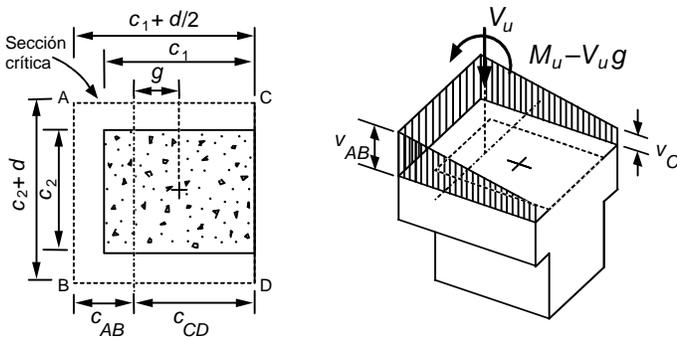
$$v_{AB} = \frac{V}{A_{cr}} + \frac{\alpha M_u c_{AB}}{J_c}$$

$$v_{CD} = \frac{V}{A_{cr}} - \frac{\alpha M_u c_{CD}}{J_c}$$

$$A_{cr} = 2d(c_1 + c_2 + 2d)$$

$$J_c = \frac{d(c_1+d)^3}{6} + \frac{(c_1+d)d^3}{6} + \frac{d(c_2+d)(c_1+d)^2}{2}$$

a) columna interior



$$v_{AB} = \frac{V_u}{A_{cr}} + \frac{\alpha (M_u - V_u g) c_{AB}}{J_c}$$

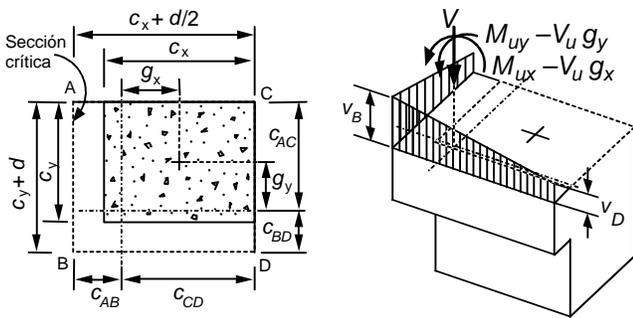
$$v_C = v_D = \frac{V_u}{A_{cr}} - \frac{\alpha (M_u - V_u g) c_{CD}}{J_c}$$

$$A_{cr} = d(2c_1 + c_2 + 2d)$$

$$c_{AB} = \frac{(c_1 + d/2)^2 d}{A_{cr}}$$

$$J_c = \frac{d(c_1 + d/2)^3}{6} + \frac{(c_1 + d/2)d^3}{6} + (c_1 + d)dc_{AB}^2 + 2(c_1 + d/2)d \left( \frac{c_1 + d/2}{2} - c_{AB} \right)^2$$

b) columna de borde



$$v_A = \frac{V_u}{A_{cr}} + \frac{\alpha_x (M_{ux} - V_u g_x) c_{AB}}{J_{cx}} - \frac{\alpha_y (M_{uy} - V_u g_y) c_{AC}}{J_{cy}}$$

$$v_B = \frac{V_u}{A_{cr}} + \frac{\alpha_x (M_{ux} - V_u g_x) c_{AB}}{J_{cx}} + \frac{\alpha_y (M_{uy} - V_u g_y) c_{BD}}{J_{cy}}$$

$$v_D = \frac{V_u}{A_{cr}} - \frac{\alpha_x (M_{ux} - V_u g_x) c_{CD}}{J_{cx}} + \frac{\alpha_y (M_{uy} - V_u g_y) c_{BD}}{J_{cy}}$$

$$A_{cr} = (c_x + c_y + d)d$$

$$c_{AB} = \frac{(c_x + d/2)^2 d}{2A_{cr}} ; c_{BD} = \frac{(c_y + d/2)^2 d}{2A_{cr}}$$

$$J_{cx} = \frac{d(c_x + d/2)^3}{12} + \frac{(c_x + d/2)d^3}{12} + (c_y + d/2)dc_{AB}^2 + (c_x + d/2)d \left( \frac{c_x + d/2}{2} - c_{AB} \right)^2$$

$$J_{cy} = \frac{d(c_y + d/2)^3}{12} + \frac{(c_y + d/2)d^3}{12} + (c_x + d/2)dc_{BD}^2 + (c_y + d/2)d \left( \frac{c_y + d/2}{2} - c_{BD} \right)^2$$

c) columna de esquina

Figura 2.2 Transmisión de momento flexionante entre columna y losa o zapata

Al considerar la combinación de acciones permanentes, variables y sismo, en la ec. 2.29 y en las secciones 2.5.9.4 y 2.5.9.5, el factor de resistencia  $F_R$  se tomará igual a 0.7 en lugar de 0.8.

2.5.9.4 Refuerzo mínimo

En losas planas debe suministrarse un refuerzo mínimo que sea como el descrito en la sección 2.5.9.5, usando estribos de 6.4 mm o más de diámetro, espaciados a no más de  $d/3$ . Este refuerzo se mantendrá hasta no menos de un cuarto del claro correspondiente. Si la losa es aligerada, el refuerzo mínimo se colocará en las nervaduras de ejes de columnas y en las adyacentes a ellas.

2.5.9.5 Refuerzo necesario para resistir la fuerza cortante

a) Requisitos geométricos

Para calcular el refuerzo necesario se considerarán dos vigas ficticias perpendiculares entre sí, que se cruzan sobre la columna. El ancho,  $b$ , de cada viga será igual al peralte efectivo de la losa,  $d$ , más la dimensión horizontal de la cara de columna a la cual llega si ésta es rectangular y su peralte será igual al de la losa. Si la columna es circular se puede tratar como cuadrada de lado igual a  $(0.8D - 0.2d)$ , donde  $D$  es el diámetro de la columna. En cada una de estas vigas se suministrarán estribos verticales cerrados con una barra longitudinal en cada esquina y cuya separación será 0.85 veces el calculado con la ec. 2.23, sin que sea mayor que  $d/3$ ; la separación transversal entre ramas verticales de los estribos no debe exceder de 200 mm.

La separación determinada para cada viga en la sección crítica se mantendrá en una longitud no menor que un cuarto del claro entre ejes de columnas en el caso de losas planas, o hasta el borde en zapatas, a menos que mediante un análisis se demuestre que puede interrumpirse antes.

b) Resistencia de diseño

al aplicar la ec. 2.23 se supondrá

$$V_u = v_u b d \quad (2.30)$$

y

$$V_{cR} = 0.4 F_R b d \sqrt{f_c^*} \quad (2.31)$$

$$\left( V_{cR} = 0.13 F_R b d \sqrt{f_c^*} \right)$$

donde  $v_u$  es el esfuerzo cortante máximo de diseño que actúa en la sección crítica en cada viga ficticia, calculado de acuerdo con la sección 2.5.9.2

En ningún caso se admitirá que  $v_u$  sea mayor que

$$1.3 F_R \sqrt{f_c^*}$$

$$\left( 0.4 F_R \sqrt{f_c^*} \right)$$

2.5.10 Resistencia a fuerza cortante por fricción

2.5.10.1 Requisitos generales

Estas disposiciones se aplican en secciones donde rige el cortante directo y no la tensión diagonal (en ménsulas cortas, por ejemplo, y en detalles de conexiones de estructuras prefabricadas). En tales casos, si se necesita refuerzo, éste deberá ser perpendicular al plano crítico por cortante directo. Dicho refuerzo debe estar bien distribuido en la sección definida por el plano crítico y debe estar anclado a ambos lados de modo que pueda alcanzar su esfuerzo de fluencia en el plano mencionado.

2.5.10.2 Resistencia de diseño

La resistencia a fuerza cortante,  $V_R$ , se tomará como el menor de los valores calculados con las expresiones 2.32 a 2.34:

$$F_R \mu (A_{vf} f_y + N_u) \quad (2.32)$$

$$F_R [ 14A + 0.8 (A_{vf} f_y + N_u) ] \quad (2.33)$$

$$\left( F_R [ 1.4A + 0.8 (A_{vf} f_y + N_u) ] \right)$$

$$0.25 F_R f_c^* A \quad (2.34)$$

donde

$A_{vf}$  área del refuerzo por cortante por fricción;

$A$  área de la sección definida por el plano crítico;

$N_u$  fuerza de diseño de compresión normal al plano crítico; y

$\mu$  coeficiente de fricción que se tomará igual a:

1.4 en concreto colado monolíticamente;

1.0 para concreto colado contra concreto endurecido; o

0.7 entre concreto y acero laminado.

Los valores de  $\mu$  anteriores se aplicarán si el concreto endurecido contra el que se coloca concreto fresco está limpio y libre de lechada, y tiene rugosidades con amplitud total del orden de 5 mm o más, así como si el acero está limpio y sin pintura.

En las expresiones anteriores,  $f_y$  no se supondrá mayor de 4200 kg/cm<sup>2</sup> (420 MPa).

### 2.5.10.3 Tensiones normales al plano crítico

Cuando haya tensiones normales al plano crítico, sea por tensión directa o por flexión, en  $A_{vf}$  no se incluirá el área de acero necesaria por estos conceptos.

## 2.6 Torsión

Las disposiciones que siguen son aplicables a tramos sujetos a torsión cuya longitud no sea menor que el doble del peralte total del miembro. Las secciones situadas a menos de un peralte efectivo de la cara del apoyo pueden dimensionarse para la torsión que actúa a un peralte efectivo.

En esta sección se entenderá por un elemento con sección transversal hueca a aquél que tiene uno o más huecos longitudinales, de tal manera que el cociente entre  $A_g$  y  $A_{cp}$  es menor que 0.85. El área  $A_g$  en una sección hueca es sólo el área del concreto y no incluye el área de los huecos; su perímetro es el mismo que el de  $A_{cp}$ .  $A_{cp}$  es el área de la sección transversal incluida en el perímetro exterior del elemento de concreto,  $p_{cp}$ . En el cálculo de  $A_{cp}$  y  $p_{cp}$ , en elementos colados monóticamente con la losa, se deberán incluir los tramos de losa indicados en la fig. 2.3, excepto cuando el parámetro  $A_{cp}^2/p_{cp}$ , calculado para vigas con patines, sea menor que el calculado para la misma viga ignorando los patines.

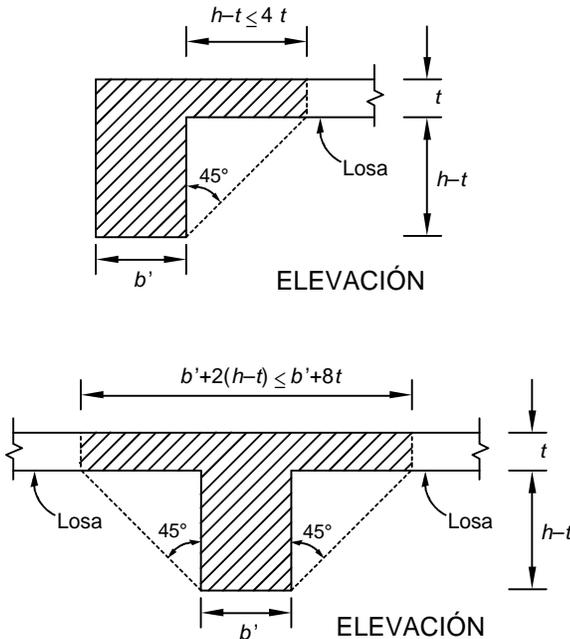


Figura 2.3 Ejemplos del tramo de losa que debe considerarse en el cálculo de  $A_{cp}$  y  $p_{cp}$

Si la sección se clasifica como maciza,  $A_g$  se hará igual a  $A_{cp}$ .

2.6.1 Elementos en los que se pueden despreciar los efectos de torsión.

Pueden despreciarse los efectos de torsión en un elemento si el momento torsionante de diseño,  $T_u$ , es menor que:

a) Para miembros sin presfuerzo

$$0.27 F_R \sqrt{f_c^*} \frac{A_g^2}{p_{cp}} \quad (2.35)$$

$$\left( 0.083 F_R \sqrt{f_c^*} \frac{A_g^2}{p_{cp}} \right)$$

b) Para miembros con presfuerzo

$$0.27 F_R \sqrt{f_c^*} \frac{A_g^2}{p_{cp}} \sqrt{1 + \frac{f_{cp}}{\sqrt{f_c^*}}} \quad (2.36)$$

$$\left( \frac{1}{12} F_R \sqrt{f_c^*} \frac{A_g^2}{p_{cp}} \sqrt{1 + \frac{3f_{cp}}{\sqrt{f_c^*}}} \right)$$

donde  $f_{cp}$  es el esfuerzo de compresión efectivo debido al presfuerzo (después de que han ocurrido todas las pérdidas de presfuerzo), en el centroide de la sección transversal que resiste las fuerzas aplicadas externamente, o en la unión del alma y el patín, cuando el centroide queda dentro del patín.

En elementos de sección compuesta,  $f_{cp}$ , es el esfuerzo de compresión resultante en el centroide de la sección compuesta, o en la unión del alma y el patín, cuando el centroide queda dentro del patín, debido al presfuerzo y a los momentos que son únicamente resistidos por el elemento prefabricado.

c) Para miembros no presforzados sujetos a tensión o compresión axial

$$0.27 \sqrt{f_c^*} \frac{A_g^2}{p_{cp}} \sqrt{1 + \frac{N_u}{A_g \sqrt{f_c^*}}} \quad (2.37)$$

$$\left( 0.083 \sqrt{f_c^*} \frac{A_g^2}{p_{cp}} \sqrt{1 + \frac{3N_u}{A_g \sqrt{f_c^*}}} \right)$$

donde  $N_u$  es positiva en compresión.

2.6.2 Cálculo del momento torsionante de diseño,  $T_u$

2.6.2.1 Cuando afecta directamente al equilibrio

En estructuras en donde el momento torsionante de diseño,  $T_u$ , se requiere para mantener el equilibrio (fig. 2.4.a) y excede a lo dispuesto en la sección 2.6.1, los elementos deberán diseñarse para resistir toda la torsión de acuerdo con lo dispuesto en las secciones 2.6.3 a 2.6.8.

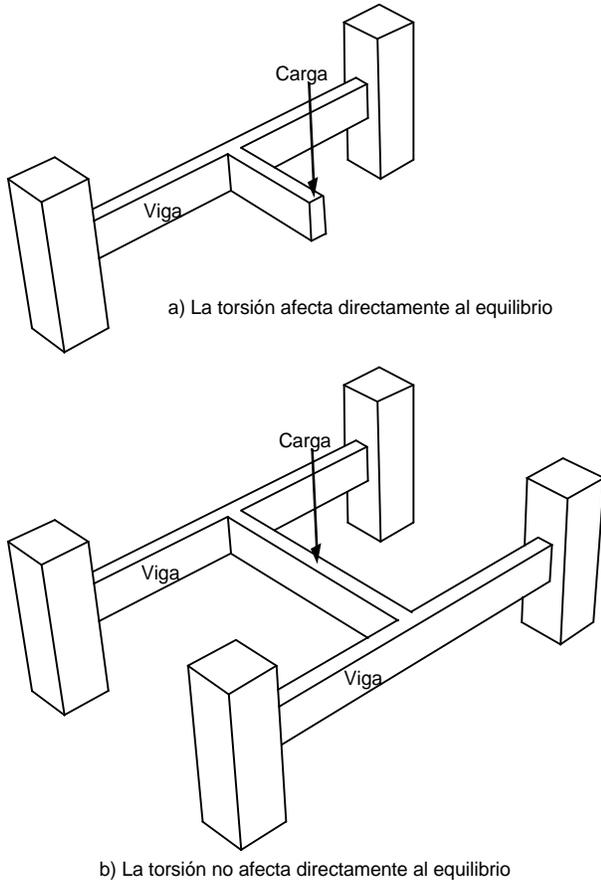


Figura 2.4 Ejemplos de vigas en las que existe torsión

2.6.2.2 Cuando no afecta directamente al equilibrio

En estructuras en donde la resistencia a torsión no afecte directamente al equilibrio, es decir, en estructuras estáticamente indeterminadas donde puede ocurrir una reducción del momento torsionante en un miembro debido a la redistribución interna de fuerzas cuando el elemento se agrieta (fig. 2.4.b), el momento torsionante de diseño,  $T_u$ , puede reducirse a los valores de las ecs. 2.38 y 2.39, modificando las fuerzas cortantes y momentos flexionantes de manera que se conserve el equilibrio:

a) Para elementos sin presfuerzo

$$F_R \sqrt{f_c^*} \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \left( 0.3 F_R \sqrt{f_c^*} \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) \tag{2.38}$$

b) Para elementos con presfuerzo

$$F_R \sqrt{f_c^*} \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \sqrt{1 + \frac{f_{cp}}{\sqrt{f_c^*}}} \left( 0.3 F_R \sqrt{f_c^*} \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \sqrt{1 + \frac{3f_{cp}}{\sqrt{f_c^*}}} \right) \tag{2.39}$$

2.6.2.3 Cuando pasa de una condición isostática a hiperestática

Cuando en una estructura se presente una condición isostática y, posteriormente, la posibilidad de una redistribución interna de fuerzas (condición hiperestática), el momento de diseño final,  $T_u$ , será como sigue:

$$T_u = T_{ui} + T_{uh} \tag{2.40}$$

donde

$T_{ui}$  momento torsionante de diseño (sin ninguna reducción), calculado considerando sólo las cargas que actúan en la condición isostática; y

$T_{uh}$  momento torsionante de diseño, causado por las cargas adicionales a las que originan  $T_{ui}$ , que se tiene en la condición hiperestática. Para el cálculo de  $T_{uh}$  se considerará lo especificado en la sección 2.6.2.2.

2.6.3 Resistencia a torsión

Las dimensiones de la sección transversal del elemento sometido a torsión deben ser tales que:

a) Para elementos de sección transversal maciza se cumpla:

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1.7 A_{oh}^2}\right)^2} \leq F_R \left(\frac{V_{cR}}{b d} + 2\sqrt{f_c^*}\right) \tag{2.41}$$

$$\left( \sqrt{\left(\frac{V_u}{b d}\right)^2 + \left(\frac{T_u p_h}{1.7 A_{oh}}\right)^2} \leq F_R \left(\frac{V_{cR}}{b d} + 0.67 \sqrt{f_c^*}\right) \right)$$

b) Para elementos de sección transversal hueca se cumpla:

$$\frac{V_u}{b d} + \frac{T_u p_h}{1.7 A_{oh}} \leq F_R \left(\frac{V_{cR}}{b d} + 2 \sqrt{f_c^*}\right) \quad (2.42)$$

$$\left( \frac{V_u}{b d} + \frac{T_u p_h}{1.7 A_{oh}} \leq F_R \left(\frac{V_{cR}}{b d} + 0.67 \sqrt{f_c^*}\right) \right)$$

donde

$p_h$  perímetro, medido en el eje, del estribo de refuerzo por torsión más alejado; y

$A_{oh}$  área comprendida por  $p_h$ , (figura 2.5).

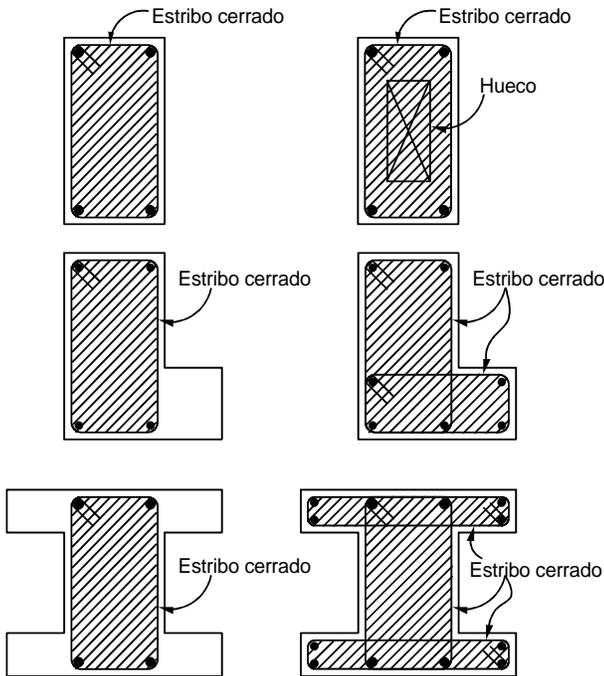


Figura 2.5 Definición del área  $A_{oh}$  (zonas sombreadas)

c) Si el espesor de la pared de una sección transversal hueca varía a lo largo del perímetro de dicha sección, la ecuación 2.42 deberá evaluarse en la condición más desfavorable, es decir, cuando el término del lado izquierdo sea mínimo.

d) Si el espesor de la pared es menor que  $A_{oh}/p_h$ , el segundo término de la ec. 2.42 deberá tomarse como:

$$\frac{T_u}{1.7 A_{oh} t}$$

donde  $t$  es el espesor de la pared de la sección transversal hueca en el punto que se está revisando.

#### 2.6.4 Miembros en los que se requiere refuerzo por torsión

En miembros cuya resistencia a torsión sea directamente necesaria para el equilibrio de la estructura o de parte de ella (sección 2.6.2.1) y el valor de  $T_u$  exceda a lo dispuesto en la sección 2.6.1, se suministrará refuerzo por torsión de acuerdo con la sección 2.6.5.

#### 2.6.5 Refuerzo por torsión

El refuerzo por torsión consistirá de refuerzo transversal y de refuerzo longitudinal.

##### 2.6.5.1 Refuerzo transversal

El área de estribos cerrados que formarán el refuerzo transversal por torsión se calculará con la expresión siguiente:

$$A_t = \frac{T_u s}{F_R 2 A_o f_{yv} \cot \varphi} \quad (2.43)$$

donde

$A_t$  área transversal de una sola rama de estribo que resiste torsión, colocado a una separación  $s$ ;

$A_o$  área bruta encerrada por el flujo de cortante e igual a  $0.85 A_{oh}$ ;

$s$  separación de los estribos que resisten la torsión;

$f_{yv}$  esfuerzo especificado de fluencia de los estribos; el cual no excederá de  $4\,200 \text{ kg/cm}^2$  ( $420 \text{ MPa}$ ); y

$\varphi$  ángulo con respecto al eje de la pieza, que forman los puntales de compresión que se desarrollan en el concreto para resistir torsión según la teoría de la analogía de la armadura espacial (fig. 2.6). No debe ser menor de  $30$  grados ni mayor de  $60$  grados. Se recomienda que  $\varphi = 45$  grados para elementos sin presfuerzo o parcialmente presfuerzados y  $\varphi = 37.5$  grados para elementos totalmente presfuerzados.

##### 2.6.5.2 Refuerzo longitudinal

El área de barras longitudinales para torsión,  $A_{st}$ , adicionales a las de flexión, no será menor que la calculada con la siguiente expresión:

$$A_{st} = \frac{A_t}{s} p_h \frac{f_{yv}}{f_y} \cot^2 \varphi \quad (2.44)$$

donde

- $f_y$  esfuerzo especificado de fluencia del acero de refuerzo longitudinal para torsión; y
- $\phi$  debe tener el mismo valor que el utilizado en la ec. 2.43.

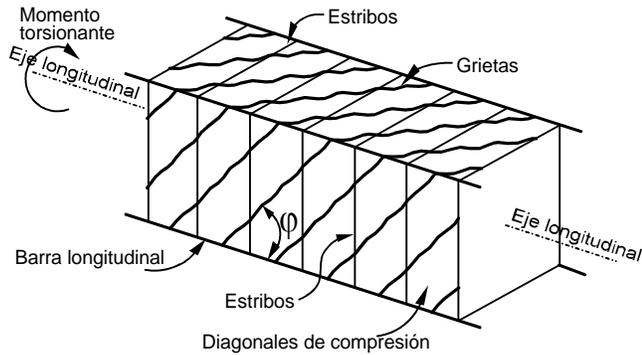


Figura 2.6 Analogía de la armadura espacial

2.6.6 Detalles del refuerzo

2.6.6.1 Refuerzo transversal

Este refuerzo estará formado por estribos cerrados perpendiculares al eje del miembro, anclados por medio de ganchos que formen un ángulo de 135 grados, y por barras longitudinales o tendones. En miembros circulares los estribos serán circulares.

El refuerzo necesario para torsión se combinará con el requerido para otras fuerzas interiores, a condición de que el área suministrada no sea menor que la suma de las áreas individuales necesarias y que se cumplan los requisitos más restrictivos en cuanto a separación y distribución del refuerzo.

El refuerzo por torsión se suministrará cuando menos en una distancia igual a la suma del peralte total más el ancho  $(h + b)$ , más allá del punto teórico en que ya no se requiere.

En secciones huecas, la distancia entre el eje del refuerzo transversal por torsión y la cara interior de la pared de la sección hueca no será menor que

$$0.5 \frac{A_{oh}}{P_h}$$

2.6.6.2 Refuerzo longitudinal

El refuerzo longitudinal deberá tener la longitud de desarrollo más allá de la sección donde deja de ser necesaria

por torsión. El diámetro mínimo de las barras que forman el refuerzo longitudinal será de 12.7 mm (número 4).

En vigas presforzadas, el refuerzo longitudinal total (incluyendo el acero de presfuerzo) en una sección debe resistir el momento flexionante de diseño en dicha sección más una fuerza de tensión longitudinal concéntrica igual a  $A_{st}f_y$ , basada en la torsión de diseño que se tiene en la misma sección.

2.6.7 Refuerzo mínimo por torsión

2.6.7.1 Refuerzo transversal

En los elementos en que se requiera refuerzo por torsión, deberá proporcionarse un área de acero transversal mínima que se calculará con la siguiente expresión:

$$A_v + 2A_t = \frac{3.5 b s}{f_{yv}} \tag{2.45}$$

$$\left( A_v + 2A_t = \frac{b s}{3 f_{yv}} \right)$$

donde  $A_v$  es el área transversal de dos ramas de un estribo cerrado y  $A_t$  es el área transversal de una sola rama de un estribo cerrado, en  $cm^2$  ( $mm^2$ ).

2.6.7.2 Refuerzo longitudinal

Debe proporcionarse un área de acero longitudinal mínima que está determinada por:

$$A_{st,min} = \frac{1.3\sqrt{f_c^*} A_{cp}}{f_y} - \frac{A_t}{s} p_h \frac{f_{yv}}{f_y} \tag{2.46}$$

$$\left( A_{st,min} = \frac{\sqrt{f_c^*} A_{cp}}{2.4 f_y} - \frac{A_t}{s} p_h \frac{f_{yv}}{f_y} \right)$$

En donde  $\frac{A_t}{s}$  no deberá ser menor que  $1.75 \frac{b}{f_{yv}}$  cm

$$\left( \frac{b}{5.8 f_{yv}}, \text{ en mm} \right)$$

2.6.8 Separación del refuerzo por torsión

La separación  $s$ , determinada con la ec. 2.43, no será mayor que  $p_h/8$ , ni que 300 mm.

El refuerzo longitudinal debe distribuirse en el perímetro de los estribos cerrados con una separación máxima de 300 mm y se colocará una barra en cada esquina de los estribos. Las barras o tendones longitudinales deberán colocarse dentro de los estribos.

### 3. ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

#### 3.1 Esfuerzos bajo condiciones de servicio

Para estimar los esfuerzos producidos en el acero y el concreto por acciones exteriores en condiciones de servicio, pueden utilizarse las hipótesis usuales de la teoría elástica de vigas. Si el momento de agrietamiento es mayor que el momento exterior, se considerará la sección completa del concreto sin tener en cuenta el acero. Si el momento de agrietamiento es menor que el momento actuante, se recurrirá a la sección transformada, despreciando el concreto agrietado. Para valorar el momento de agrietamiento se usará el módulo de rotura,  $\overline{f}_f$ , prescrito en la sección 1.4.1.3.

#### 3.2 Deflexiones

Las dimensiones de elementos de concreto reforzado deben ser tales que las deflexiones que puedan sufrir bajo condiciones de servicio o trabajo se mantengan dentro de los límites prescritos en las Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones.

##### 3.2.1 Deflexiones en elementos no presforzados que trabajan en una dirección

La deflexión total será la suma de la inmediata más la diferida.

##### 3.2.1.1 Deflexiones inmediatas

Las deflexiones que ocurren inmediatamente al aplicar la carga se calcularán con los métodos o fórmulas usuales para determinar deflexiones elásticas. A menos que se utilice un análisis más racional o que se disponga de datos experimentales, las deflexiones de elementos de concreto de peso normal se calcularán con un módulo de elasticidad congruente con la sección 1.4.1.4 y con el momento de inercia efectivo,  $I_e$  calculado con la ec 3.1, pero no mayor que  $I_g$ .

$$I_e = \left( \frac{M_{ag}}{M_{máx}} \right)^3 I_g + \left[ 1 - \left( \frac{M_{ag}}{M_{máx}} \right)^3 \right] I_{ag} \quad (3.1)$$

donde

$$M_{ag} = \frac{\overline{f}_f I_g}{h_2} \quad (3.2)$$

$M_{máx}$  momento flexionante máximo correspondiente al nivel de carga para el cual se estima la deflexión; y

$h_2$  distancia entre el eje neutro y la fibra más esforzada a tensión.

En forma opcional, y como simplificación de la estimación anterior, se puede emplear el momento de inercia de la sección transformada agrietada ( $I_{ag}$ ) en vez del momento de inercia efectivo.

En claros continuos, el momento de inercia que se utilice será un valor promedio calculado en la forma siguiente:

$$I = \frac{I_1 + I_2 + 2I_3}{4} \quad (3.3)$$

donde  $I_1$  e  $I_2$  son los momentos de inercia de las secciones extremas del claro e  $I_3$  el de la sección central. Si el claro sólo es continuo en un extremo, el momento de inercia correspondiente al extremo discontinuo se supondrá igual a cero, y en la ec. 3.3 el denominador será igual a 3.

##### 3.2.1.2 Deflexiones diferidas

A no ser que se utilice un análisis más preciso, la deflexión adicional que ocurra a largo plazo en miembros de concreto normal clase 1, sujetos a flexión, se obtendrá multiplicando la flecha inmediata, calculada de acuerdo con la sección 3.2.1.1 para la carga sostenida considerada, por el factor

$$\frac{2}{1 + 50 p'} \quad (3.4)$$

donde  $p'$  es la cuantía de acero a compresión ( $A_s'/bd$ ). En elementos continuos se usará un promedio de  $p'$  calculado con el mismo criterio aplicado para determinar el momento de inercia.

Para elementos de concreto normal clase 2, el numerador de la ec. 3.4 será igual a 4.

#### 3.3 Agrietamiento en elementos no presforzados que trabajan en una dirección

Cuando en el diseño se use un esfuerzo de fluencia mayor de 3000 kg/cm<sup>2</sup> (300 MPa) para el refuerzo de tensión, las secciones de máximo momento positivo y negativo se dimensionarán de modo que la cantidad

$$f_s \sqrt[3]{d_c A} \frac{h_2}{h_1} \quad (3.5)$$

no exceda los valores que se indican en la tabla 3.1, de acuerdo con la agresividad del medio a que se encuentre expuesta la estructura.

En la ecuación 3.5:

- $f_s$  esfuerzo en el acero en condiciones de servicio;
- $d_c$  recubrimiento de concreto medido desde la fibra extrema en tensión al centro de la barra más próxima a ella;
- $A$  área de concreto a tensión que rodea al refuerzo principal de tensión y cuyo centroide coincide con el de dicho refuerzo, dividida entre el número de barras (cuando el refuerzo principal conste de barras de varios diámetros, el número de barras equivalente se calculará dividiendo el área total de acero entre el área de la barra de mayor diámetro);
- $h_1$  distancia entre el eje neutro y el centroide del refuerzo principal de tensión; y
- $h_2$  distancia entre el eje neutro y la fibra más esforzada en tensión.

**Tabla 3.1 Límites para la condición de agrietamiento**

Clasificación de exposición (ver tabla 4.1)	Valores máximos de la ecuación 3.5, en kg/cm (N/mm)
A1	40 000 (40 000)
A2	
B1	30 000 (30 000)
B2	
C	
D	20 000 (20 000)

## 4. DISEÑO POR DURABILIDAD

### 4.1 Aspectos generales

#### 4.1.1 Requisitos básicos

La durabilidad será tomada en cuenta en el diseño, mediante la determinación de la clasificación de exposición de acuerdo con la sección 4.2 y, para esa clasificación, cumpliendo con los siguientes requisitos:

- Calidad y curado del concreto, de acuerdo con las secciones 4.3 a 4.6;
- Restricciones en los contenidos químicos, de acuerdo con la sección 4.8;

- Recubrimiento, de acuerdo con la sección 4.9; y
- Precauciones en la reacción álcali-agregado, de acuerdo con la sección 4.10.

#### 4.1.2 Requisito complementario

Además de los requisitos especificados en la sección 4.1.1, el concreto sujeto a la abrasión originada por tránsito (p.ej. pavimentos y pisos) satisfará los requisitos de la sección 4.7.

#### 4.1.3 Tipos de cemento

Los requisitos que se prescriben en las secciones 4.3, 4.4 y 4.9 parten de suponer el empleo de concreto con cemento portland ordinario. Pueden usarse otros tipos de cemento portland (p.ej. resistente a los sulfatos, baja reactividad álcali-agregado) o cementos mezclados, (p.ej. cemento portland puzolánico, cemento portland con escoria granulada de alto horno). Éstos deberán ser evaluados para establecer los niveles de desempeño equivalentes a los obtenidos con concretos de cemento portland ordinario.

Pueden usarse sistemas de protección alternos, mediante la protección o impregnación de la capa superficial. Estos sistemas serán evaluados para establecer niveles de desempeño equivalente a los concretos de cemento portland común, al determinar la influencia de la durabilidad del recubrimiento para alcanzar los 50 años de vida de diseño.

Cuando se requiera una expectativa de vida útil diferente de 50 años, las previsiones anteriores se pueden modificar. La modificación se hará con base en la equivalencia del criterio de desempeño establecido anteriormente, junto con el sobrentendido de que los concretos de cemento portland común pueden proporcionar un nivel satisfactorio de protección al refuerzo contra la corrosión por 50 años.

### 4.2 Clasificación de exposición

La clasificación de la exposición para una superficie de un miembro reforzado o presforzado se determinará a partir de la tabla 4.1. Esta tabla no necesita aplicarse a miembros de concreto simple, si tales miembros no incluyen metales que dependan del concreto para su protección contra los efectos del medio ambiente.

Para determinar la calidad del concreto requerida de acuerdo con las secciones 4.3 a 4.6 y 4.8, la clasificación de exposición para el miembro se tomará como la más severa de las exposiciones de cualquiera de sus superficies.

Para determinar los requisitos de recubrimiento para protección del refuerzo contra la corrosión de acuerdo con la sección 4.9.3, la clasificación de la exposición se tomará como la que corresponda a la superficie a partir de la cual se mide el recubrimiento.

### 4.3 Requisitos para concretos con clasificaciones de exposición A1 y A2

Miembros sujetos a clasificaciones de exposición A1 o A2 serán curados en forma continua bajo temperatura y presión del ambiente por al menos tres días a partir del colado.

El concreto en los miembros tendrán una resistencia a compresión especificada,  $f_c'$ , no menor de 200 kg/cm<sup>2</sup> (20 MPa).

### 4.4 Requisitos para concretos para clasificaciones de exposición B1, B2 y C

Miembros sujetos a clasificaciones de exposición B1, B2 o C serán curados en forma continua bajo condiciones de temperatura y presión del ambiente, por al menos siete días a partir del colado.

El concreto en el miembro tendrá una resistencia a compresión especificada,  $f_c'$ , no menor de:

- 200 kg/cm<sup>2</sup> (20 MPa) para clasificación B1;
- 250 kg/cm<sup>2</sup> (25 MPa) para clasificación B2;
- 500 kg/cm<sup>2</sup> (50 MPa) para clasificación C.

Adicionalmente, en los concretos para la clasificación C se especificará un contenido mínimo de cemento portland ordinario y una relación de agua/cemento máxima (ver tabla 4.5).

### 4.5 Requisitos para concretos con clasificación de exposición D

El concreto en los miembros sujetos a una clasificación de exposición D se especificará para asegurar su durabilidad bajo la exposición ambiente particular que se tenga y para la vida útil de diseño escogida.

### 4.6 Requisitos para concretos expuestos a sulfatos

Los concretos que estarán expuestos a soluciones o a suelos que contienen concentraciones peligrosas de sulfatos serán hechos con cementos resistentes a sulfatos y cumplirán con las relaciones agua–materiales cementantes máximas y las resistencias a compresión mínimas presentadas en la tabla 4.2.

### 4.7 Requisitos adicionales para resistencia a la abrasión

En adición a los otros requisitos de durabilidad de esta sección, el concreto para miembros sujetos a la abrasión proveniente del tránsito, tendrán una resistencia a la compresión especificada no menor que el valor aplicable dado en la tabla 4.3.

En superficies expuestas a tránsito intenso, no se tomará como parte de la sección resistente el espesor que pueda

desgastarse. A éste se asignará una dimensión no menor de 15 mm, salvo que la superficie expuesta se endurezca con algún tratamiento.

### 4.8 Restricciones sobre el contenido de químicos contra la corrosión

#### 4.8.1 Restricciones sobre el ion cloruro para protección contra la corrosión

El contenido total del ion cloruro en el concreto, calculado o determinado, basado en la mediciones del contenido de cloruros provenientes de los agregados, del agua de mezclado y de aditivos no excederá los valores dado en la tabla 4.4.

Cuando se hacen pruebas para determinar el contenido de iones de cloruro solubles en ácido, los procedimientos de ensayos se harán de acuerdo con ASTM C 1152.

No se adicionarán al concreto sales de cloruro o aditivos químicos que las contienen en forma importante en elementos de concreto reforzado para clasificaciones de exposición B1, B2, o C, y en ningún elemento de concreto presforzado o curado a vapor

#### 4.8.2 Restricción en el contenido de sulfato

El contenido de sulfato en el concreto al momento del colado, expresado como el porcentaje por peso de SO<sub>3</sub> soluble en ácido del peso del cemento, no será mayor que 5.0 por ciento.

#### 4.8.3 Restricciones sobre otras sales

No se incorporarán al concreto otras sales a menos que se pueda mostrar que no afectan adversamente la durabilidad.

### 4.9 Requisitos para el recubrimiento y separación del acero de refuerzo

#### 4.9.1 Aspectos generales

El recubrimiento del acero de refuerzo y los tendones de presfuerzo será el mayor de los valores determinados de las secciones 4.9.2 y 4.9.3, como corresponda, a menos que se requiera recubrimientos mayores por resistencia al fuego.

#### 4.9.2 Recubrimiento y separación del refuerzo para la colocación del concreto

El recubrimiento y el detallado del acero será tal que el concreto pueda ser colocado y compactado adecuadamente de acuerdo con la sección 14.3.6.

El recubrimiento y separación no será menor que el mayor de los tres valores siguientes:

- El tamaño nominal del agregado multiplicado por 1.25;

- b) El diámetro nominal de la barra o tendón al cual se le mide el recubrimiento; o
- c) Si la barras forman paquetes, 1.5 veces el diámetro de la barra más gruesa del paquete.
- En columnas, la distancia libre entre barras longitudinales, no será menor de 1.5 veces el diámetro de la barra, 1.5 veces el tamaño máximo del agregado, ni que 40 mm.

**Tabla 4.1 Clasificaciones de exposición**

Superficies y ambiente de exposición	Clasificación
a) Superficie de miembros en contacto con el terreno:	
1) Protegida por una membrana impermeable	A1
2) En suelos no agresivos	A2
3) En suelos agresivos <sup>1</sup>	D
b) Superficies de miembros en ambientes interiores:	
1) Encerrado totalmente dentro de un edificio, excepto por breve periodo de exposición al ambiente durante la construcción <sup>2</sup>	A1
2) En edificios o sus partes donde los miembros pueden estar sujetos a humedecimiento y secado repetido <sup>2</sup>	B1
c) Superficies de miembros no en contacto con el terreno y expuestos a ambientes exteriores <sup>3</sup> que son:	
1) No agresivos	A2
2) Ligeramente agresivos	B1
3) Agresivos	B2
d) Superficies de miembros en agua <sup>4</sup> :	
1) En contacto con agua dulce (dura)	B1
En agua dulce a presión (dura)	B2
En agua dulce corriente (dura)	B2
2) En contacto con agua dulce (suave)	B2
En agua dulce a presión (suave)	D
En agua dulce corriente (suave)	D
3) En agua con más de 20000 ppm de cloruros:	
– Sumergida permanentemente	B2
– En zonas con humedecimiento y secado	C
e) Superficies de miembros en otros ambientes:	
En cualquier ambiente de exposición no descritos en los incisos de (a) a (d)	D

<sup>1</sup> Se deben considerar agresivos los suelos permeables con pH < 4.0 o con agua freática que contiene más de un gramo (1 g) de iones de sulfato por litro. Suelos ricos en sales con pH entre 4 y 5 deben considerarse como clasificación de exposición C;

<sup>2</sup> Se debe considerar los efectos del proceso de manufactura sobre el concreto, cuando se emplea en aplicaciones industriales; en tales casos se puede requerir una reclasificación de la exposición a D;

<sup>3</sup> La frontera entre los diferentes ambientes exteriores depende de muchos factores los cuales incluyen distancia desde la fuente agresiva, vientos dominantes y sus intensidades; y

<sup>4</sup> Para establecer las características de dureza del agua se requiere analizarla, ASTM E 1116).

**Tabla 4.2 Requisitos para concretos expuestos a sulfatos**

Exposición a sulfatos	Sulfatos solubles en agua (SO <sub>4</sub> )	Sulfatos (SO <sub>4</sub> ) en agua, ppm	Tipos de cemento <sup>1</sup>	Máxima relación agua–materiales cementantes, por peso, concretos con agregados de peso normal <sup>2</sup>	$f_c'$ mínima, concreto con agregado de peso normal y ligero kg/cm <sup>2</sup> (MPa)
Despreciable	$0.00 \leq \text{SO}_4 < 0.10$	$0 \leq \text{SO}_4 < 150$	—	—	—
Moderada	$0.10 \leq \text{SO}_4 < 0.20$	$150 \leq \text{SO}_4 < 1500$	CPP, CPEG, CPC	0.50	300 (30)
Severa	$0.20 \leq \text{SO}_4 \leq 2.00$	$1500 \leq \text{SO}_4 < 10\,000$	RS	0.45	350 (35)
Muy severa	$\text{SO}_4 > 2.00$	$\text{SO}_4 > 10000$	RS más puzolana <sup>3</sup>	0.45	350 (35)

<sup>1</sup> CPP cemento portland puzolánico (clinker de cemento portland con C<sub>3</sub>A < 8 %);

CPEG cemento portland con escoria granulada de alto horno (clinker de cemento portland con C<sub>3</sub>A < 8 %);

CPC cemento portland compuesto (clinker de cemento portland con C<sub>3</sub>A < 8 %);

RS cemento portland resistente a los sulfatos (C<sub>3</sub>A < 5 %);

<sup>2</sup> Se puede requerir relaciones agua–materiales cementantes más bajos o resistencias más altas para reducción de la permeabilidad o para protección del acero contra la corrosión;

<sup>3</sup> Puzolana que ha mostrado mediante ensaye o experiencias previas que mejora la resistencia a los sulfatos cuando se emplea en concreto fabricado con cemento portland resistente a los sulfatos.

**Tabla 4.3 Requisitos de resistencia a compresión para abrasión<sup>1</sup>**

Miembro y/o tipo de tránsito	Resistencia a compresión especificada <sup>2</sup> , $f_c'$ , kg/cm <sup>2</sup> (MPa)
Pisos comerciales e industriales sujetos a: Tránsito vehicular	250 (25)
Pavimentos o pisos sujetos a:	
a) Tránsito ligero con llantas neumáticas (vehículos de hasta 3 t)	250 (25)
b) Tránsito medio con llantas neumáticas (vehículos de más de 3 t)	300 (30)
c) Tránsito con llantas no neumáticas	
d) Tránsito con llantas de acero	400 (40)
	No menor que 400 (40)

<sup>1</sup> En forma alterna, se pueden usar tratamientos superficiales para incrementar la resistencia a la abrasión;

<sup>2</sup>  $f_c'$  se refiere a la resistencia del concreto empleado en la zona de desgaste.

**Tabla 4.4 Valores máximos de contenido de ion cloruro en el concreto al momento del colado**

Tipo de miembro	Máximo contenido de ion cloruro soluble en ácido, kg/m <sup>3</sup> de concreto
Concreto presforzado	0.50
Concreto reforzado expuesto a humedad o a cloruros en condiciones de servicio	0.80
Concreto reforzado que estará seco o protegido de la humedad en condiciones de servicio	1.6

#### 4.9.3 Recubrimiento para protección contra la corrosión

Cuando el concreto es colado en cimbras y compactado de acuerdo con la sección 14.3.6, el recubrimiento en vigas, trabes y contratrabes no será menor que el valor dado en la tabla 4.5, de acuerdo con la clasificación de exposición y la resistencia especificada del concreto. En losas y muros y elementos prefabricados el recubrimiento no será menor de 0.75 veces los indicados en la tabla 4.5, según corresponda, y no menor de 0.5 veces los mismos valores para el caso de cascarones.

**Tabla 4.5 Recubrimiento libre mínimo requerido**

Clasificación de exposición	Resistencia a compresión especificada, kg/cm <sup>2</sup> (MPa)						
	200 (20)	250 (25)	300 (30)	400 (40)	500 (50)	600 (60)	700 (70)
	Recubrimiento mínimo requerido (mm)						
A1	25	25	20	20	20	15	15
A2	40	35	30	25	25	20	20
B1	50	40	35	30	30	25	25
B2	—	50	45	40	35	30	30
C	—	—	—	—	70 <sup>(1)</sup>	65 <sup>(1)</sup>	60 <sup>(1)</sup>

<sup>1</sup> Además se requiere emplear un contenido de cemento portland no menor que 350 kg/m<sup>3</sup> (3500 N/m<sup>3</sup>) y una relación agua/cemento que no exceda 0.40.

Cuando el concreto es colado sobre o contra el terreno y compactado de acuerdo con la sección 14.3.6, y no se conozcan las condiciones de agresividad del terreno, el mínimo recubrimiento para la superficie en contacto con el terreno será 75 mm, o 50 mm si se emplea plantilla o membrana impermeable entre el terreno y el concreto por colar.

**4.10 Reacción álcali-agregado**

Se deben tomar precauciones para minimizar el riesgo de daño estructural debido a la reacción álcali-agregado.

**5. REQUISITOS COMPLEMENTARIOS**

**5.1 Anclaje**

**5.1.1 Requisito general**

La fuerza de tensión o compresión que actúa en el acero de refuerzo en toda sección debe desarrollarse a cada lado de la sección considerada por medio de adherencia en una longitud suficiente de barra o de algún dispositivo mecánico.

**5.1.2 Longitud de desarrollo de barras a tensión**

**5.1.2.1 Barras rectas**

La longitud de desarrollo,  $L_d$ , en la cual se considera que una barra a tensión se ancla de modo que desarrolle su esfuerzo de fluencia, se obtendrá multiplicando la longitud básica,  $L_{db}$  dada por la ec 5.1, por el factor o los factores indicados en la tabla 5.1. Las disposiciones de esta sección son aplicables a barras de diámetro no mayor que 38.1 mm (número 12).

$$L_{db} = \frac{a_s f_y}{3(c + K_{tr})\sqrt{f_c'}} \geq 0.11 \frac{d_b f_y}{\sqrt{f_c'}} \tag{5.1}$$

$$\left( L_{db} = \frac{1.15 a_s f_y}{(c + K_{tr})\sqrt{f_c'}} \geq 0.36 \frac{d_b f_y}{\sqrt{f_c'}} \right)$$

donde

$a_s$  área transversal de la barra;

$c$  separación o recubrimiento; úsese el menor de los valores siguientes:

- 1) distancia del centro de la barra a la superficie de concreto más próxima;
- 2) la mitad de la separación entre centros de barras.

$K_{tr}$  índice de refuerzo transversal; igual a  $\frac{A_{tr} f_{yv}}{100 s n}$ ; si se

usan kg/cm<sup>2</sup> y cm,  $\left( \frac{A_{tr} f_{yv}}{10 s n}, \text{MPa y mm} \right)$ ;

$A_{tr}$  área total de las secciones rectas de todo el refuerzo transversal comprendido en la separación  $s$ , y que cruza el plano potencial de agrietamiento entre las barras que se anclan;

$f_{yv}$  esfuerzo especificado de fluencia de refuerzo transversal;

$s$  máxima separación centro a centro del refuerzo transversal, en una distancia igual a  $L_d$ ; y

$n$  número de barras sobre el plano potencial de agrietamiento.

Por sencillez en el diseño, se permite suponer  $K_{tr} = 0$ , aunqu haya refuerzo transversal.

En ningún caso  $L_d$  será menor que 300 mm.

La longitud de desarrollo,  $L_d$ , de cada barra que forme parte de un paquete de tres barras será igual a la que requeriría si estuviera aislada, multiplicada por 1.20. Cuando el paquete es de dos barras no se modifica  $L_d$ .

**Tabla 5.1 Factores que modifican la longitud básica de desarrollo<sup>1</sup>**

Condición del refuerzo	Factor
Barras de diámetro igual a 19.1 mm (número 6) o menor.	0.8
Barras horizontales o inclinadas colocadas de manera que bajo ellas se cuelen más de 300 mm de concreto.	1.3
Barras con $f_y$ mayor de 4200 kg/cm <sup>2</sup> (420 MPa).	$2 - \frac{4200}{f_y}; \left(2 - \frac{4200}{f_y}\right)$
Barras torcidas en frío de diámetro igual o mayor que 19.1 mm (número 6).	1.2
Acero de flexión en exceso <sup>2</sup>	$\frac{A_{s, requerida}}{A_{s, proporcionada}}$
Barras lisas	2.0
Barras cubiertas con resina epóxica, o con lodo bentonítico:	
– Recubrimiento de concreto menor que $3d_b$ , o separación libre entre barras menor que $6d_b$	1.5
– Otras condiciones	1.2
Todos los otros casos	1.0

<sup>1</sup> Si se aplican varias condiciones, se multiplican los factores correspondientes;

<sup>2</sup> Excepto en zonas de articulaciones plásticas y marcos dúctiles.

### 5.1.2.2 Barras con dobleces

Cuando una barra a tensión termina con un doblez a 90 ó 180 grados que cumpla con los requisitos de la sección 5.5, se supondrá que puede alcanzar su esfuerzo de fluencia en la sección crítica, si la longitud básica de desarrollo, es decir, la distancia paralela a la barra, entre la sección crítica y el paño externo de la barra en el doblez, es al menos igual a

$$0.076 d_b f_y / \sqrt{f_c'} \quad (5.2)$$

$$\left( d_b f_y \sqrt{f_c'} \right)$$

pero no menor que 150 mm ni que  $8d_b$ . El tramo recto después del doblez no será menor que  $12d_b$  para dobleces a 90 grados, ni menor que  $4d_b$  para dobleces a 180 grados.

**Tabla 5.2 Factores que modifican la longitud básica de desarrollo de barras con dobleces<sup>1</sup>**

Condición del refuerzo	Factor
Barras de diámetro no mayor que 34.9 mm (número 11), con recubrimiento libre lateral (normal al plano del doblez) no menor que 60 mm, y para barras con doblez a 90 grados, con recubrimiento libre del tramo de barra recto después del doblez no menor que 50 mm	0.7
Barras de diámetro no mayor que 34.9 mm (número 11), confinadas en toda la longitud de desarrollo con estribos verticales u horizontales separados entre sí no más de $3d_b$	0.8
En concreto ligero	1.3
Barras cubiertas con resina epóxica, o con lodo bentonítico	1.2
Todos los otros casos	1.0

<sup>1</sup> Si se aplican varias condiciones, se multiplican los factores correspondientes;

### 5.1.3 Longitud de desarrollo de barras a compresión

La longitud de desarrollo de una barra a compresión será cuando menos el 60 por ciento de la que requeriría a tensión y no se considerarán efectivas porciones dobladas. En ningún caso será menor de 200 mm.

### 5.1.4 Vigas y muros

#### 5.1.4.1 Requisitos generales

En vigas y muros con cargas en su plano, la fuerza de tensión a la que se refiere la sección 5.1.1, se valorará con el máximo momento flexionante de diseño que obra en la zona comprendida a un peralte efectivo a cada lado de la sección.

Los requisitos de la sección 5.1.1 y del párrafo anterior se cumplen para el acero a tensión, si:

- Las barras que dejan de ser necesarias por flexión se cortan o se doblan a una distancia no menor que un

peralte efectivo más allá del punto teórico donde, de acuerdo con el diagrama de momentos, ya no se requieren.

- b) En las secciones donde, según el diagrama de momentos flexionantes, teóricamente ya no se requiere el refuerzo que se corta o se dobla, la longitud que continúa de cada barra que no se corta ni se dobla es mayor o igual que  $L_d + d$ . Este requisito no es necesario en las secciones teóricas de corte más próximas a los extremos de vigas libremente apoyadas.
- c) A cada lado de toda sección de momento máximo, la longitud de cada barra es mayor o igual que la longitud de desarrollo,  $L_d$ , que se define en la sección 5.1.2.
- d) Cada barra para momento positivo que llega a un extremo libremente apoyado, se prolonga más allá del centro del apoyo y termina en un dobléz de 90 ó 180 grados, seguido por un tramo recto de  $12d_b$  ó  $4d_b$ , respectivamente. El dobléz debe cumplir con los requisitos de la sección 5.5. En caso de no contar con un espacio suficiente para alojar el dobléz, se empleará un anclaje mecánico equivalente al dobléz.

#### 5.1.4.2 Requisitos adicionales

Los siguientes requisitos deben respetarse además de los anteriores:

- a) En extremos libremente apoyados se prolongará, sin doblar, hasta dentro del apoyo, cuando menos la tercera parte del refuerzo de tensión para momento positivo máximo. En extremos continuos se prolongará la cuarta parte.
- b) Cuando la viga sea parte de un sistema destinado a resistir fuerzas laterales accidentales, el refuerzo positivo que se prolongue dentro del apoyo debe anclarse de modo que pueda alcanzar su esfuerzo de fluencia en la cara del apoyo. Al menos la tercera parte del refuerzo negativo que se tenga en la cara de un apoyo se prolongará más allá del punto de inflexión una longitud no menor que un peralte efectivo, ni que  $12d_b$ , ni que un dieciseisavo del claro libre.

#### 5.1.5 Columnas

En las intersecciones con vigas o losas las barras de las columnas serán continuas y en su caso cumplirán con las disposiciones de las secciones 7.4.5 u 8.2.b.2.

Las barras longitudinales de columnas de planta baja se anclarán en la cimentación de manera que en la sección de la base de la columna puedan alcanzar un esfuerzo igual al de fluencia en tensión multiplicado por 1.25.

En columnas que deban resistir fuerzas laterales accidentales, se supondrá que se cumple el requisito de la sección 5.1.1, si la longitud de desarrollo de toda barra longitudinal no es mayor que dos tercios de la altura libre de la columna.

#### 5.1.6 Anclajes mecánicos

Cuando no haya espacio suficiente para anclar barras por medio de dobléz, se pueden usar anclajes mecánicos. Estos deben ser capaces de desarrollar la resistencia del refuerzo por anclar, sin que se dañe el concreto. Pueden ser, por ejemplo, placas soldadas a las barras, o dispositivos manufacturados para este fin. Los anclajes mecánicos deben diseñarse y en su caso comprobarse por medio de ensayos. Bajo cargas estáticas, se puede admitir que la resistencia de una barra anclada es la suma de la contribución del anclaje mecánico más la adherencia en la longitud de barra comprendida entre el anclaje mecánico y la sección crítica. Elementos típicos en los que pueden ser necesarios los anclajes mecánicos son las vigas diafragma y las ménsulas.

#### 5.1.7 Anclaje del refuerzo transversal

El refuerzo en el alma debe llegar tan cerca de las caras de compresión y tensión como lo permitan los requisitos de recubrimiento y la proximidad de otro refuerzo.

Los estribos deben rematar en una esquina con dobleces de 135 grados, seguidos de tramos rectos de no menos de  $6d_b$  de largo, ni menos de 80 mm. En cada esquina del estribo debe quedar por lo menos una barra longitudinal. Los radios de dobléz cumplirán con los requisitos de la sección 5.5.

Las barras longitudinales que se doblen para actuar como refuerzo en el alma deben continuarse como refuerzo longitudinal cerca de la cara opuesta si esta zona está a tensión, o prolongarse una longitud  $L_d$  más allá de la media altura de la viga si dicha zona está a compresión.

#### 5.1.8 Anclaje de malla de alambre soldado

Se supondrá que un alambre puede desarrollar su esfuerzo de fluencia en una sección si a cada lado de ésta se ahogan en el concreto cuando menos dos alambres perpendiculares al primero, distando el más próximo no menos de 50 mm de la sección considerada. Si sólo se ahoga un alambre perpendicular a no menos de 50 mm de la sección considerada, se supondrá que se desarrolla la mitad del esfuerzo de fluencia. La longitud de un alambre desde la sección crítica hasta su extremo no será menor que 200 mm.

## 5.2 Revestimientos

Los revestimientos no se tomarán en cuenta como parte de la sección resistente de ningún elemento, a menos que se suministre una liga con él, la cual esté diseñada para

transmitir todos los esfuerzos que puedan presentarse y que dichos revestimientos no estén expuestos a desgaste o deterioro.

### 5.3 Tamaño máximo de agregados

El tamaño nominal máximo de los agregados no debe ser mayor que:

- Un quinto de la menor distancia horizontal entre caras de los moldes;
- Un tercio del espesor de losas; ni
- Tres cuartos de la separación horizontal libre mínima entre barras, paquetes de barras, o tendones de presfuerzo.

Estos requisitos pueden omitirse cuando las condiciones del concreto fresco y los procedimientos de compactación que se apliquen permitan colocar el concreto sin que queden huecos.

### 5.4 Paquetes de barras

Las barras longitudinales pueden agruparse formando paquetes con un máximo de dos barras cada uno en columnas y de tres en vigas, con la salvedad expresada en el inciso 7.2.2.d. La sección donde se corte una barra de un paquete en el claro de una viga no distará de la sección de corte de otra barra menos de 40 veces el diámetro de la más gruesa de las dos. Los paquetes se usarán sólo cuando queden alojados en un ángulo de los estribos. Para determinar la separación mínima entre paquetes, cada uno se tratará como una barra simple de igual área transversal que la del paquete. Para calcular la separación del refuerzo transversal, rige el diámetro de la barra más delgada del paquete. Los paquetes de barras deben amarrarse firmemente con alambre.

### 5.5 Dobleces del refuerzo

El radio interior de un doblado no será menor que  $f_y/60\sqrt{f_c}$  (usando  $\text{kg/cm}^2$ , o  $f_y/19\sqrt{f_c}$  usando MPa) veces el diámetro de la barra doblada, a menos que dicha barra quede doblada alrededor de otra de diámetro no menor que el de ella, o se confine adecuadamente el concreto, por ejemplo mediante refuerzo perpendicular al plano de la barra. Además, el radio de doblado no será menor que el que marca, para la prueba de doblado, la respectiva Norma Mexicana, de las indicadas en la sección 1.4.2.

En todo doblado o cambio de dirección del acero longitudinal debe colocarse refuerzo transversal capaz de equilibrar la resultante de las tensiones o compresiones desarrolladas en las barras, a menos que el concreto en sí sea capaz de ello.

## 5.6 Uniones de barras

Las barras de refuerzo pueden unirse mediante traslapes o estableciendo continuidad por medio de soldadura o dispositivos mecánicos. Las especificaciones y detalles dimensionales de las uniones deben mostrarse en los planos. Toda unión soldada o con dispositivo mecánico debe ser capaz de transferir por lo menos 1.25 veces la fuerza de fluencia de tensión de las barras, sin necesidad de exceder la resistencia máxima de éstas. Para marcos dúctiles, se respetarán los requisitos de las secciones 7.2.2 y 7.3.3.

### 5.6.1 Uniones de barras sujetas a tensión

#### 5.6.1.1 Requisitos generales

En lo posible deben evitarse las uniones en secciones de máximo esfuerzo de tensión. Se procurará, asimismo, que en una cierta sección cuando más se unan barras alternadas.

#### 5.6.1.2 Traslape

La longitud de un traslape no será menor que 1.33 veces la longitud de desarrollo,  $L_d$ , calculada según la sección 5.1.2.1, ni que menor que  $(0.01f_y - 6)$  veces el diámetro de la barra ( $f_y$  en  $\text{kg/cm}^2$ , o  $(0.1f_y - 6) d_b$ , si se usan MPa).

Cuando se une por traslape más de la mitad de las barras en un tramo de 40 diámetros, o cuando las uniones se hacen en secciones de esfuerzo máximo, deben tomarse precauciones especiales, consistentes, por ejemplo, en aumentar la longitud de traslape o en utilizar hélices o estribos muy próximos en el tramo donde se efectúa la unión.

#### 5.6.1.3 Uniones soldadas o mecánicas

Si se usan uniones soldadas o mecánicas deberá comprobarse experimentalmente su eficacia.

En una misma sección transversal no deben unirse con soldadura o dispositivos mecánicos más del 33 por ciento del refuerzo. Las secciones de unión distarán entre sí no menos de 20 diámetros. Sin embargo, cuando por motivos del procedimiento de construcción sea necesario unir más refuerzo del señalado, se admitirá hacerlo, con tal que se garantice una supervisión estricta en la ejecución de las uniones. Para marcos dúctiles, se respetarán los requisitos de las secciones 7.1.6 y 7.1.7.

### 5.6.2 Uniones de malla de alambre soldado

En lo posible deben evitarse uniones por traslape en secciones donde el esfuerzo en los alambres bajo cargas de diseño sea mayor que  $0.5f_y$ . Cuando haya necesidad de usar traslapes en las secciones mencionadas, deben hacerse de modo que el traslape medido entre los alambres transversales extremos de las hojas que se unen no sea

menor que la separación entre alambres transversales más 50 mm.

Las uniones por traslape en secciones donde al esfuerzo en los alambres sea menor o igual que  $0.5f_y$ , el traslape medido entre los alambres transversales extremos de las hojas que se unen no será menor que 50 mm.

### 5.6.3 Uniones de barras sujetas a compresión

Si la unión se hace por traslape, la longitud traslapada no será menor que la longitud de desarrollo para barras a compresión, calculada según la sección 5.1.3, ni que  $(0.01f_y - 10)$  veces el diámetro de la barra, ( $f_y$  en kg/cm<sup>2</sup>, o  $(0.1f_y - 10) d_b$ , si se usan MPa).

### 5.7 Refuerzo por cambios volumétricos

En toda dirección en que la dimensión de un elemento estructural sea mayor que 1.5 m, el área de refuerzo que se suministre no será menor que

$$a_{s1} = \frac{660 x_1}{f_y (x_1 + 100)} \quad (5.3)$$

$$\left( a_{s1} = \frac{660 x_1}{f_y (x_1 + 1000)} \right)$$

donde

$a_{s1}$  área transversal del refuerzo colocado en la dirección que se considera, por unidad de ancho de la pieza, cm<sup>2</sup>/cm (mm<sup>2</sup>/mm). El ancho mencionado se mide perpendicularmente a dicha dirección y a  $x_1$ ; y

$x_1$  dimensión mínima del miembro medida perpendicularmente al refuerzo, cm (mm).

Si  $x_1$  no excede de 150 mm, el refuerzo puede colocarse en una sola capa. Si  $x_1$  es mayor que 150 mm, el refuerzo se colocará en dos capas próximas a las caras del elemento.

En elementos estructurales expuestos directamente a la intemperie o en contacto con el terreno, el refuerzo no será menor de  $1.5a_{s1}$ .

Por sencillez, en vez de emplear la fórmula anterior puede suministrarse un refuerzo mínimo con cuantía igual a 0.002 en elementos estructurales protegidos de la intemperie, y 0.003 en los expuestos a ella, o que estén en contacto con el terreno.

La separación del refuerzo por cambios volumétricos no excederá de 500 mm ni de  $3.5x_1$ .

Debe aumentarse la cantidad de acero a no menos de 1.5 veces la antes prescrita, o tomarse otras precauciones en casos de contracción pronunciada (por ejemplo en morteros neumáticos) de manera que se evite agrietamiento excesivo. También, cuando sea particularmente importante el buen aspecto de la superficie del concreto.

Puede prescindirse del refuerzo por cambios volumétricos en elementos donde desde el punto de vista de resistencia y aspecto se justifique.

### 5.8 Inclusiones

Debe evitarse la inclusión de elementos no estructurales en el concreto, en particular tubos de alimentación o desagüe dentro de las columnas. Las dimensiones y ubicación de los elementos no estructurales que lleguen a quedar dentro del concreto, así como los procedimientos de ejecución usados en la inclusión (sección 14.3.11), serán tales que no afecten indebidamente las condiciones de resistencia y deformabilidad, ni que impidan que el concreto penetre, sin segregarse, en todos los intersticios.

## 6. DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES COMUNES

Las disposiciones de esta sección se cumplirán, además de los requisitos generales de las secciones precedentes.

### 6.1 Vigas

#### 6.1.1 Requisitos generales

El claro se contará a partir del centro del apoyo, siempre que el ancho de éste no sea mayor que el peralte efectivo de la viga; en caso contrario, el claro se contará a partir de la sección que se halla a medio peralte efectivo del paño interior del apoyo.

En toda sección se dispondrá de refuerzo tanto en el lecho inferior como en el superior. En cada lecho el área de refuerzo no será menor que la obtenida de la ec. 2.2 y constará de por lo menos dos barras corridas de 12.7 mm de diámetro (número 4). La cuantía de acero longitudinal a tensión,  $p$ , no excederá de 0.025.

En el dimensionamiento de vigas continuas monolíticas con sus apoyos puede usarse el momento en el paño del apoyo.

Para calcular momentos flexionantes en vigas que soporten losas de tableros rectangulares, se puede tomar la carga tributaria de la losa como si estuviera uniformemente repartida a lo largo de la viga.

La relación entre la altura y el ancho de la sección transversal,  $h/b$ , no debe exceder de 6. Para valuar  $h/b$  en vigas T o I, se usará el ancho del alma,  $b'$ .

### 6.1.2 Pandeo lateral

Deben analizarse los efectos de pandeo lateral cuando la separación entre apoyos laterales sea mayor que 35 veces el ancho de la viga o el ancho del patín a compresión.

En vigas de marcos dúctiles, se aplicará lo dispuesto en la sección 7.2.1.b.

### 6.1.3 Refuerzo complementario en las paredes de las vigas

En las paredes de vigas con peraltes superiores a 750 mm debe proporcionarse refuerzo longitudinal por cambios volumétricos de acuerdo con la sección 5.7. Se puede tener en cuenta este refuerzo en los cálculos de resistencia si se determina la contribución del acero por medio de un estudio de compatibilidad de deformaciones según las hipótesis básicas de la sección 2.1.

### 6.1.4 Vigas diafragma

#### 6.1.4.1 Disposición del refuerzo por flexión

##### a) Vigas de un claro

El refuerzo que se determine en la sección de momento máximo debe colocarse recto y sin reducción en todo el claro; debe anclarse en las zonas de apoyo de modo que sea capaz de desarrollar, en los paños de los apoyos, no menos del ochenta por ciento de su esfuerzo de fluencia, y debe estar uniformemente distribuido en una altura igual a

$$\left(0.2 - 0.05 \frac{L}{h}\right) h \leq 0.2 L$$

medida desde la cara inferior de la viga (fig. 6.1).

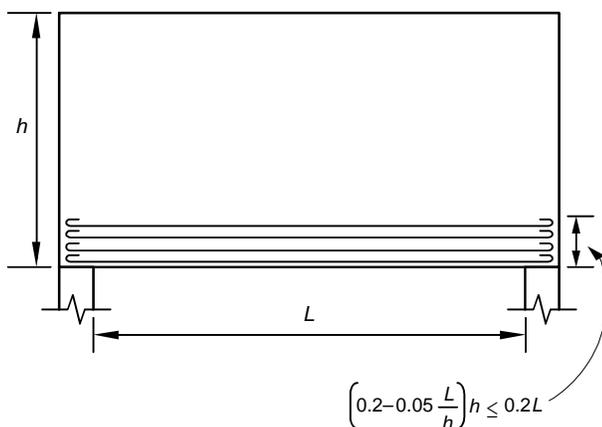


Figura 6.1 Disposición del refuerzo de flexión en una viga diafragma de un claro

##### b) Vigas continuas

El refuerzo que se calcule con el momento positivo máximo de cada claro debe prolongarse recto en todo el claro en cuestión. Si hay la necesidad de hacer uniones, éstas deben localizarse cerca de los apoyos intermedios. El anclaje de este refuerzo en los apoyos y su distribución en la altura de la viga cumplirán con los requisitos prescritos en el inciso 6.1.4.1.a.

Al menos la mitad del refuerzo calculado para momento negativo en los apoyos debe prolongarse en toda la longitud de los claros adyacentes. El resto del refuerzo negativo máximo, en cada claro, puede interrumpirse a una distancia del paño del apoyo no menor que  $0.4h$ , ni que  $0.4L$ .

El refuerzo para el momento negativo sobre los apoyos debe repartirse en dos franjas paralelas al eje de la viga de acuerdo con lo siguiente.

Una fracción del área total, igual a

$$0.5 \left( \frac{L}{h} - 1 \right) A_s$$

debe repartirse uniformemente en una franja de altura igual a  $0.2h$  y comprendida entre las cotas  $0.8h$  y  $h$ , medidas desde el borde inferior de la viga (fig. 6.2). El resto se repartirá uniformemente en una franja adyacente a la anterior, de altura igual a  $0.6h$ . Si  $L/h$  es menor que 1.0, se sustituirá  $L$  en lugar de  $h$  para determinar las alturas de las franjas señaladas.

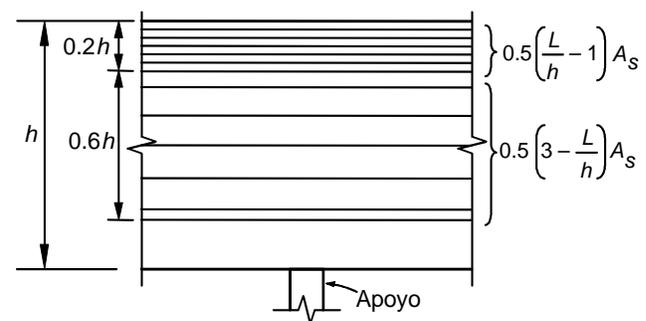


Figura 6.2 Franjas en que se distribuye el refuerzo negativo  $A_s$ , en una viga diafragma continua con  $L/h \geq 1$

#### 6.1.4.2 Revisión de las zonas a compresión

Si una zona a compresión de una viga diafragma no tiene restricción lateral, debe tomarse en cuenta la posibilidad de que ocurra pandeo lateral.

6.1.4.3 Disposición del refuerzo por fuerza cortante

El refuerzo que se calcule con las ecs. 2.25 y 2.26 en la sección crítica, se usará en todo el claro. Las barras horizontales se colocarán, con la misma separación, en dos capas verticales próximas a las caras de la viga. Estas barras se anclarán de modo que en las secciones de los paños de los apoyos extremos sean capaces de desarrollar al menos 80 por ciento de su esfuerzo de fluencia.

6.1.4.4 Dimensionamiento de los apoyos

Para valuar las reacciones en los apoyos se puede analizar la viga como si no fuera peraltada aumentando en 10 por ciento el valor de las reacciones en los apoyos extremos.

Cuando las reacciones comprimen directamente la cara inferior de la viga, el esfuerzo de contacto con el apoyo no debe exceder el valor especificado en la sección 2.4, haya atiesadores en la viga o no los haya.

Si la viga no está atiesada sobre los apoyos y las reacciones comprimen directamente su cara inferior, deben colocarse en zonas próximas a los apoyos, barras complementarias verticales y horizontales en cada una de las mallas de refuerzo para fuerza cortante, del mismo diámetro que las de este refuerzo y de modo que la separación de las barras en esas zonas sea la mitad que en el resto de la viga (fig. 6.3).

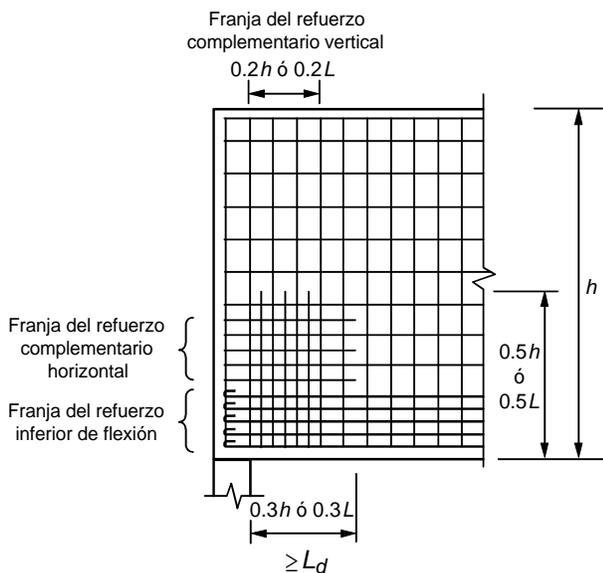


Figura 6.3 Refuerzo complementario en una zona de apoyo directo de una viga diafragma no atiesada

- a) Las barras complementarias horizontales se situarán en una franja contigua a la que contiene el refuerzo inferior de flexión y de ancho igual al de esta última. Dichas

barras complementarias deben anclarse de modo de que puedan alcanzar su esfuerzo de fluencia en la sección del paño del apoyo; además, su longitud dentro de la viga, medida desde dicha sección, no debe ser menor que  $0.3h$ .

- b) Las barras complementarias verticales se colocarán en una franja vertical limitada por la sección del paño del apoyo y de ancho igual a  $0.2h$ . Estas barras deben abarcar desde el lecho inferior de la viga hasta una altura igual a  $0.5h$ .

Si  $h$  es mayor que  $L$ , se sustituirá  $L$  en lugar de  $h$  en los incisos a y b precedentes.

Cuando la viga esté atiesada sobre los apoyos en todo su peralte, o cuando la reacción no comprima directamente la cara inferior de la viga sino que se transmita a lo largo de todo el peralte, se aplicarán las disposiciones siguientes:

Cerca de cada apoyo se colocarán dos mallas de barras, horizontales y verticales en una zona limitada por un plano horizontal distante del borde inferior de la viga no menos de  $0.5h$ , y por un plano vertical distante de la sección del paño del apoyo no menos de  $0.4h$  (fig. 6.4). El área total de las barras horizontales se determinará con el criterio de cortante por fricción de la sección 2.5.10, suponiendo como plano de falla el que pasa por el paño del apoyo. El área total de las barras verticales será la misma que la de las horizontales. En estos refuerzos pueden incluirse las barras del refuerzo en el alma de la viga situadas en la zona antes definida, con tal que las horizontales sean capaces de alcanzar su esfuerzo de fluencia en la sección del paño del apoyo.

Si  $h$  es mayor que  $L$ , se sustituirá  $L$  en lugar de  $h$  en el párrafo anterior.

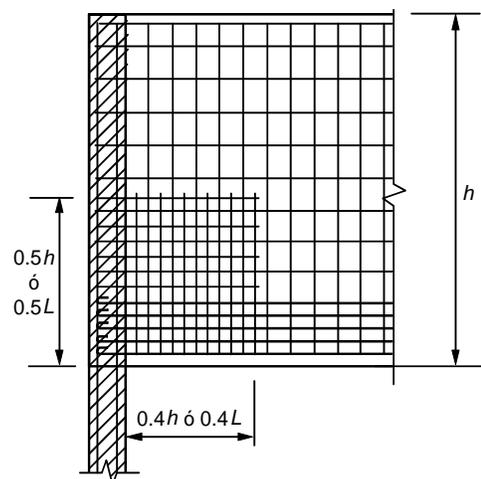


Figura 6.4 Refuerzo en una zona de apoyo indirecto

6.1.4.5 Vigas diafragma que unen muros sujetos a fuerzas horizontales en su plano (vigas de acoplamiento)

El refuerzo de vigas diafragma con relaciones  $L/h$  no mayores de 2, que unen muros sujetos a fuerzas horizontales inducidas por el sismo, constará de dos grupos de barras diagonales dispuestas simétricamente respecto al centro del claro, según se indica en la fig. 6.5. Se supondrá que cada grupo forma un elemento que trabajará a tensión o compresión axiales y que las fuerzas de interacción entre los dos muros, en cada viga, se transmiten sólo por las tensiones y compresiones en dichos elementos.

Para determinar el área de acero longitudinal de cada diagonal  $A_{sd}$ , se despreciará el concreto y se usará la ec. 6.1.

$$V_u = 2F_R A_{sd} f_y \text{ sen } \theta \leq 2.5 F_R \sqrt{f_c^*} b d \quad (6.1)$$

$$\left( V_u = 2F_R A_{sd} f_y \text{ sen } \theta \leq 0.78 F_R \sqrt{f_c^*} b d \right)$$

donde

$A_{sd}$  área total del refuerzo longitudinal de cada diagonal; y

$\theta$  ángulo que forma el elemento diagonal con la horizontal.

El ancho de estas vigas será el mismo que el espesor de los muros que unen.

Cada elemento diagonal constará de no menos de cuatro barras rectas sin uniones. Los lados de los elementos diagonales, medidos perpendicularmente a su eje y al paño del refuerzo transversal, deberán ser al menos iguales a  $b/2$  para el lado perpendicular al plano de la viga (y del muro) y a  $b/5$  para el lado en el plano de la viga. Cada extremo del elemento diagonal estará anclado en el muro respectivo una longitud no menor que 1.5 veces  $L_d$ , obtenida ésta según la sección 5.1.2.

Si los muros que unen tienen elementos extremos de refuerzo diseñados según los incisos 6.5.2.4.a o 6.5.2.4.b, la longitud de anclaje del refuerzo diagonal se podrá reducir a 1.2 veces  $L_d$ .

Las barras de los elementos diagonales se colocarán tan próximas a las caras de la viga como lo permitan los requisitos de recubrimiento, y se restringirán contra el pandeo con estribos o hélices que, en el tercio medio del claro de la viga, cumplirán con los requisitos de la sección 6.2.3.

En los tercios extremos, la separación se reducirá a la mitad del que resulte en el central. Los estribos o el zuncho que se use en los tercios extremos se continuarán dentro de cada muro en una longitud no menor que  $L/8$ .

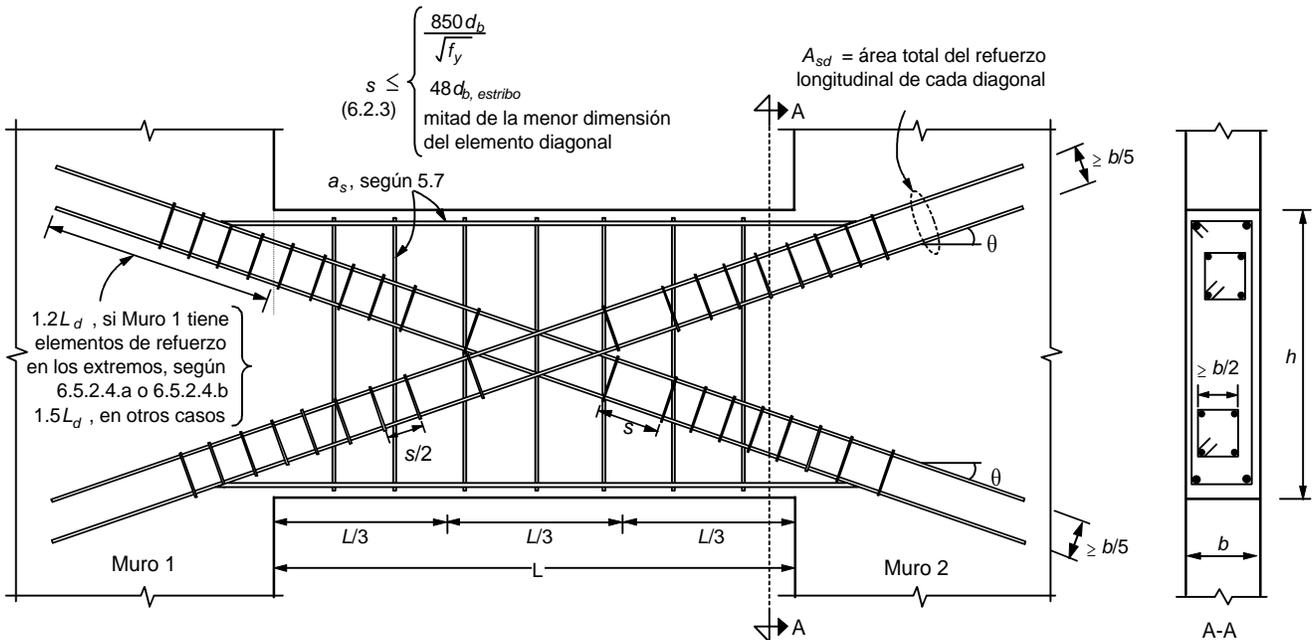


Figura 6.5 Refuerzo de una viga diafragma que une muros sujetos a fuerzas horizontales en su plano

En el resto de la viga se usará refuerzo vertical y horizontal que en cada dirección cumpla con los requisitos para refuerzo por cambios volumétricos de la sección 5.7. Este refuerzo se colocará en dos capas próximas a las caras de la viga, por afuera del refuerzo diagonal.

### 6.1.5 Vigas de sección compuesta

#### 6.1.5.1 Conceptos generales

Una viga de sección compuesta es la formada por la combinación de un elemento prefabricado y concreto colado en el lugar. Las partes integrantes deben estar interconectadas de manera que actúen como una unidad. El elemento prefabricado puede ser de concreto reforzado o presforzado, o de acero.

Las disposiciones que siguen se refieren únicamente a secciones con elementos prefabricados de concreto. Para secciones compuestas con elementos de acero, aplíquense las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas.

Si la resistencia especificada, el peso volumétrico u otras propiedades del concreto de los elementos componentes son distintos, deben tomarse en cuenta estas diferencias al diseñar, o usarse las propiedades más desfavorables.

Deberán tenerse en cuenta los efectos del apuntalamiento, a falta del mismo, sobre las deflexiones y el agrietamiento.

#### 6.1.5.2 Efectos de la fuerza cortante horizontal

- a) El esfuerzo cortante horizontal,  $v_h$ , en la superficie de contacto entre los elementos que forman la viga compuesta puede calcularse con la ec. 6.2.

$$v_h = \frac{V_u}{F_R b_v d} \quad (6.2)$$

donde

$V_u$  fuerza cortante de diseño;

$b_v$  ancho del área de contacto; y

$d$  peralte efectivo de la sección compuesta.

- b) Debe asegurarse que en la superficie de contacto entre los elementos componentes se transmitan los esfuerzos cortantes que ahí actúan.

- c) Para transmitir en la superficie de contacto los esfuerzos cortantes de diseño, se admitirán los esfuerzos resistentes siguientes:

- 1) En elementos donde no se usen anclajes metálicos y la superficie de contacto esté rugosa y limpia:

3 kg/cm<sup>2</sup> (0.3 MPa). Se admitirá que una superficie está rugosa si tiene rugosidades de amplitud total normal a ella del orden de 5 mm o más;

- 2) Donde se cumplan los requisitos mínimos para los conectores que indica el inciso 6.1.5.2.d y la superficie de contacto esté limpia pero no rugosa: 6 kg/cm<sup>2</sup> (0.6 MPa); y
- 3) Donde se cumplan los requisitos mínimos para los conectores del inciso 6.1.5.2.d y la superficie de contacto esté limpia y rugosa: 25 kg/cm<sup>2</sup> (2.5 MPa).

Cuando el esfuerzo cortante de diseño exceda de 25 kg/cm<sup>2</sup> (2.5 MPa), el diseño por cortante horizontal se hará de acuerdo con los criterios de cortante por fricción de la sección 2.5.10.

- d) Para que sean válidos los esfuerzos prescritos en los incisos 6.1.5.2.c.2 y 6.1.5.2.c.3, deben usarse conectores formados por barras o estribos normales al plano de contacto. El área mínima de este refuerzo será  $3/f_y$  veces el área de contacto ( $f_y$  en kg/cm<sup>2</sup>, o  $0.3/f_y$ , con  $f_y$  en MPa). Su separación no excederá de seis veces el espesor del elemento colado en el lugar ni de 600 mm. Además, los conectores deben anclarse en ambos componentes del elemento compuesto de modo que en el plano de contacto puedan desarrollar al menos el 80 por ciento del esfuerzo de fluencia.

#### 6.1.5.3 Efectos de la fuerza cortante vertical

Los efectos de la fuerza cortante vertical en miembros compuestos se tomarán en cuenta como si se tratara de una viga monolítica de la misma forma (sección 2.5).

## 6.2 Columnas

### 6.2.1 Geometría

La relación entre la dimensión transversal mayor de una columna y la menor no excederá de 4. La dimensión transversal menor será por lo menos igual a 200 mm.

En elementos a flexocompresión de marcos dúctiles, se respetarán las disposiciones de la sección 7.3.1.

### 6.2.2 Refuerzo mínimo y máximo

La cuantía del refuerzo longitudinal de la sección no será menor que  $20/f_y$  ( $f_y$  en kg/cm<sup>2</sup>, o  $2/f_y$ , con  $f_y$  en MPa) ni mayor que 0.06. El número mínimo de barras será seis en columnas circulares y cuatro en rectangulares.

### 6.2.3 Requisitos para refuerzo transversal

#### 6.2.3.1 Criterio general

El refuerzo transversal de toda columna no será menor que el necesario por resistencia a fuerza cortante y torsión, en su caso, y debe cumplir con los requisitos mínimos de los párrafos siguientes. Además, en los tramos donde se prevean articulaciones plásticas no será inferior al prescrito en la sección 6.8.

#### 6.2.3.2 Separación

Todas las barras o paquetes de barras longitudinales deben restringirse contra el pandeo con estribos o zunchos con separación no mayor que:

- $850/\sqrt{f_y}$  veces el diámetro de la barra o de la barra más delgada del paquete ( $f_y$ , en kg/cm<sup>2</sup>, es el esfuerzo de fluencia de las barras longitudinales, o  $269/\sqrt{f_y}$ , con  $f_y$  en MPa);
- 48 diámetros de la barra del estribo; ni que
- La mitad de la menor dimensión de la columna.

La separación máxima de estribos se reducirá a la mitad de la antes indicada en una longitud no menor que:

- la dimensión transversal máxima de la columna;
- un sexto de su altura libre; ni que
- 600 mm

arriba y abajo de cada unión de columna con traveses o losas, medida a partir del respectivo plano de intersección. En los nudos se aplicará lo dispuesto en la sección 6.2.5.

#### 6.2.3.3 Detallado

##### a) Estribos y zunchos

Los estribos se dispondrán de manera que cada barra longitudinal de esquina y una de cada dos consecutivas de la periferia tenga un soporte lateral suministrado por el doblez de un estribo con un ángulo interno no mayor de 135 grados. Además, ninguna barra que no tenga soporte lateral debe distar más de 150 mm (libres) de una barra soportada lateralmente. Cuando seis o más varillas estén repartidas uniformemente sobre una circunferencia se pueden usar anillos circulares rematados como se especifica en la sección 5.1.7; también pueden usarse zunchos cuyos traslapes y anclajes cumplan con los requisitos de la sección 6.2.4.

La fuerza de fluencia que pueda desarrollar la barra de un estribo o anillo no será menor que seis centésimas de la fuerza de fluencia de la mayor barra o el mayor paquete

longitudinal que restringe. En ningún caso se usarán estribos o anillos de diámetro menores de 7.9 mm (número 2.5). Los estribos rectangulares se rematarán de acuerdo con lo prescrito en la sección 5.1.7.

##### b) Grapas

Para dar restricción lateral a barras que no sean de esquina, pueden usarse grapas formadas por barras rectas, cuyos extremos terminen en un doblez a 135 grados alrededor de la barra o paquete restringido, seguido de un tramo recto con longitud no menor que seis diámetros de la barra de la grapa. Las grapas se colocarán perpendiculares a las barras o paquetes que restringen y a la cara más próxima del miembro en cuestión. La separación máxima de las grapas se determinará con el criterio prescrito antes para estribos.

### 6.2.4 Columnas zunchadas

El refuerzo transversal de una columna zunchada debe ser una hélice continua de paso constante o estribos circulares cuya separación sea igual al paso de la hélice.

La cuantía volumétrica del refuerzo transversal,  $p_s$ , no será menor que

$$0.45 \left( \frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_c'}{f_y} \quad \text{ni que} \quad 0.12 \frac{f_c'}{f_y} \quad (6.3)$$

donde

$A_c$  área transversal del núcleo, hasta la circunferencia exterior de la hélice o estribo;

$A_g$  área transversal de la columna; y

$f_y$  esfuerzo de fluencia del acero de la hélice o estribo.

El esfuerzo especificado de fluencia del acero de la hélice o estribo no debe ser mayor que 4200 kg/cm<sup>2</sup> (420 MPa).

La distancia libre entre dos vueltas consecutivas o entre dos estribos no será menor que una vez y media el tamaño máximo del agregado, ni mayor que 70 mm.

Los traslapes tendrán una vuelta y media. Las hélices se anclarán en los extremos de la columna mediante dos vueltas y media. Los estribos se anclarán como se indica en la sección 6.2.3.3.

### 6.2.5 Detalles del refuerzo en intersecciones con vigas o losas

El refuerzo transversal de una columna en su intersección con una viga o losa debe ser el necesario para resistir las fuerzas internas que ahí se produzcan, pero su separación no será mayor y su diámetro no será menor que los usados en la columna en las secciones próximas a dicha intersección. En marcos dúctiles, se aplicará lo dispuesto en la sección 7.4.

Si la intersección es excéntrica, en el dimensionamiento y detallado de la conexión deben tomarse en cuenta las fuerzas cortantes, y los momentos flexionantes y torsionantes causados por la excentricidad.

Cuando un cambio de sección de una columna obliga a doblar sus barras longitudinales en una junta, la pendiente de la porción inclinada de cada barra respecto al eje de columna no excederá de 1 a 6. Las porciones de las barras por arriba y por debajo de la junta serán paralelas al eje de la columna. Además deberá proporcionarse refuerzo transversal adicional al necesario por otros conceptos, en cantidad suficiente para resistir una y media veces la componente horizontal de la fuerza axial que pueda desarrollarse en cada barra, considerando en ella el esfuerzo de fluencia.

### 6.3 Losas

#### 6.3.1 Disposiciones generales

##### 6.3.1.1 Método de análisis

Además de los métodos semiempíricos de análisis propuestos a continuación para distintos casos particulares, puede utilizarse cualquier otro procedimiento reconocido. Es admisible aplicar la teoría de líneas de fluencia, o cualquier otra teoría basada en el análisis al límite, siempre que el comportamiento bajo condiciones de servicio resulte adecuado en cuanto a deflexión, agrietamiento y vibraciones.

Si aparte de soportar cargas normales a su plano la losa tiene que transmitir a marcos, muros u otros elementos rigidizantes, fuerzas apreciables contenidas en su plano, estas fuerzas deben tomarse en cuenta en el diseño de la losa.

##### 6.3.1.2 Losas encasetonadas

Las nervaduras de losas encasetonadas se dimensionarán como vigas, excepto que, si la losa apoya en su perímetro, no será necesario cumplir con el refuerzo mínimo por tensión diagonal que se pide en la sección 2.5.2.2 cuando la fuerza cortante de diseño,  $V_u$ , sea menor que  $V_{CR}$ . Tampoco será necesario cumplir con el requisito mencionado en las nervaduras de losas planas; para estos elementos el refuerzo mínimo por fuerza cortante se establece en la sección 2.5.9.4.

#### 6.3.2 Losas que trabajan en una dirección

En el diseño de losas que trabajan en una dirección son aplicables las disposiciones para vigas de la sección 6.1.1 que sean pertinentes.

Además del refuerzo principal de flexión, debe proporcionarse refuerzo por cambios volumétricos, normal

al anterior, de acuerdo con los requisitos de la sección 5.7.

#### 6.3.3 Losas apoyadas en su perímetro

##### 6.3.3.1 Momentos flexionantes debidos a cargas uniformemente distribuidas

Los momentos flexionantes en losas perimetralmente apoyadas se calcularán con los coeficientes de la tabla 6.1 si se satisfacen las siguientes limitaciones:

- Los tableros son aproximadamente rectangulares;
- La distribución de las cargas es aproximadamente uniforme en cada tablero;
- Los momentos flexionantes negativos en el apoyo común de dos tableros adyacentes difieren entre sí en una cantidad no mayor que 50 por ciento del menor de ellos; y
- La relación entre carga viva y muerta no es mayor de 2.5 para losas monolíticas con sus apoyos, ni mayor de 1.5 en otros casos.

Para valores intermedios de la relación,  $m$ , entre el claro corto,  $a_1$ , y el claro largo  $a_2$ , se interpolará linealmente.

##### 6.3.3.2 Secciones críticas y franjas de refuerzo

Para momento flexionante negativo, las secciones críticas se tomarán en los bordes del tablero, y para positivo, en las líneas medias.

Para colocación del refuerzo, la losa se considerará dividida, en cada dirección, en dos franjas extremas y una central. Para relaciones de claro corto a largo mayores de 0.5, las franjas centrales tendrán un ancho igual a la mitad del claro perpendicular a ellas, y cada franja extrema, igual a la cuarta parte del mismo. Para relaciones  $a_1/a_2$  menores de 0.5, la franja central perpendicular al lado largo tendrá un ancho igual a  $(a_2 - a_1)$ , y cada franja extrema, igual a  $a_1/2$ .

A fin de doblar varillas y aplicar los requisitos de anclaje del acero se supondrán líneas de inflexión a un sexto del claro corto desde los bordes del tablero para momento positivo, y a un quinto del claro corto desde los bordes del tablero para momento negativo.

##### 6.3.3.3 Distribución de momentos flexionantes entre tableros adyacentes

Cuando los momentos obtenidos en el borde común de dos tableros adyacentes sean distintos, se distribuirán dos tercios del momento de desequilibrio entre los dos tableros si éstos son monolíticos con sus apoyos, o la totalidad de dicho momento si no lo son. Para la distribución se supondrá que la rigidez del tablero es proporcional a  $d^3/a_1$ .

Tabla 6.1 Coeficientes de momentos flexionantes para tableros rectangulares, franjas centrales<sup>1</sup>

Tablero	Momento	Claro	Relación de lados corto a largo, $m = a_1/a_2$													
			0		0.5		0.6		0.7		0.8		0.9		1.0	
			I <sup>2</sup>	II <sup>3</sup>	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
<b>Interior</b> Todos los bordes continuos	Neg. en bordes interiores	corto	998	1018	553	565	489	498	432	438	381	387	333	338	288	292
		largo	516	544	409	431	391	412	371	388	347	361	320	330	288	292
	Positivo	corto	630	668	312	322	268	276	228	236	192	199	158	164	126	130
		largo	175	181	139	144	134	139	130	135	128	133	127	131	126	130
<b>De borde</b> Un lado corto discontinuo	Neg. en bordes interiores	corto	998	1018	568	594	506	533	451	478	403	431	357	388	315	346
		largo	516	544	409	431	391	412	372	392	350	369	326	341	297	311
	Neg. en bordes dis.	largo	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0
		Positivo	corto	630	668	329	356	292	306	240	261	202	219	167	181	133
		largo	179	187	142	149	137	143	133	140	131	137	129	136	129	135
<b>De borde</b> Un lado largo discontinuo	Neg. en bordes interiores	corto	1060	1143	583	624	514	458	453	481	397	420	346	364	297	311
		largo	587	687	465	545	442	513	411	470	379	426	347	384	315	346
	Neg. en bordes dis.	corto	651	0	362	0	321	0	283	0	250	0	219	0	190	0
		Positivo	corto	751	912	334	366	285	312	241	263	202	218	164	175	129
		largo	185	200	147	158	142	153	138	149	135	146	134	145	133	144
<b>De esquina</b> Dos lados adyacentes discontinuos	Neg. en bordes interiores	corto	1060	1143	598	653	530	582	471	520	419	464	371	412	324	364
		largo	600	713	475	564	455	541	429	506	394	457	360	410	324	364
	Neg. en borde discontinuos	corto	651	0	362	0	321	0	277	0	250	0	219	0	190	0
		largo	326	0	258	0	248	0	236	0	222	0	206	0	190	0
Positivo	corto	751	912	358	416	306	354	259	298	216	247	176	199	137	153	
	largo	191	212	152	168	146	163	142	158	140	156	138	154	137	153	
<b>Extremo</b> Tres bordes discontinuos un lado lar- go continuo	Neg. en borde cont.	corto	1060	1143	970	1070	890	1010	810	940	730	870	650	790	570	710
		largo	651	0	370	0	340	0	310	0	280	0	250	0	220	0
	Neg. en bordes disc.	corto	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0
		largo	751	912	730	800	670	760	610	710	550	650	490	600	430	540
Positivo	corto	185	200	430	520	430	520	430	520	430	520	430	520	430	520	
	largo	751	912	730	800	670	760	610	710	550	650	490	600	430	540	
<b>Extremo</b> Tres bordes discontinuos un lado cor- to continuo	Neg. en borde cont.	largo	570	710	570	710	570	710	570	710	570	710	570	710	570	710
		corto	570	0	480	0	420	0	370	0	310	0	270	0	220	0
	Neg. en borde disc.	largo	330	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0	220	0
		corto	1100	1670	960	1060	840	950	730	850	620	740	540	660	430	520
Positivo	largo	200	250	430	540	430	540	430	540	430	540	430	540	430	540	
	corto	1100	1670	960	1060	840	950	730	850	620	740	540	660	430	520	
<b>Aislado</b> Cuatro lados discontinuos	Neg. en bordes discontinuos	corto	570	0	550	0	530	0	470	0	430	0	380	0	330	0
		largo	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0	330	0
	Positivo	corto	1100	1670	830	1380	800	1330	720	1190	640	1070	570	950	500	830
		largo	200	250	500	830	500	830	500	830	500	830	500	830	500	830

<sup>1</sup> Para las franjas extremas multiplíquense los coeficientes por 0.60.

<sup>2</sup> Caso I. Losa colada monolíticamente con sus apoyos.

<sup>3</sup> Caso II. Losa no colada monolíticamente con sus apoyos.

Los coeficientes multiplicados por  $10^{-4} w a_1^2$ , dan momentos flexionantes por unidad de ancho

Para el caso I,  $a_1$  y  $a_2$  pueden tomarse como los claros libres entre paños de vigas; para el caso II se tomarán como los claros entre ejes, pero sin exceder del claro libre más dos veces el espesor de la losa.

6.3.3.4 Disposiciones sobre el refuerzo

Se aplicarán las disposiciones sobre separación máxima y porcentaje mínimo de acero de las secciones 4.9 y 5.7, respectivamente. En la proximidad de cargas concentradas superiores a 1000 kg (10 kN), la separación del refuerzo no debe exceder de  $2.5d$ , donde  $d$  es el peralte efectivo de la losa.

6.3.3.5 Peralte mínimo

Cuando sea aplicable la tabla 6.1 podrá omitirse el cálculo de deflexiones si el peralte efectivo no es menor que el perímetro del tablero entre 250 para concreto clase 1 y 170 para concreto clase 2. En este cálculo, la longitud de lados discontinuos se incrementará 50 por ciento si los apoyos de la losa no son monolíticos con ella, y 25 por ciento cuando lo sean. En losas alargadas no es necesario tomar un peralte mayor que el que corresponde a un tablero con  $a_2 = 2a_1$ .

La limitación que dispone el párrafo anterior es aplicable a losas en que

$$f_s \leq 2520 \text{ kg/cm}^2 \text{ y } w \leq 380 \text{ kg/m}^2$$

$$(f_s \leq 252 \text{ MPa y } w \leq 3.8 \text{ kN/m}^2)$$

para otras combinaciones de  $f_s$  y  $w$ , el peralte efectivo mínimo se obtendrá multiplicando por

$$0.032 \sqrt[4]{f_s w} \tag{6.4}$$

$$\left( \sqrt{f_s w} \right)$$

el valor obtenido según el párrafo anterior. En esta expresión  $f_s$  es el esfuerzo en el acero en condiciones de servicio, en  $\text{kg/cm}^2$  y  $w$  es la carga uniformemente distribuida en condiciones de servicio, en  $\text{kg/m}^2$  ( $f_y$  puede suponerse igual a  $0.6f_y$ ) ( $f_y$  y  $w$  en MPa y  $\text{kN/m}^2$ , respectivamente, en la expresión entre paréntesis).

6.3.3.6 Revisión de la resistencia a fuerza cortante

Se supondrá que la sección crítica se encuentra a un peralte efectivo del paño del apoyo. La fuerza cortante que actúa en un ancho unitario se calculará con la expresión

$$V = \left( \frac{a_1}{2} - d \right) \left( 0.95 - 0.5 \frac{a_1}{a_2} \right) w \tag{6.5}$$

a menos que se haga un análisis más preciso. Cuando haya bordes continuos y bordes discontinuos,  $V$  se incrementará en 15 por ciento. La resistencia de la losa a fuerza cortante, se supondrá igual a

$$0.5F_R b d \sqrt{f_c^*}$$

$$\left( 0.16 F_R b d \sqrt{f_c^*} \right)$$

6.3.4 Cargas lineales

Los efectos de cargas lineales debidas a muros que apoyan sobre una losa pueden tomarse en cuenta con cargas uniformemente repartidas equivalentes.

En particular, al dimensionar una losa perimetralmente apoyada, la carga uniforme equivalente en un tablero que soporta un muro paralelo a uno de sus lados, se obtiene dividiendo el peso del muro entre el área del tablero y multiplicando el resultado por el factor correspondiente de la tabla 6.2. La carga equivalente así obtenida se sumará a la propiamente uniforme que actúa en ese tablero.

**Tabla 6.2 Factor para considerar las cargas lineales como cargas uniformes equivalentes**

Relación de lados $m = a_1/a_2$	0.5	0.8	1.0
Muro paralelo al lado corto	1.3	1.5	1.6
Muro paralelo al lado largo	1.8	1.7	1.6

Estos factores pueden usarse en relaciones de carga lineal a carga total no mayores de 0.5. Se interpolará linealmente entre los valores tabulados.

6.3.5 Cargas concentradas

Cuando un tablero de una losa perimetralmente apoyada deba soportar una carga concentrada,  $P$ , aplicada en la zona definida por la intersección de las franjas centrales, la suma de los momentos resistentes, por unidad de ancho, positivo y negativo se incrementará en cada dirección paralela a los bordes, en la cantidad:

$$\frac{P}{2\pi} \left( 1 - \frac{2r}{3R_b} \right) \tag{6.6}$$

en todo punto del tablero, siendo  $r$  el radio del círculo de igual área a la de la aplicación de la carga y  $R_b$  la distancia del centro de la carga al borde más próximo a ella.

El criterio anterior también se aplicará a losas que trabajan en una dirección, con relación ancho a claro no menor que  $\pi/2$ , cuando la distancia de la carga a un borde libre,  $R_b$ , no es menor que la mitad del claro. No es necesario incrementar los momentos resistentes en un ancho de losa

mayor que  $1.5L$  centrado con respecto a la carga, donde  $L$  es el claro de la losa.

### 6.3.6 Losas encasetonadas

Las losas encasetonadas, sean planas o perimetralmente apoyadas, en que la distancia centro a centro entre nervaduras no sea mayor que un sexto del claro de la losa paralelo a la dirección en que se mide la separación de las nervaduras, se pueden analizar como si fueran macizas, con los criterios que anteceden y los del Cap. 8.

En cada caso, de acuerdo con la naturaleza y magnitud de la carga que vaya a actuar, se revisará la resistencia a cargas concentradas de las zonas comprendidas entre nervaduras. Como mínimo se considerará una carga concentrada de 1 000 kg (10 kN) en un área de  $100 \times 100$  mm actuando en la posición más desfavorable.

## 6.4 Zapatas

### 6.4.1 Diseño por flexión

Para dimensionar por flexión se tomarán las siguientes secciones críticas:

- En zapatas que soporten elementos de concreto, el plano vertical tangente a la cara del elemento.
- En zapatas que soportan muros de piedra o tabique, la sección media entre el paño y el eje del muro.
- En zapatas que soportan columnas de acero a través de placas de base, la sección crítica será en el perímetro de la columna, a menos que la rigidez y resistencia de la placa permitan considerar una sección más alejada.

Las zapatas con refuerzo en una dirección y las zapatas cuadradas reforzadas en dos direcciones llevarán su refuerzo espaciado uniformemente.

En zapatas aisladas rectangulares con flexión en dos direcciones, el refuerzo paralelo al lado mayor se distribuirá uniformemente; el paralelo al lado menor se distribuirá en tres franjas en la forma siguiente: en la franja central, de ancho  $a_1$ , una cantidad de refuerzo igual a la totalidad que debe colocarse en esa dirección, multiplicada por  $2a_1/(a_1+a_2)$ , donde  $a_1$  y  $a_2$ , son, respectivamente, los lados corto y largo de la zapata. El resto del refuerzo se distribuirá uniformemente en las dos franjas extremas.

### 6.4.2 Diseño por cortante

Las secciones críticas para diseño por tensión diagonal se definen en la sección 2.5.9.1.

Si la zapata se apoya sobre pilotes, al calcular la fuerza cortante en una sección se supondrá que en ella produce

cortante la reacción de los pilotes cuyos centros queden a  $0.5D_p$  o más hacia fuera de dicha sección ( $D_p$  es el diámetro de un pilote en la base de la zapata). Se supondrá que no producen cortante las reacciones de los pilotes cuyos centros queden a  $0.5D_p$  o más hacia dentro de la sección considerada. Para posiciones intermedias del centro de un pilote se interpolará linealmente.

Cuando la carga que la columna transmite a la zapata es excéntrica, debe seguirse el criterio de dimensionamiento para losas planas que se presenta en la sección 2.5.9.

### 6.4.3 Anclaje

Se supondrá que las secciones críticas por anclaje son las mismas que por flexión. También deben revisarse todas las secciones donde ocurran cambios de sección o donde se interrumpa parte del refuerzo.

### 6.4.4 Diseño por aplastamiento

Los esfuerzos de aplastamiento en el área de contacto no excederán a los valores consignados en la sección 2.4.

### 6.4.5 Espesor mínimo de zapatas de concreto reforzado

El espesor mínimo del borde de una zapata reforzada será de 150 mm. Si la zapata apoya sobre pilotes, dicho espesor mínimo será de 300 mm.

## 6.5 Muros

En edificios con muros de concreto perimetrales en la cimentación de mucha mayor rigidez que los superiores, y con losas de sótano que se comportan como diafragmas rígidos en su plano, la altura total del muro,  $H_m$ , y la altura crítica,  $H_{cr}$ , definida en la sección 6.5.2.2, se medirán desde el piso de la planta baja.

### 6.5.1 Muros sujetos solamente a cargas verticales axiales o excéntricas

Estos muros deben dimensionarse por flexocompresión como si fueran columnas, teniendo en cuenta las disposiciones complementarias de las secciones 6.5.1.1 y 6.5.1.2.

#### 6.5.1.1 Ancho efectivo ante cargas concentradas

Si las cargas son concentradas, se tomará como ancho efectivo una longitud igual a la de contacto más cuatro veces el espesor del muro, pero no mayor que la distancia centro a centro entre cargas.

6.5.1.2 Refuerzo mínimo

Si la resultante de la carga vertical de diseño queda dentro del tercio medio del espesor del muro y, además, su magnitud no excede de  $0.3f_c'A_g$ , el refuerzo mínimo vertical del muro será el indicado en la sección 5.7, sin que sea necesario restringirlo contra el pandeo; si no se cumple alguna de las condiciones anteriores, el refuerzo vertical mínimo será el prescrito en la sección 6.2.2 y habrá que restringirlo contra el pandeo mediante grapas.

El refuerzo mínimo horizontal será el que se pide en la sección 5.7.

6.5.2 Muros sujetos a fuerzas horizontales en su plano

6.5.2.1 Alcances y requisitos generales

Las disposiciones de esta sección se aplican a muros cuya principal función sea resistir fuerzas horizontales en su plano, con cargas verticales menores que  $0.3f_c'A_g$ , con relación  $L/t$  no mayor de 70 (donde  $L$  es la longitud horizontal del muro y  $t$  es el espesor del muro). Si actúan cargas verticales mayores, la relación  $L/t$  debe limitarse a 40 y se aplicará lo dispuesto en las secciones 6.5.1 y 2.3. El espesor de estos muros no será menor de 130 mm; tampoco será menor que 0.06 veces la altura no restringida lateralmente, a menos que se realice un análisis de pandeo lateral de los bordes del muro, o se les suministre restricción

lateral. En construcciones de no más de dos niveles, con altura de entrepiso no mayor que 3.0 m, el espesor de los muros puede ser de 100 mm.

Se usará  $Q=3$  en el diseño por sismo de los muros a que se refiere esta sección y que resistan la totalidad de las fuerzas laterales inducidas, se adoptará  $Q=2$  cuando el muro no cumpla con los requisitos para elementos extremos de la sección 6.5.2.4. Si parte de las fuerzas laterales inducidas por el sismo son resistidas por otras formas estructurales, como marcos dúctiles o losas planas, se usará el valor de  $Q$  prescrito en los Capítulos 7 y 8, correspondientes de estas Normas.

6.5.2.2 Momentos flexionantes de diseño

En muros en que  $H_m/L \geq 2$ , se considerará al momento flexionante de diseño a lo largo de  $H_{cr}$  con un valor constante e igual al momento  $M_u$  obtenido del análisis en la base del muro. La altura crítica  $H_{cr}$  será igual al menor de  $L$  o  $M_u/4V_u$ . A partir de la altura del muro,  $H_{cr}$ , se usará un diagrama de momentos flexionantes lineal tal que sea paralelo a la línea que une los momentos calculados en la base y en la punta del muro (fig.6.6). En edificios con muros perimetrales de cimentación, se considerará el momento flexionante de magnitud constante a lo largo del primer nivel del sótano y de la altura crítica,  $H_{cr}$ , medida desde la planta baja hacia arriba.

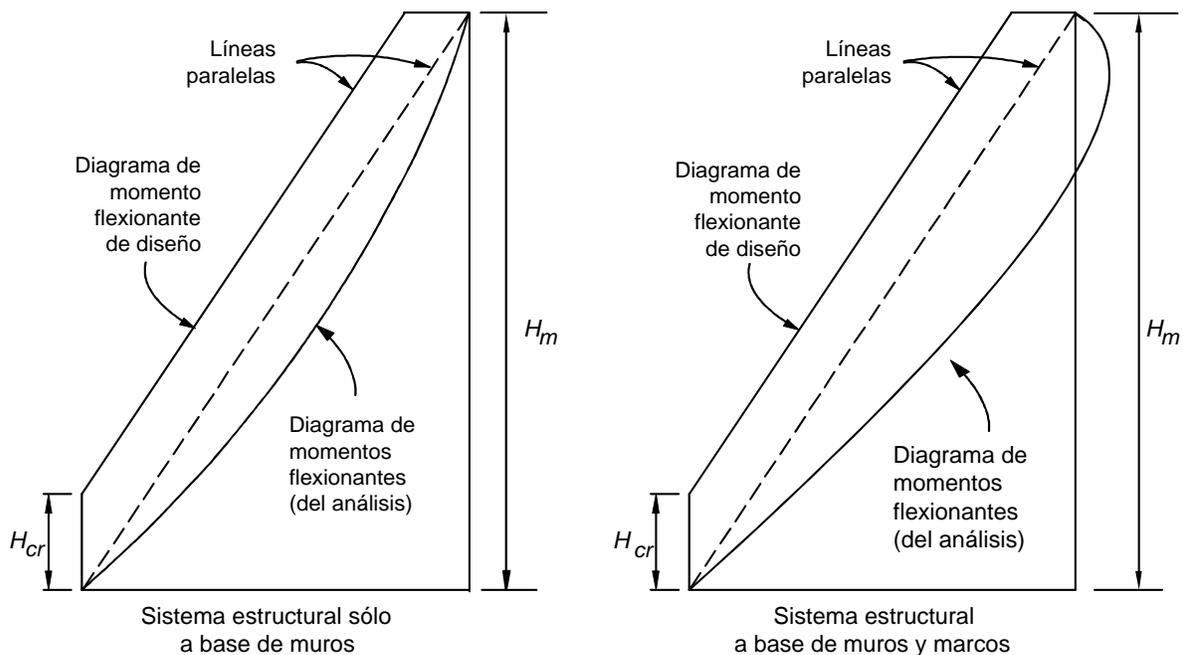


Figura 6.6 Diagrama de momento flexionante de diseño para muro

### 6.5.2.3 Flexión y flexocompresión

#### a) Resistencia de muros a flexión y flexocompresión

La resistencia a flexión o flexocompresión de muros se puede calcular como si fueran columnas cumpliendo con las especificaciones de las secciones 2.1 a 2.3, con excepción de las secciones 2.2.3 y 2.2.5. Con base en un análisis de compatibilidad de deformaciones, se deberá incluir todo el refuerzo vertical colocado dentro de un ancho efectivo de los patines (si existen), en los elementos extremos y el alma del muro. Toda barra de refuerzo tomada en cuenta en el cálculo de la resistencia deberá estar anclada como lo especifican las secciones 5.1.1 y 5.1.2.

La cimentación debe diseñarse para resistir las fuerzas demandadas por los elementos extremos y el alma.

Si el muro posee aberturas, se deberá considerar su influencia en la resistencia a flexión y cortante (ver las secciones 6.5.2.4 y 6.5.2.5). Se deberá verificar que alrededor de las aberturas se pueda desarrollar un flujo de fuerzas tal que no exceda la resistencia de los materiales y que esté en equilibrio con el sistema de acciones o fuerzas internas de diseño (momentos flexionantes, cargas axiales, fuerzas cortantes).

En muros con patines se acepta considerar un ancho efectivo adyacente al alma del muro, tanto en el patín a compresión como a tensión, igual al menor de:

- 1) La mitad de la distancia al paño del alma del muro más cercano; o
- 2)  $0.25H_m$ .

Opcionalmente, la resistencia de muros a flexión en su plano puede calcularse con la ec. 2.15 si la carga vertical de diseño,  $P_u$  no es mayor que  $0.3F_R t L f_c'$  y la cuantía del acero a tensión  $A_s/t d$ , no excede de 0.008. En esta expresión,  $A_s$  es el acero longitudinal del muro colocado tal que el brazo  $z$  sea el obtenido con el criterio de las ecuaciones 6.7; y  $d$  es el peralte efectivo del muro en dirección de la flexión

$$\begin{aligned} z &= 1.2H_m && \text{si } \frac{H_m}{L} \leq 0.5 \\ z &= 0.4 \left( 1 + \frac{H_m}{L} \right) L && \text{si } 0.5 < \frac{H_m}{L} < 1.0 \\ z &= 0.8L && \text{si } 1.0 \leq \frac{H_m}{L} \end{aligned} \quad (6.7)$$

donde  $H_m$  es la altura total del muro, medida desde el empotramiento o desplante hasta su punta. El área de

acero a tensión  $A_s$  no será menor que la obtenida por la ec. 2.2.

#### b) Colocación de refuerzo vertical

En muros con relación  $H_m/L$  no mayor que 1.2, el refuerzo vertical para flexión o flexocompresión que se calcule en la sección de momento máximo se prolongará recto y sin reducción en toda la altura del muro, distribuido en los extremos de éste en anchos iguales a  $(0.25 - 0.1H_m/L)L$ , medido desde el correspondiente borde, pero no mayor cada uno que  $0.4H_m$ .

Si la relación  $H_m/L$  es mayor que 1.2, el refuerzo para flexión o flexocompresión se colocará en los extremos del muro en anchos iguales a  $0.15L$  medidos desde el correspondiente borde. Arriba del nivel  $H_{cr}$  este refuerzo se puede hacer variar de acuerdo con los diagramas de momentos y carga axial, respetando las disposiciones de las secciones 5.1 y 6.5.2.2.

Cuando sean necesarios los elementos extremos a que se refiere la sección 6.5.2.4, el refuerzo por flexión se colocará en dichos elementos independientemente de la relación  $H_m/L$ .

#### c) Restricción contra pandeo del refuerzo vertical

El refuerzo cuyo trabajo a compresión sea necesario para lograr la resistencia requerida debe restringirse contra el pandeo con estribos o grapas que cumplan con las disposiciones de la sección 6.2.3.

### 6.5.2.4 Elementos de refuerzo en los extremos de muros

Se evaluará la necesidad de suministrar elementos de refuerzo en las orillas de muros de conformidad con lo dispuesto en los incisos 6.5.2.4.a ó 6.5.2.4.b (fig. 6.7). Los elementos de borde deberán satisfacer el inciso 6.5.2.4.c. En muros con patines se usará un ancho efectivo del patín igual a la definida en el inciso 6.5.2.3.a.

- a) Los requisitos de este inciso son aplicables a muros o segmentos de muro continuos, desde la base de la estructura hasta la punta del muro y que estén diseñados para formar una articulación plástica bajo flexión y carga axial. Se entiende por segmento de un muro a la porción de éste entre aberturas o entre una abertura y un borde vertical. Los muros o segmentos que no satisfagan lo anterior se deberán diseñar según el inciso 6.5.2.4.b.

Se deberá suministrar elementos extremos en las zonas a compresión del muro si:

$$c \geq \frac{L}{600(Q\Delta/H)} \quad (6.8)$$

donde

$Q\Delta/H$  no deberá ser menor que 0.007;

$c$  profundidad del eje neutro calculada a partir de las hipótesis de la sección 2.1 y que corresponde al momento resistente (momento resistente de diseño con factor de resistencia unitario) cuando el muro se desplace una cantidad  $Q\Delta$ . La carga axial es la carga axial de diseño consistente con la combinación de cargas y fuerzas que produzca el desplazamiento lateral  $Q\Delta$ ; y

$Q\Delta$  corresponde al desplazamiento inelástico producido por el sismo de diseño.

Cuando se necesiten elementos extremos según la ec. 6.8, el refuerzo de ellos se extenderá verticalmente en la altura crítica,  $H_{cr}$  (sección 6.5.2.2), medida a partir de la sección crítica (fig.6.7).

En edificios con muros perimetrales de cimentación mucho más rígidos que los superiores, los elementos de refuerzo en los extremos se extenderán en la altura del primer entrepiso del sótano.

- b) En muros o segmentos de muro no diseñados de acuerdo con el inciso 6.5.2.4.a, se deberán suministrar elementos de refuerzo en las orillas del muro y en bordes de aberturas donde el esfuerzo de compresión en la fibra más esforzada exceda de  $0.2f_c'$  bajo las cargas del diseño incluyendo el sismo. Los elementos de refuerzo pueden interrumpirse en las zonas donde el máximo esfuerzo de compresión calculado sea menor que  $0.15f_c'$ . Los esfuerzos se calcularán con las cargas de diseño, usando un modelo elástico lineal y las propiedades de secciones brutas.

El elemento extremo se dimensionará como columna corta para que resista, como carga axial, la fuerza de compresión que le corresponda, calculada en la base del muro cuando sobre éste actúe el máximo momento de volteo causado por las fuerzas laterales y las cargas debidas a la gravedad, incluyendo el peso propio y las que le transmita el resto de la estructura. Se incluirán los factores de carga y de resistencia que corresponda.

- c) Cuando se requieran elementos de refuerzo en los extremos de muros y bordes de aberturas, según los incisos 6.5.2.4.a ó 6.5.2.4.b, se deberá cumplir simultáneamente que (fig. 6.7):
- 1) El elemento de refuerzo se extienda en una distancia a partir de la fibra extrema en compresión al menos igual al mayor de  $(c - 0.1L)$  y  $c/2$ ;
  - 2) En muros con patines, el elemento de refuerzo abarque el ancho efectivo del patín a compresión

(inciso 6.5.2.3.a) y se extienda al menos 300 mm dentro del alma;

- 3) El elemento extremo cuente, a todo lo largo, con el refuerzo transversal mínimo que se especifica en el inciso 7.3.4.c para elementos a flexocompresión, con excepción de la ec. 7.4;
  - 4) La separación del refuerzo transversal no exceda la menor de:
    - La mitad del espesor del muro;
    - Seis veces el diámetro de la barra longitudinal más gruesa; o
    - 150 mm.
  - 5) El refuerzo transversal del elemento se continúe dentro de la cimentación cuando menos en una distancia igual a la longitud de desarrollo de la barra longitudinal más gruesa o del paquete de barras longitudinales más gruesas del elemento extremo, con excepción de que el elemento extremo termine en una zapata o losa de cimentación, caso en que el refuerzo transversal se extenderá 300 mm dentro de la cimentación;
  - 6) El refuerzo horizontal de muros se ancle en los núcleos confinados de los elementos extremos de manera que pueda alcanzar su esfuerzo de fluencia;
  - 7) Las uniones soldadas o con dispositivos mecánicos cumplan con lo especificado en las secciones 7.1.6 ó 7.1.7.
- d) Cuando no se requieran elementos de refuerzo como los indicados en los incisos 6.5.2.4.a a 6.5.2.4.c, se deberá satisfacer que:

- 1) Si la cuantía del refuerzo longitudinal del muro colocado en el entrepiso es mayor que  $28/f_y$ , en  $\text{kg/cm}^2$  ( $2.8/f_y$ , en MPa), se deberá colocar refuerzo transversal que cumpla con el inciso 7.3.4.d y que se extienda una distancia a partir de la fibra extrema en compresión al menos igual al mayor de  $(c - 0.1L)$  y  $c/2$ . La separación máxima del refuerzo transversal no excederá de 200 mm.
- 2) Excepto cuando la fuerza cortante de diseño  $V_u$  en el plano del muro sea menor que

$$0.26A_{cm}\sqrt{f_c^*} \quad ; \quad \text{si se usan cm}^2 \text{ y kg/cm}^2$$

$$(0.083A_{cm}\sqrt{f_c^*} \quad ; \quad \text{si se usan mm}^2 \text{ y MPa})$$

el refuerzo horizontal que termine en los bordes de un muro sin elementos de refuerzo, deberá rematarse mediante un doblez que rodee el refuerzo longitudinal extremo del muro (fig. 6.7).  $A_{cm}$  es el área bruta de la

sección de concreto, calculada como el producto del espesor por la longitud del muro.

Opcionalmente, el refuerzo longitudinal extremo del muro se podrá confinar con estribos en forma de letra U, que tengan el mismo diámetro y separación que el refuerzo horizontal. Estos estribos se extenderán hacia el alma del muro cuando menos en una distancia igual a la longitud de traslape medida desde la cara interna de las barras longitudinales extremas reforzadas transversalmente.

#### 6.5.2.5 Fuerza cortante

##### a) Fuerza cortante que toma el concreto

La fuerza cortante,  $V_{cR}$ , que toma el concreto en muros se determinará con el criterio siguiente:

- 1) Si la relación de altura total a longitud,  $H_m/L$  del muro o del tablero no excede de 1.5, se aplicará la ecuación 6.9

$$V_{cR} = 0.85 F_R \sqrt{f_c^*} t L \quad (6.9)$$

$$\left( V_{cR} = 0.27 F_R \sqrt{f_c^*} t L \right)$$

- 2) Si  $H_m/L$  es igual a 2.0 o mayor, se aplicarán las expresiones 2.19 ó 2.20 en las que  $b$  se sustituirá por el espesor del muro,  $t$ ; y el peralte efectivo del muro se tomará igual a  $0.8L$ . Cuando  $H_m/L$  esté comprendido entre 1.5 y 2.0 puede interpolarse linealmente.
- 3) En muros con aberturas, para valuar la fuerza cortante que toma el concreto en los segmentos verticales entre aberturas o entre una abertura y un borde, se tomará la mayor relación altura a longitud entre la del muro completo y la del segmento considerado.

##### b) Fuerza cortante que toma el acero del alma

El refuerzo necesario por fuerza cortante se determinará a partir de las ecs. 6.10 y 6.11, respetando los requisitos de refuerzo mínimo que se establecen en 6.5.2.5.c.

La cuantía de refuerzo paralelo a la dirección de la fuerza cortante de diseño,  $p_m$ , se calculará con la expresión

$$p_m = \frac{V_u - V_{cR}}{F_R f_y A_{cm}} \quad (6.10)$$

y la del refuerzo perpendicular a la fuerza cortante de diseño,  $p_n$ , con

$$p_n = 0.0025 + 0.5 \left( 2.5 - \frac{H_m}{L} \right) (p_m - 0.0025) \quad (6.11)$$

donde

$$p_m = \frac{A_{vm}}{s_m t}; \quad p_n = \frac{A_{vn}}{s_n t};$$

$s_m, s_n$  separación de los refuerzos paralelo y perpendicular a la fuerza cortante de diseño, respectivamente;

$A_{vm}$  área de refuerzo paralelo a la fuerza cortante de diseño comprendida en una distancia  $s_m$ ;

$A_{vn}$  área de refuerzo perpendicular a la fuerza cortante de diseño comprendida en una distancia  $s_n$ .

No es necesario que la cuantía de refuerzo  $p_n$  por fuerza cortante sea mayor que  $p_m$ . Si la relación  $H_m/L$  no excede de 2.0, la cuantía  $p_n$  no debe ser menor que  $p_m$ .

Las barras verticales deben estar ancladas de modo que en la sección de la base del muro sean capaces de alcanzar su esfuerzo de fluencia.

##### c) Refuerzo mínimo, separación y anclaje del refuerzo

Las cuantías de refuerzo  $p_m$  y  $p_n$  no serán menores de 0.0025.

El refuerzo se colocará uniformemente distribuido con separación no mayor de 350 mm (fig. 6.7). Se pondrá en dos capas, cada una próxima a una cara del muro, cuando el espesor de éste exceda de 150 mm, o el esfuerzo cortante medio debido a las cargas de diseño sea mayor que  $0.6 \sqrt{f_c^*}$  (en kg/cm<sup>2</sup> o  $0.19 \sqrt{f_c^*}$  en MPa); en caso contrario, se podrá colocar en una capa a medio espesor.

Todas las barras horizontales y verticales deben estar ancladas de modo que sean capaces de alcanzar su esfuerzo de fluencia.

##### d) Limitación para $V_u$

En ningún caso se admitirá que la fuerza cortante de diseño,  $V_u$ , sea mayor que

$$2F_R A_{cm} \sqrt{f_c^*} \quad (6.12)$$

$$\left( 0.8 F_R A_{cm} \sqrt{f_c^*} \right)$$

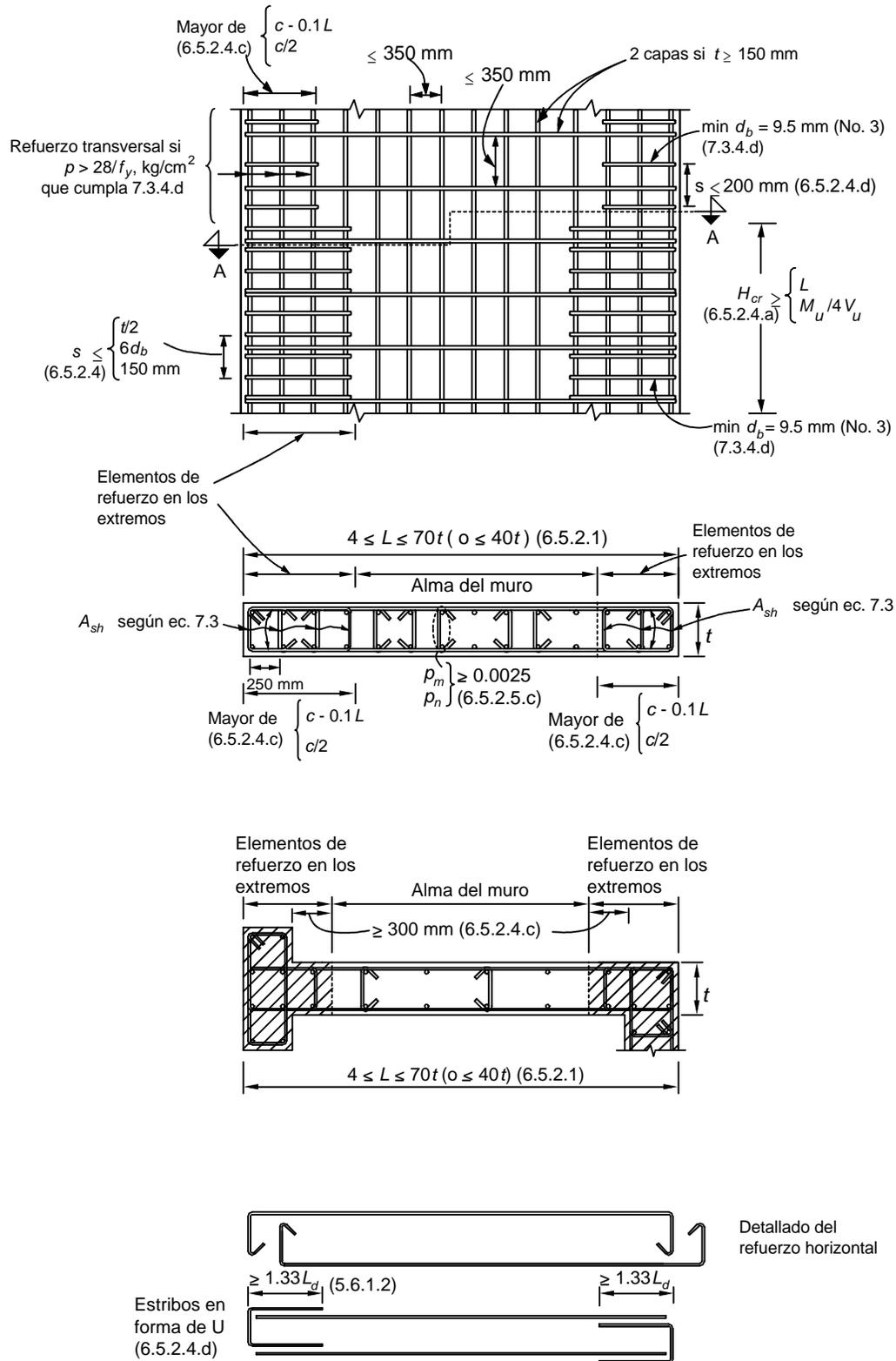


Figura 6.7 Detallado de muros

## e) Aberturas

Se proporcionará refuerzo en la periferia de toda abertura para resistir las tensiones que puedan presentarse. Como mínimo deben colocarse dos barras número 4 (12.5 mm de diámetro), o su equivalente, a lo largo de cada lado de la abertura. El refuerzo se prolongará una distancia no menor que su longitud de desarrollo,  $L_d$ , desde las esquinas de la abertura.

Se deberá revisar la necesidad de suministrar refuerzo en un extremo según los incisos 6.5.2.4.a ó 6.5.2.4.b.

Las aberturas deben tomarse en cuenta al calcular rigideces y resistencias.

## f) Juntas de colado

Todas las juntas de colado cumplirán con las secciones 14.3.10 y 2.5.10.

## 6.5.2.6 Muros acoplados

Todas las reglas señaladas anteriormente serán válidas para los segmentos de muros que formen parte de muros acoplados destinados a resistir fuerzas laterales en su plano. Las vigas de acoplamiento se diseñarán y detallarán según lo especificado en la sección 6.1.4.5.

**6.6 Diafragmas y elementos a compresión de contraventeos**

## 6.6.1 Alcance

Los requisitos de esta sección se aplican a diafragmas, como sistemas de piso o techo, así como a puntales y diagonales a compresión de sistemas que transmitan fuerzas laterales en su plano, como las inducidas por los sismos, a o entre elementos resistentes a fuerzas laterales.

## 6.6.2 Firmes colados sobre elementos prefabricados

En sistemas de piso o techo prefabricados se aceptará que un firme colado sobre los elementos prefabricados funcione como diafragma a condición de que se dimensione de modo que por sí solo resista las acciones de diseño que actúan en su plano. También se aceptará un firme que esté reforzado y cuyas conexiones con los elementos prefabricados de piso estén diseñadas y detalladas para resistir las acciones de diseño en el plano. En este caso, la superficie de concreto endurecido cumplirá con la sección 14.3.10 y con la rugosidad de la sección 2.5.10. En todo caso se deberán colocar los elementos de refuerzo prescritos en la sección 6.6.6.

## 6.6.3 Espesor mínimo del firme

El espesor del firme no será menor que 60 mm, si el claro mayor de los tableros es de 6 m o más. En ningún caso será menor que 30 mm.

## 6.6.4 Diseño

Los diafragmas se dimensionarán con los criterios para vigas comunes o vigas diafragma, según su relación claro a peralte. Debe comprobarse que posean suficiente resistencia a flexión en el plano y a cortante en el estado límite de falla, así como que sea adecuada la transmisión de las fuerzas sísmicas entre el diafragma horizontal y los elementos verticales destinados a resistir las fuerzas laterales. En particular, se revisará el efecto de aberturas en el diafragma en la proximidad de muros de concreto y columnas. En lo que se refiere a aberturas se aplicará lo prescrito en la sección 6.5.2.5.e.

Para revisar los estados límite de servicio, se deberán considerar las rigideces del diafragma a flexión y cortante, así como los efectos de flujo plástico, contracción y gradientes térmicos.

## 6.6.5 Refuerzo

El refuerzo mínimo por fuerza cortante, será el indicado en la sección 6.5.2.5.c. Si se utiliza malla soldada de alambre para resistir la fuerza cortante en firmes sobre elementos prefabricados, la separación de los alambres paralelos al claro de los elementos prefabricados no excederá de 250 mm. El refuerzo por fuerza cortante debe ser continuo y distribuido uniformemente a través del plano de corte.

## 6.6.6 Elementos de refuerzo en los extremos

Se deberá evaluar la necesidad de colocar elementos de refuerzo en los extremos. Estos elementos podrán estar incluidos en el espesor del diafragma o bien, preferentemente, en vigas de borde.

Los elementos extremos de diafragmas se dimensionarán para la suma de la compresión directa de diseño que actúe y la debida al momento de diseño que obre en la sección, la cual puede obtenerse dividiendo el momento entre la distancia que separa los ejes de los elementos extremos.

Los elementos a compresión de diafragmas horizontales y de armaduras verticales, así como las diagonales de contraventeo, sujetos a esfuerzos de compresión mayores que  $0.2f_c'$ , contarán en su longitud con el refuerzo transversal mínimo que se prescribe en los incisos 7.3.4.b y 7.3.4.d. Este refuerzo puede interrumpirse en las zonas donde el esfuerzo de compresión calculado sea menor que  $0.15f_c'$ . Los esfuerzos se valorarán con las cargas de

diseño, usando un modelo elástico lineal y las propiedades de las secciones brutas de los miembros considerados.

Las barras de refuerzo longitudinal de elementos extremos deberán ser continuas y podrán ser unidas mediante traslapes, soldadura o dispositivos mecánicos. En todo caso, deberán poder alcanzar su esfuerzo de fluencia. Las uniones soldadas o con dispositivos mecánicos deberán cumplir con las secciones 7.1.6 ó 7.1.7.

En las zonas de traslape y anclaje se deberá suministrar refuerzo transversal en cuantía al menos igual a la mínima de la sección 2.5.2, excepto cuando se coloque el refuerzo transversal prescrito en los incisos 7.3.4.b a 7.3.4.d.

## 6.7 Arcos, cascarones y losas plegadas

### 6.7.1 Análisis

Los arcos, cascarones y losas plegadas se analizarán siguiendo métodos reconocidos. En el análisis de cascarones delgados y losas plegadas puede suponerse que el material es elástico, homogéneo e isótropo y que la relación de Poisson es igual a cero. El análisis que se haga debe satisfacer las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de deformaciones, y tomará en cuenta las condiciones de frontera que se tengan. Deben, asimismo, considerarse las limitaciones que imponga el pandeo del cascarón o losa y se investigará la posible reducción de las cargas de pandeo causada por deflexiones grandes, flujo plástico y diferencias entre la geometría real y la teórica. Se prestará especial atención a la posibilidad de pandeo de bordes libres de cascarones y losas.

### 6.7.2 Simplificaciones en el análisis de cascarones y losas plegadas

Se podrán aplicar métodos aproximados de análisis que cumplan las condiciones de equilibrio aunque no satisfagan las de compatibilidad de deformaciones, a condición de que la experiencia haya demostrado que conducen a diseños seguros.

Podrá no tomarse en cuenta la influencia de fenómenos tales como pandeo o flujo plástico del concreto, siempre que se demuestre analítica o experimentalmente, o por comparación con estructuras existentes de comportamiento satisfactorio, que tales influencias no tienen importancia.

### 6.7.3 Dimensionamiento

Los arcos, cascarones y losas plegadas se dimensionarán de acuerdo con las disposiciones de las secciones 2.5.1 y 2.5.2 para flexocompresión y cortante, respectivamente.

El refuerzo de cascarones y losas plegadas se dimensionará para resistir la totalidad de los esfuerzos de tensión que se

obtengan del análisis y debe cumplir con los requisitos de la sección 5.7 para refuerzo por cambios volumétricos.

## 6.8 Articulaciones plásticas en vigas, columnas y arcos

Cuando por usar análisis límite, o por alguna otra razón, deban preverse articulaciones plásticas en vigas, columnas o arcos de concreto reforzado, se cumplirán los requisitos de las zonas confinadas de vigas y columnas de marcos dúctiles prescritos en el Cap. 7, en la porción del elemento que se halle a una distancia igual a dos peraltes efectivos,  $2d$ , de toda sección donde se suponga, o el análisis indique, que se va a formar una articulación plástica. Si la articulación se forma en una sección intermedia, los dos peraltes efectivos se tomarán a cada lado de dicha sección.

Si la articulación en una viga se forma al paño de una columna sin que llegue otra viga a la cara opuesta, el acero de refuerzo superior e inferior de la viga debe prolongarse hasta la cara más lejana del núcleo de la columna y su anclaje cumplirá con los requisitos de la sección 7.4.5.1.

En estructuras formadas por vigas y columnas se procurará que las articulaciones plásticas se formen en las vigas (mecanismo de columna fuerte y viga débil).

## 6.9 Ménsulas

### 6.9.1 Requisitos generales

Las disposiciones de esta sección son aplicables a ménsulas con relación entre la distancia de la carga vertical al paño donde arranca la ménsula,  $a$ , y el peralte efectivo medido en dicho paño,  $d$ , menor o igual a 1.0, y sujetas a una tensión horizontal de diseño,  $P_{hu}$ , no mayor que la carga vertical de diseño,  $P_{vu}$ .

El peralte total en el extremo de la ménsula no debe ser menor que  $0.5d$ .

La sección donde arranca la ménsula debe dimensionarse para que resista simultáneamente:

a) Una fuerza cortante,  $P_{vu}$ ;

b) Un momento flexionante

$$P_{vu} a + P_{hu} (h-d) \quad (6.13)$$

c) Y una tensión horizontal,  $P_{hu}$ .

Para diseño se debe considerar que la fuerza  $P_{vu}$  está a un tercio de la distancia y del extremo de la ménsula, como se indica en la fig. 6.8.

De manera optativa al procedimiento señalado en las secciones 6.9.2 a 6.9.4, se permitirá el uso de la teoría de la

analogía de la armadura para la determinación del refuerzo en ménsulas.

En todos los cálculos relativos a ménsulas, el factor de resistencia,  $F_R$ , se tomará igual a 0.8.

6.9.2 Dimensionamiento del refuerzo

El refuerzo de una ménsula constará de barras principales de área  $A_s$ , y de estribos complementarios horizontales de área  $A_h$ , (fig. 6.8).

El área  $A_s$  se tomará como la mayor de las obtenidas con las expresiones siguientes:

$$A_f + A_n$$

$$^{2/3} A_{vf} + A_n$$

La cuantía,  $A_s/bd$ , no debe ser menor que

$$0.04 \frac{f_c'}{f_y}$$

El área  $A_h$  se tomará al menos igual a  $0.5(A_s - A_n)$ .

En las expresiones anteriores,  $A_f$ , es el área de refuerzo necesario para resistir el momento flexionante dado de acuerdo con la ec. 6.13.

El área  $A_{vf}$ , es la del refuerzo para resistir la fuerza cortante  $P_{vu}$ , y  $A_n$ , la del necesario para resistir la tensión  $P_{hu}$ .

El área  $A_f$  no debe exceder al área balanceada obtenida con la ec. 2.3, y puede calcularse con la expresión 2.15, suponiendo que el brazo  $z$  es igual a  $0.9d$ .

El refuerzo  $A_{vf}$  se determinará de acuerdo con el criterio de cortante por fricción de 2.5.10, suponiendo la compresión  $N_u$  igual a cero.

El área  $A_n$ , se calculará como

$$\frac{P_{hu}}{F_R f_y}$$

La tensión,  $P_{hu}$ , no se tomará menor que  $0.2P_{vu}$ , a menos que se tomen precauciones especiales para evitar que se generen tensiones.

6.9.3 Detallado del refuerzo

El refuerzo primario  $A_s$  debe anclarse en el extremo de la ménsula en alguna de las formas siguientes:

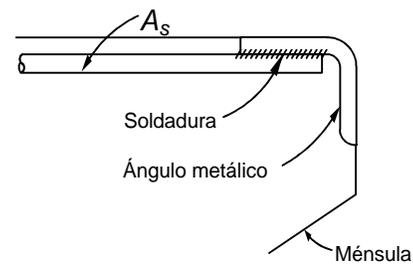
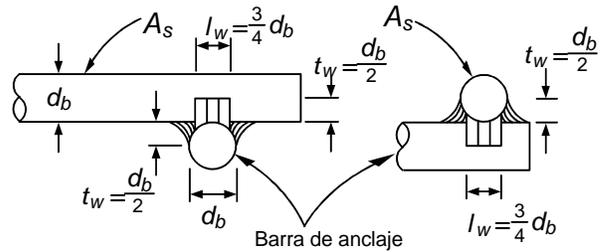
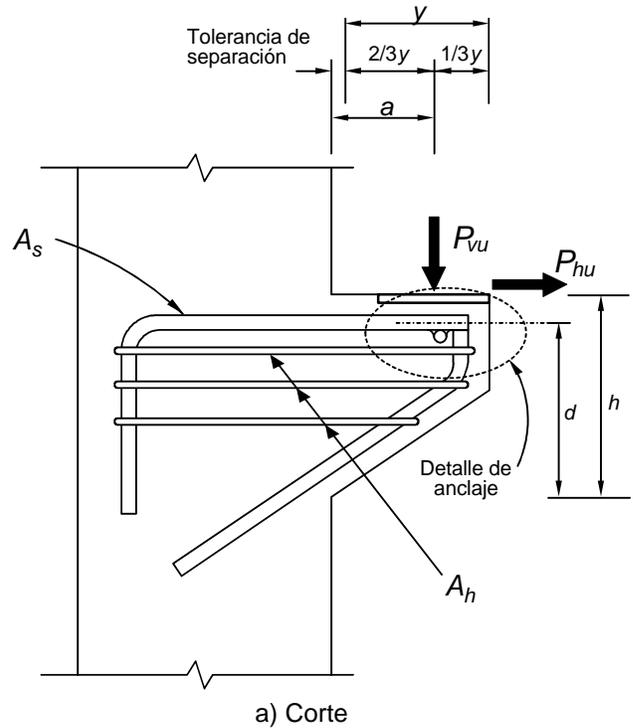


Figura 6.8 Diseño y detallado de ménsulas

- a) Soldándolo a una barra transversal de diámetro no menor que el de las barras que forman  $A_s$ . La soldadura debe ser capaz de permitir que  $A_s$  alcance su esfuerzo de fluencia;

- b) Doblándolo horizontalmente de modo de formar barras en forma de letra U en planos horizontales; y
- c) Mediante algún otro medio efectivo de anclaje.

El refuerzo  $A_h$  debe constar de estribos cerrados paralelos a las barras  $A_s$ , los cuales estarán uniformemente repartidos en los dos tercios del peralte efectivo adyacentes al refuerzo  $A_s$ . Los estribos se detallarán como se indica en la sección 5.1.7.

#### 6.9.4 Área de apoyo

El área de apoyo no debe extenderse más allá de donde termina la parte recta de las barras  $A_s$ , ni más allá del borde interior de la barra transversal de anclaje, cuando ésta se utilice.

## 7. MARCOS DÚCTILES

### 7.1 Requisitos generales

Los requisitos de este capítulo se aplican a los marcos colados en el lugar que cumplan con las secciones 7.1.1 ó 7.1.2. En todos los casos debe cumplirse con las secciones 7.1.3 a 7.1.7.

#### 7.1.1 Estructuras diseñadas con $Q$ igual a 4

- a) Estructuras a base de marcos colados en el lugar diseñados por sismo.
- b) Estructuras coladas en el lugar, formadas por marcos y muros de concreto reforzado que cumplan con la sección 6.5.2 o marcos y contravientos que cumplan con la sección 6.6, en las que la fuerza cortante inducida por el sismo resistida por los marcos en cada entrepiso sea por lo menos el 50 por ciento de la total.

#### 7.1.2 Estructuras diseñadas con $Q$ igual a 3

- a) Estructuras a base de marcos colados en el lugar diseñados por sismo.
- b) Estructuras coladas en el lugar, formadas por marcos y muros o contravientos que cumplan con la sección 6.5.2 ó 6.6, en las que la fuerza cortante inducida por el sismo resistida por los marcos en algún entrepiso sea menor que el 50 por ciento de la total.

#### 7.1.3 Miembros estructurales de cimentaciones

Los requisitos de este capítulo se aplicarán también a los elementos estructurales de la cimentación.

#### 7.1.4 Requisitos complementarios

- a) En lo referente a los valores de  $Q$ , debe cumplirse, con las secciones 5.1 y 5.2 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo.
- b) Sea que la estructura esté formada sólo de marcos, o de marcos y muros o contravientos, las fuerzas cortantes inducidas por el sismo con que se diseñe un marco no deben ser menores, en cada entrepiso, que el 25 por ciento de las que le corresponderían si trabajara aislado del resto de la estructura.
- c) Se aplicarán las disposiciones de estas Normas que no se vean modificadas por este capítulo.

#### 7.1.5 Características mecánicas de los materiales

- a) Se deberá usar concreto clase 1. La resistencia especificada,  $f_c'$  del concreto no será menor que 250 kg/cm<sup>2</sup> (25 MPa).
- b) Las barras de refuerzo serán corrugadas, con esfuerzo especificado de fluencia de 4200 kg/cm<sup>2</sup> (420 MPa) y cumplirán con los requisitos para acero normal o de baja aleación de la Norma Mexicana correspondiente.

Además, las barras longitudinales de vigas y columnas deberán tener fluencia definida, bajo un esfuerzo que no exceda al esfuerzo de fluencia especificado en más de 1300 kg/cm<sup>2</sup> (130 MPa), y su resistencia real debe ser por lo menos igual a 1.25 veces su esfuerzo real de fluencia.

#### 7.1.6 Uniones soldadas de barras

- a) Las uniones soldadas de barras deberán cumplir con la sección 5.6.1.3. No se deberán usar en una distancia igual a dos veces el peralte del elemento medida desde el paño de la columna o de la viga, o a partir de las secciones donde es probable que el refuerzo longitudinal alcance su esfuerzo de fluencia como resultado de desplazamientos laterales en el intervalo inelástico de comportamiento del marco.
- b) No se permite soldar estribos, grapas, accesorios u otros elementos similares al refuerzo longitudinal requerido por diseño.

#### 7.1.7 Dispositivos mecánicos para unir barras

- a) Se aceptarán dos tipos
  - 1) El Tipo 1 deberá cumplir los requisitos de la sección 5.6.1.3; y

- 2) El Tipo 2, además de cumplir con la sección 5.6.1.3, deberá ser capaz de alcanzar la resistencia especificada a tensión de la barra por unir.
- b) Los dispositivos mecánicos del Tipo 1 no se deberán usar en una distancia igual a dos veces el peralte del elemento medida desde el paño de la columna o de la viga, o a partir de las secciones donde es probable que el refuerzo longitudinal alcance su esfuerzo de fluencia como resultado de desplazamientos laterales en el intervalo inelástico de comportamiento del marco.
- c) Se podrán usar los dispositivos mecánicos Tipo 2 en cualquier lugar.

## 7.2 Miembros a flexión

Los requisitos de esta sección se aplican a miembros principales que trabajan esencialmente a flexión. Se incluyen vigas y aquellas columnas con cargas axiales pequeñas que satisfagan la ec. 7.1.

$$P_u \leq A_g f_c' / 10 \quad (7.1)$$

### 7.2.1 Requisitos geométricos

- a) El claro libre no debe ser menor que cuatro veces el peralte efectivo;
- b) En sistemas de vigas y losa monolítica, la relación entre la separación de apoyos que eviten el pandeo lateral y el ancho de la viga no debe exceder de 30;
- c) La relación entre el peralte y el ancho no será mayor de 3.0;
- d) El ancho de la viga no será menor de 250 mm, ni excederá el ancho de las columnas a las que llega; y
- e) El eje de la viga no debe separarse horizontalmente del eje de la columna más de un décimo del ancho de la columna normal a la viga.

### 7.2.2 Refuerzo longitudinal

- a) En toda sección se dispondrá de refuerzo tanto en el lecho inferior como en el superior. En cada lecho el área de refuerzo no será menor que la obtenida de la ec. 2.2 y constará por lo menos de dos barras corridas de 12.7 mm de diámetro (número 4).

La cuantía de acero longitudinal a tensión,  $p$ , no excederá de 0.025.

- b) El momento resistente positivo en el paño de la unión viga–columna no será menor que la mitad del momento resistente negativo que se suministre en esa sección. En ninguna sección a lo largo del miembro, ni el momento resistente negativo, ni el resistente positivo, serán

menores que la cuarta parte del máximo momento resistente que tenga en los extremos.

- c) Se permiten traslapes del refuerzo longitudinal sólo si en la longitud del traslape se suministra refuerzo transversal de confinamiento en forma de hélices o estribos cerrados. El paso o la separación de este refuerzo no será mayor que  $0.25d$ , ni que 100 mm. No se permitirán las uniones por traslape en los casos siguientes:
- 1) Dentro de los nudos (uniones viga–columna);
  - 2) En una distancia de dos veces el peralte del miembro, medida desde el paño de nudo; y
  - 3) En aquellas zonas donde el análisis indique que se formarán articulaciones plásticas causadas por desplazamientos laterales del marco en el intervalo inelástico de comportamiento.
- d) Con el refuerzo longitudinal pueden formarse paquetes de dos barras cada uno.
- e) Las uniones soldadas o con dispositivos mecánicos, deberán cumplir los requisitos de las secciones 7.1.6 ó 7.1.7, respectivamente, a condición de que en toda sección de unión cuando mucho se unan barras alternadas y que las uniones de barras adyacentes no disten entre sí menos de 600 mm en la dirección longitudinal del miembro.

### 7.2.3 Refuerzo transversal para confinamiento

- a) Se suministrarán estribos cerrados de al menos 7.9 mm de diámetro (número 2.5) que cumplan con los requisitos de los incisos 7.2.3.b a 7.2.3.e, en las zonas siguientes (fig. 7.1):
- 1) En cada extremo del miembro sobre una distancia de dos peraltes, medida a partir del paño del nudo; y
  - 2) En la porción del elemento que se halle a una distancia igual a dos peraltes ( $2h$ ) de toda sección donde se suponga, o el análisis indique, que se va a formar una articulación plástica ante desplazamientos laterales en el intervalo inelástico de comportamiento del marco. Si la articulación se forma en una sección intermedia, los dos peraltes se tomarán a cada lado de la sección.
- b) El primer estribo se colocará a no más de 50 mm de la cara del miembro de apoyo. La separación de los estribos no excederá ninguno de los valores siguientes:
- 1)  $0.25d$ ;
  - 2) Ocho veces el diámetro de la barra longitudinal más delgada;
  - 3) 24 veces el diámetro de la barra del estribo; o
  - 4) 300 mm.

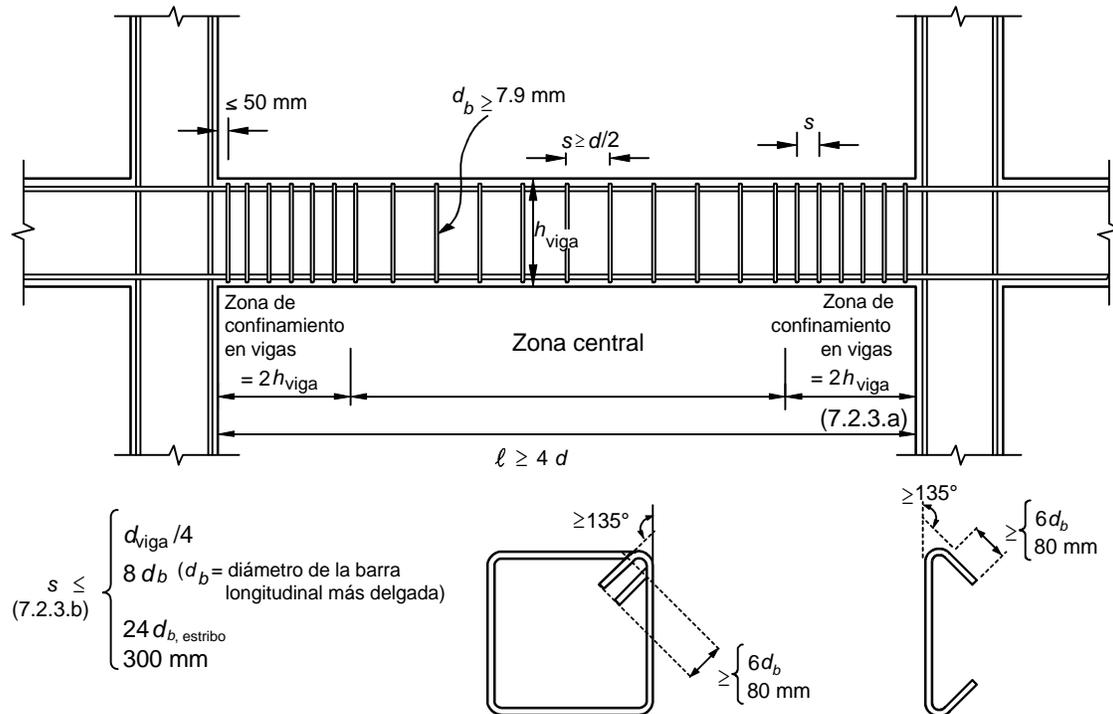


Figura 7.1 Detallado de elementos a flexión de marcos dúctiles

- c) Los estribos deben ser cerrados, de una pieza, y deben rematar en una esquina con dobleces de 135 grados, seguidos de tramos rectos de no menos de seis diámetros de largo ni de 80 mm. En cada esquina del estribo debe quedar por lo menos una barra longitudinal. Los radios de doblez cumplirán con los requisitos de la sección 5.5. La localización del remate del estribo debe alternarse de uno a otro.
- d) En las zonas definidas en el inciso 7.2.3.a, las barras longitudinales de la periferia deben tener soporte lateral que cumpla con las secciones 6.2.3.2 y 6.2.3.3.
- e) Fuera de las zonas definidas en el inciso 7.2.3.a, la separación de los estribos no será mayor que  $0.5d$  a todo lo largo. En todo el elemento, la separación de estribos no será mayor que la requerida por fuerza cortante (sección 7.2.4).

7.2.4 Requisitos para fuerza cortante

7.2.4.1 Fuerza cortante de diseño

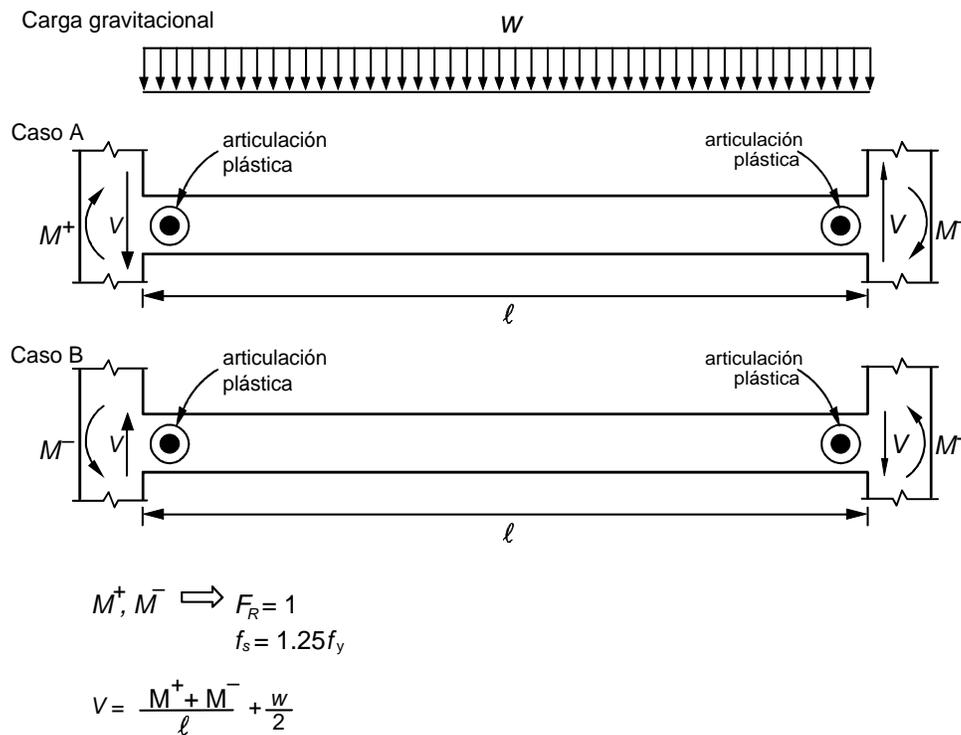
Los elementos que trabajan principalmente a flexión se dimensionarán de manera que no se presente falla por cortante antes que puedan formarse las articulaciones plásticas por flexión en sus extremos. Para ello, la fuerza

cortante de diseño se obtendrá del equilibrio del miembro entre caras de apoyos; se supondrá que en los extremos actúan momentos del mismo sentido (fig. 7.2). Estos momentos representan una aproximación de la resistencia a flexión y son valuados con las propiedades del elemento en esas secciones, con factor de resistencia unitario, y con el esfuerzo en el acero de tensión al menos igual a  $1.25f_y$ . A lo largo del miembro actuarán las cargas correspondientes multiplicadas por el factor de carga.

Las vigas de los marcos que cumplan con los incisos 7.1.1.a ó 7.1.1.b pueden dimensionarse para fuerza cortante, como opción, con base en la fuerza cortante de diseño obtenida del análisis, si al factor de resistencia,  $F_R$ , se le asigna un valor de 0.6, en lugar de 0.8.

7.2.4.2 Refuerzo transversal para fuerza cortante

Al calcular el refuerzo transversal por cortante, se despreciará la contribución del concreto a la resistencia si, en las zonas definidas en el inciso 7.2.3.a, la fuerza cortante de diseño causada por el sismo es igual o mayor que la mitad de la fuerza cortante de diseño calculada según la sección 7.2.4.1. La fuerza cortante de diseño no excederá de la indicada en la sección 2.5.2.3.



El sentido de la fuerza cortante  $V$  depende de la magnitud relativa de la fuerza cortante producida por la carga gravitacional  $w$  y de aquella que equilibra a los momentos que aproximan la resistencia a flexión

**Figura 7.2** Determinación de la fuerza cortante de diseño en un elemento a flexión de marcos dúctiles

En el refuerzo para fuerza cortante puede incluirse el refuerzo de confinamiento prescrito en la sección 7.2.3.

El refuerzo para fuerza cortante estará formado por estribos verticales cerrados de una pieza, de diámetro no menor que 7.9 mm (número 2.5), rematados como se indica en el inciso 7.2.3.c.

### 7.3 Miembros a flexocompresión

Los requisitos de esta sección (fig. 7.3) se aplican a miembros en los que la carga axial de diseño,  $P_u$ , sea mayor que  $A_g f_c' / 10$ .

En marcos que estén en los casos 7.1.1.a ó 7.1.1.b, al dimensionar por flexocompresión, la fuerza axial debida al sismo se tomará igual a 1.7 veces la calculada, cuando esto conduzca a un momento flexionante resistente menor. El factor de resistencia se tomará igual a 0.8, excepto si se usa el procedimiento optativo que se presenta en la sección 7.3.2.2.

#### 7.3.1 Requisitos geométricos

- La dimensión transversal mínima no será menor que 300 mm;
- El área  $A_g$ , no será menor que  $P_u / 0.5f_c'$  para toda combinación de carga;
- La relación entre la menor dimensión transversal y la dimensión transversal perpendicular no debe ser menor que 0.4; y
- La relación entre la altura libre y la menor dimensión transversal no excederá de 15.

#### 7.3.2 Resistencia mínima a flexión de columnas

##### 7.3.2.1 Procedimiento general

Las resistencias a flexión de las columnas en un nudo deben satisfacer la ec. 7.2

$$\sum M_e \geq 1.5 \sum M_g \quad (7.2)$$

donde

$\Sigma M_e$  suma al paño del nudo de los momentos resistentes calculados con factor de resistencia igual a uno, de las columnas que llegan a ese nudo; y

$\Sigma M_g$  suma al paño del nudo de los momentos resistentes calculados con factor de resistencia igual a uno, de las vigas que llegan al nudo.

Las sumas anteriores deben realizarse de modo que los momentos de las columnas se opongan a los de las vigas. La condición debe cumplirse para los dos sentidos en que puede actuar el sismo.

No será necesario cumplir con la ec. 7.2 en los nudos de azotea.

### 7.3.2.2 Procedimiento optativo

En marcos que estén en los casos 7.1.1.a ó 7.1.1.b, no será necesario revisar el cumplimiento de la condición señalada en la sección 7.3.2.1, si las columnas se dimensionan por flexocompresión con un factor de resistencia de 0.6 (también en este caso, la carga axial debida al sismo se modifica como se establece en la sección 7.3).

### 7.3.3 Refuerzo longitudinal

- La cuantía de refuerzo longitudinal no será menor que 0.01, ni mayor que 0.04.
- Sólo se permitirá formar paquetes de dos barras.
- El traslape de barras longitudinales sólo se permite en la mitad central del elemento; estos traslapes deben cumplir con los requisitos de las secciones 5.6.1.1 y 5.6.1.2 (fig. 7.3).
- Las uniones soldadas de barras deben cumplir con la sección 7.1.6 y los dispositivos mecánicos con la sección 7.1.7. Se pueden usar con tal que en una misma sección cuando más se unan barras alternadas y que las uniones de barras adyacentes no disten entre sí menos de 600 mm en la dirección longitudinal del miembro.
- El refuerzo longitudinal cumplirá con las disposiciones de las secciones 6.2.2 y 6.2.5 que no se vean modificadas por esta sección.

### 7.3.4 Refuerzo transversal

- Debe cumplir con los requisitos de las secciones 6.2.3, 7.1.5.b y 7.3.5, así como con los requisitos mínimos que aquí se establecen (fig. 7.3).
- Se suministrará el refuerzo transversal mínimo que se especifica en el inciso 7.3.4.c en una longitud en ambos extremos del miembro y a ambos lados de cualquier sección donde sea probable que fluya por flexión el refuerzo longitudinal ante desplazamientos laterales en el

intervalo inelástico de comportamiento. La longitud será la mayor de:

- La mayor dimensión transversal del miembro;
- Un sexto de su altura libre; o
- 600 mm.

En la parte inferior de columnas de planta baja este refuerzo debe llegar hasta media altura de la columna, y debe continuarse dentro de la cimentación al menos en una distancia igual a la longitud de desarrollo en compresión de la barra más gruesa.

### c) Cuantía mínima de refuerzo transversal

- En columnas de núcleo circular, la cuantía volumétrica de refuerzo helicoidal o de estribos circulares,  $p_s$ , no será menor que la calculada con las ecs. 6.3.
- En columnas de núcleo rectangular, la suma de las áreas de estribos y grapas,  $A_{sh}$ , en cada dirección de la sección de la columna no será menor que la obtenida a partir de las ecs. 7.3 y 7.4.

$$0.3 \left( \frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f_c'}{f_{yh}} s b_c \quad (7.3)$$

$$0.09 \frac{f_c'}{f_{yh}} s b_c \quad (7.4)$$

donde  $b_c$  es la dimensión del núcleo del elemento a flexocompresión, normal al refuerzo con área  $A_{sh}$  y esfuerzo de fluencia  $f_{yh}$  (fig. 7.4).

- El refuerzo transversal debe estar formado por estribos cerrados de una pieza sencillos o sobrepuestos, de diámetro no menor que 9.5 mm (número 3) y rematados como se indica en el inciso 7.2.3.c (fig. 7.3). Puede complementarse con grapas del mismo diámetro que los estribos, separadas igual que éstos a lo largo del miembro. Cada extremo de una grapa debe abrazar a una barra longitudinal de la periferia con un doblé de 135 grados seguido de un tramo recto de al menos seis diámetros de la grapa pero no menor que 80 mm.

La separación del refuerzo transversal no debe exceder de:

- La cuarta parte de la menor dimensión transversal del elemento;
- Seis veces el diámetro de la barra longitudinal más gruesa; o
- 100 mm.

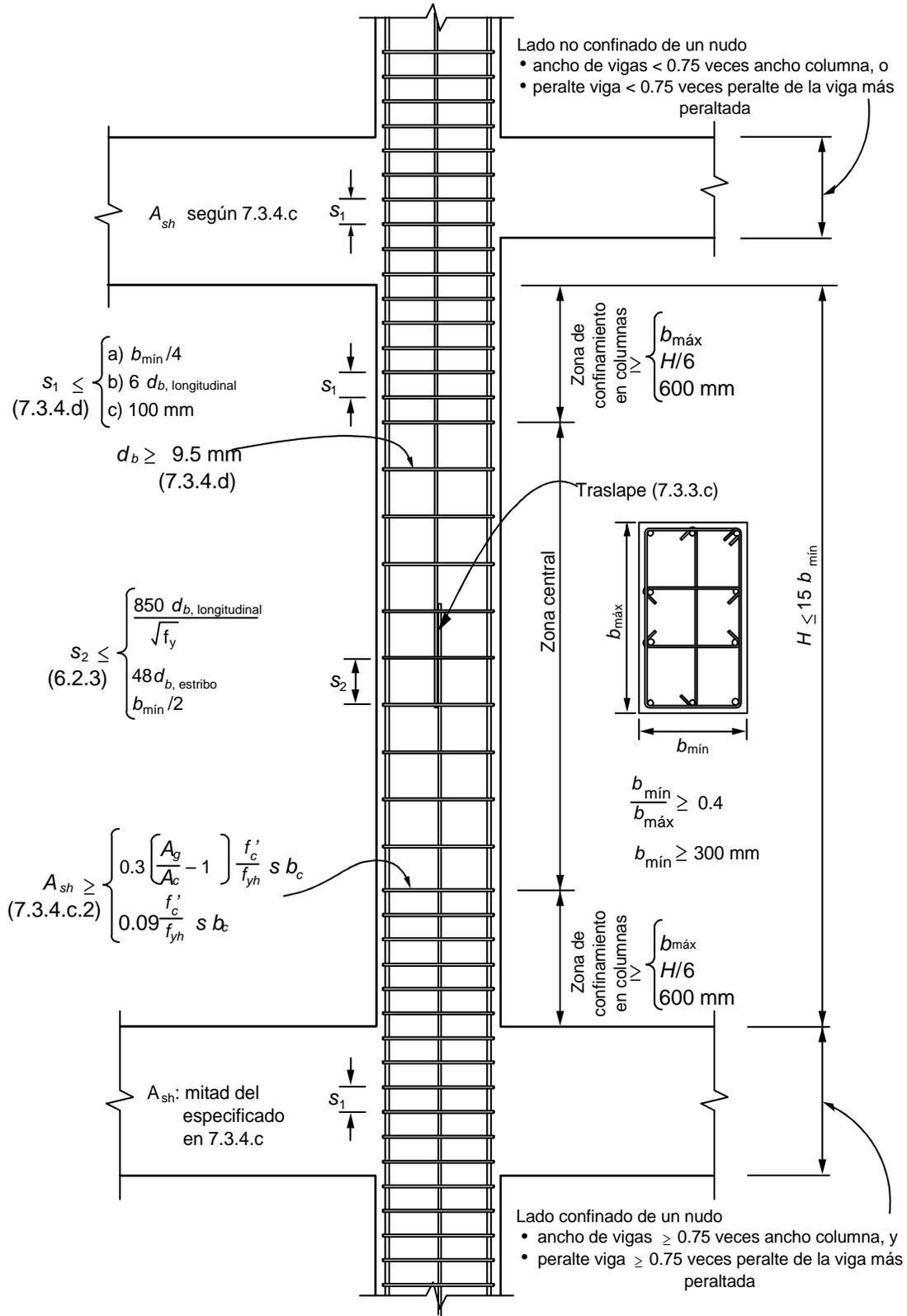
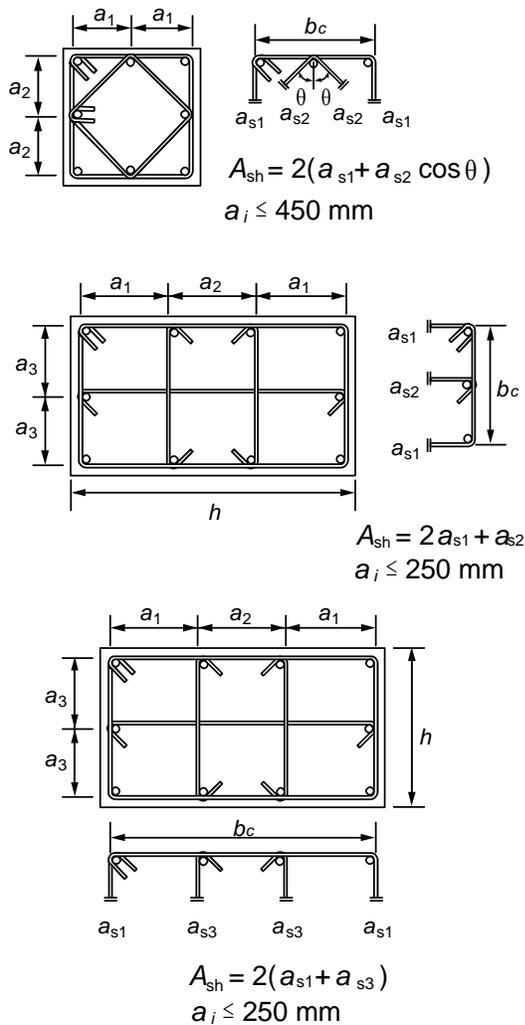


Figura 7.3 Detallado de elementos a flexocompresión de marcos dúctiles



**Figura 7.4 Determinación de la cuantía de refuerzo transversal en miembros a flexocompresión**

Si la distancia entre barras longitudinales no soportadas lateralmente es menor o igual que 200 mm, el límite del inciso 7.3.4.d.3 anterior podrá tomarse como 150 mm.

La distancia centro a centro, transversal al eje del miembro, entre ramas de estribos sobrepuestos no será mayor de 450 mm, y entre grapas, así como entre éstas y ramas de estribos no será mayor de 250 mm. Si el refuerzo consta de estribos sencillos, la mayor dimensión de éstos no excederá de 450 mm.

En el resto de la columna, el refuerzo transversal cumplirá con los requisitos de la sección 6.2.

En los nudos se cumplirá con los requisitos de la sección 7.4.

7.3.5 Requisitos para fuerza cortante

7.3.5.1 Criterio y fuerza de diseño

Los elementos a flexocompresión se dimensionarán de manera que no fallen por fuerza cortante antes que se formen articulaciones plásticas por flexión en sus extremos. Para esto, la fuerza cortante de diseño se calculará del equilibrio del elemento en su altura libre, suponiendo que en sus extremos actúan momentos flexionantes del mismo sentido, numéricamente iguales a los momentos que representan una aproximación a la resistencia real a flexión de esas secciones, con factor de resistencia igual a uno, y obtenidos con la carga axial de diseño que conduzca al mayor momento flexionante resistente.

En marcos que estén en los casos 7.1.1.a ó 7.1.1.b, al valuar la carga axial de diseño, la fracción de ella causada por el sismo se incrementará 70 por ciento, cuando esto dé lugar a un momento flexionante resistente mayor. Sin embargo, no será necesario que el dimensionamiento por fuerza cortante sea más conservador que el obtenido con la fuerza cortante de diseño proveniente del análisis y un factor de resistencia igual a 0.5.

Cuando las columnas se dimensionen por flexocompresión con el procedimiento optativo incluido en 7.3.2.2, el dimensionamiento por fuerza cortante se realizará a partir de la fuerza de diseño obtenida del análisis, usando un factor de resistencia igual a 0.5

7.3.5.2 Contribución del concreto a la resistencia

Se despreciará la contribución del concreto,  $V_{cR}$ , si se satisface simultáneamente que:

- a) La fuerza axial de diseño, incluyendo los efectos del sismo, sea menor que  $A_g f_c' / 20$ ; y que
- b) La fuerza cortante de diseño causada por el sismo sea igual o mayor que la mitad de la fuerza cortante de diseño calculada según la sección 7.3.5.1.

7.3.5.3 Refuerzo transversal por cortante

El refuerzo para fuerza cortante estará formado por estribos cerrados, de una pieza, rematados como se indica en la sección 7.2.3, o por hélices continuas, ambos de diámetro no menor que 9.5 mm (número 3). El refuerzo debe cumplir con el inciso 7.1.5.b.

7.4 Uniones viga–columna

Una unión viga–columna o nudo se define como aquella parte de la columna comprendida en la altura de la viga más peraltada que llega a ella.

#### 7.4.1 Requisitos generales

Se supondrá que la demanda de fuerza cortante en el nudo se debe a las barras longitudinales de las vigas que llegan a la unión. Si la losa esta colada monolíticamente con las vigas, se considerará que el refuerzo de la losa trabajando a tensión alojado en un ancho efectivo, contribuye a aumentar la demanda de fuerza cortante. En secciones T, este ancho del patín de tensión a cada lado del alma será al menos ocho veces el espesor del patín; en secciones L, el ancho del patín será de seis veces el espesor del patín. Las fuerzas que intervienen en el dimensionamiento por fuerza cortante de la unión se determinarán suponiendo que el esfuerzo de tensión en las barras es  $1.25f_y$  (fig. 7.5).

El refuerzo longitudinal de las vigas que llegan a la unión debe pasar dentro del núcleo de la columna.

En los planos estructurales deben incluirse dibujos acotados y a escala del refuerzo en las uniones viga-columna.

#### 7.4.2 Refuerzo transversal horizontal

Se debe suministrar el refuerzo transversal horizontal mínimo especificado en el inciso 7.3.4.c. Si el nudo está confinado por cuatro traveses que llegan a él y el ancho de cada una es al menos igual a 0.75 veces el ancho respectivo de la columna, puede usarse la mitad del refuerzo transversal horizontal mínimo. La separación será la especificada en el inciso 7.3.4.d.

#### 7.4.3 Refuerzo transversal vertical

Se deberá suministrar refuerzo transversal vertical a lo largo del peralte del nudo en uniones de vigas con columnas discontinuas en las cuales el refuerzo longitudinal adyacente a la cara libre del nudo sea el refuerzo longitudinal de la viga que termine en el nudo.

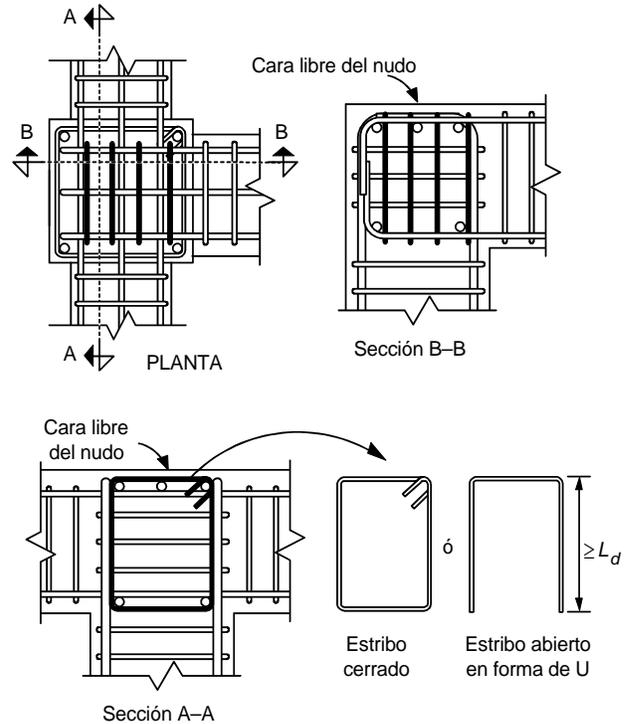
La cuantía y separación del refuerzo transversal vertical deberá cumplir con lo especificado en los incisos 7.3.4.c y 7.3.4.d.

Se aceptará el uso de estribos abiertos en forma de letra U invertida y sin dobleces, siempre que la longitud de las ramas cumpla con la longitud de desarrollo de la sección 5.1, medida a partir del eje del refuerzo longitudinal adyacente a la cara libre del nudo.

#### 7.4.4 Resistencia a fuerza cortante

Se admitirá revisar la resistencia del nudo a fuerza cortante en cada dirección principal de la sección en forma independiente. La fuerza cortante se calculará en un plano horizontal a media altura del nudo (fig. 7.6). Para calcular la resistencia de diseño a fuerza cortante del nudo se deberá clasificarlo según el número de caras verticales confinadas por los miembros horizontales y si la columna es continua o

discontinua. Se considerará que la cara vertical está confinada si la viga cubre al menos 0.75 veces el ancho respectivo de la columna, y si el peralte del elemento confinante es al menos 0.75 veces la altura de la viga más peraltada que llega al nudo.



**Figura 7.5 Refuerzo transversal vertical en uniones viga – columna**

En nudos con tramos de viga o de columna sin cargar, se admite considerar a la cara del nudo como confinada si los tramos satisfacen las especificaciones geométricas del párrafo anterior y se extienden al menos un peralte efectivo a partir de la cara de la unión. La resistencia de diseño a fuerza cortante de nudos con columnas continuas se tomará igual a (ecs. 7.5 a 7.7):

- a) Nudos confinados en sus cuatro caras verticales

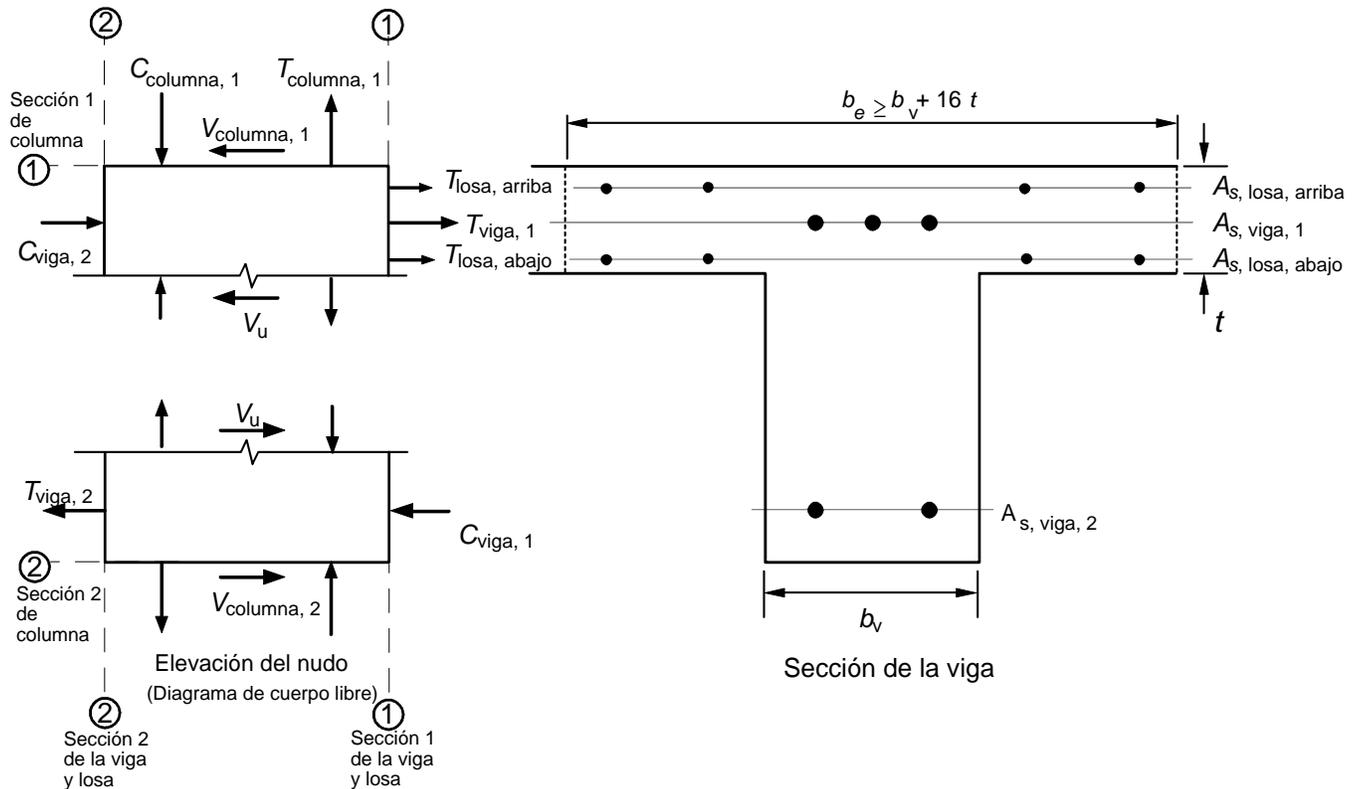
$$5.5F_R\sqrt{f_c^*} b_e h ; \text{ si se usan cm y kg/cm}^2 \quad (7.5)$$

$$\left( 1.7 F_R \sqrt{f_c^*} b_e h ; \text{ si se usan mm y MPa} \right)$$

- b) Nudos confinados en tres caras verticales o en caras verticales opuestas

$$4.5F_R\sqrt{f_c^*} b_e h \quad (7.6)$$

$$\left( 1.3 F_R \sqrt{f_c^*} b_e h \right)$$



$$V_u = T_{viga,1} + T_{losa, arriba} + T_{losa, abajo} + C_{viga,2} - V_{columna,1}$$

donde

$$T_{viga,1} + T_{losa, arriba} + T_{losa, abajo} = 1.25 f_y (A_{s, viga, 1} + A_{s, losa, arriba} + A_{s, losa, abajo})$$

$$C_{viga,2} = T_{viga,2} = 1.25 A_{s, viga, 2} f_y$$

**Figura 7.6** Determinación de la fuerza cortante actuante en un nudo de marcos dúctiles

c) Otros casos

$$3.5 F_R \sqrt{f_c^*} b_e h \quad (7.7)$$

$$\left( 1.0 F_R \sqrt{f_c^*} b_e h \right)$$

En nudos con columnas discontinuas, la resistencia de diseño a fuerza cortante será 0.75 veces la obtenida de las ecs. 7.5 a 7.7.

El ancho  $b_e$  se calculará promediando el ancho medio de las vigas consideradas y la dimensión transversal de la columna normal a la fuerza. Este ancho  $b_e$  no será mayor que el ancho de las vigas más el peralte de la columna,  $h$ , o que la dimensión transversal de la columna normal a la fuerza,  $h$  (fig. 7.7).

Cuando el peralte de la columna en dirección de la fuerza cambie en el nudo y las barras longitudinales se doblan según la sección 6.2.5, se usará el menor valor en las ecs. 7.5 a 7.7.

#### 7.4.5 Anclaje del refuerzo longitudinal

##### 7.4.5.1 Barras que terminan en el nudo

Toda barra de refuerzo longitudinal de vigas que termine en un nudo debe prolongarse hasta la cara lejana del núcleo de la columna y rematarse con un doblé a 90 grados seguido de un tramo recto no menor de 12 diámetros. La sección crítica para revisar el anclaje de estas barras será en el plano externo del núcleo de la columna.

La revisión se efectuará de acuerdo con la sección 5.1.2.2, donde será suficiente usar una longitud de desarrollo del 80 por ciento de la allí determinada. Este porcentaje no afecta a

los valores mínimos, 150 mm y  $8d_b$ , ni el tramo recto de  $12d_b$  que sigue al dobléz.

#### 7.4.5.2 Barras continuas a través del nudo

Los diámetros de las barras de vigas y columnas que pasen rectas a través de un nudo deben seleccionarse de modo que se cumplan las relaciones siguientes:

$$h_{(\text{columna})}/d_b \text{ (barra de viga)} \geq 20$$

$$h_{(\text{viga})}/d_b \text{ (barra de columna)} \geq 20$$

donde  $h_{(\text{columna})}$  es la dimensión transversal de la columna en dirección de las barras de viga consideradas.

Si en la columna superior del nudo se cumple que  $P_u/A_g f_c' \geq 0.3$ , la relación del peralte total de la viga al diámetro de las barras de columna se puede reducir a 15. También es suficiente esta relación cuando en la estructura los muros de concreto reforzado resisten más del 50 por ciento de la fuerza lateral total inducida por el sismo.

### 7.5 Conexiones viga–columna con articulaciones alejadas de la cara de la columna

#### 7.5.1 Requisitos generales

Se aceptará diseñar y detallar las vigas, columnas y su unión de modo que las articulaciones plásticas por flexión de las vigas ante sismo se formen alejadas del paño de la columna (fig. 7.8). Se aceptará que se diseñen y detallen para que se formen al menos a una distancia igual a un peralte efectivo de la viga. En el diseño y detallado se aplicarán todos los criterios de estas Normas que no sean modificadas en la sección 7.5.

El claro de cortante de las vigas deberá ser al menos tres veces el peralte efectivo. El claro de cortante se define como la distancia entre la cara de la columna y el punto de inflexión en el diagrama de momentos flexionantes de diseño.

#### 7.5.2 Refuerzo longitudinal de las vigas

- En vigas de sección constante, se deberán revisar dos secciones. La sección 1 corresponde a la cara de la columna y la sección 2 a una vez el peralte efectivo de la viga.
- Se revisará que la resistencia a flexión de la sección 1, con factor de resistencia unitario, sea al menos 1.3 veces el momento de diseño obtenido del análisis considerando las acciones permanentes, variables y accidentales.

En adición al refuerzo longitudinal principal, la sección 1 se reforzará con al menos cuatro barras longitudinales dispuestas en dos lechos intermedios y que sean continuas a través del nudo (fig. 7.8). El área total del acero intermedio no será mayor que 0.35 veces el área del acero principal a tensión. Las barras intermedias deberán ser del menor diámetro posible y se deberán anclar dentro de la viga, a partir de la sección 1, en una distancia igual a la longitud de desarrollo de la barra calculada según la sección 5.1.1. En ningún caso la longitud de anclaje de las barras intermedias dentro de la viga será menor que 1.5 veces el peralte efectivo de la sección.

Si es necesario, con objeto de aumentar la resistencia a flexión, se podrán adicionar barras en los lechos extremos de la sección 1 y con longitud igual a la del acero intermedio (fig. 7.8).

- La resistencia a flexión de la sección 2, con factor de resistencia unitario, deberá ser igual al momento de diseño calculado en el análisis en esa sección y para la misma combinación de carga que la usada en el inciso 7.5.2.b.

Para calcular la resistencia a flexión de esta sección no se considerarán las barras intermedias ni las barras adicionales (si existen), de la sección 1.

#### 7.5.3 Resistencia mínima a flexión de columnas

Las resistencias a flexión de las columnas en el nudo deberán satisfacer la ec. 7.2. En ella, el término  $\Sigma M_g$  deberá considerar los momentos flexionantes que actúan en las caras de la columna cuando se han desarrollado simultáneamente las articulaciones plásticas en la sección 2 de las vigas.

Los momentos flexionantes asociados a la formación de articulaciones plásticas en la sección 2,  $M_2$ , se valuarán con las propiedades del elemento en esa sección, sin factores de resistencia y con un esfuerzo en el acero de tensión al menos igual a  $1.25f_y$ .

De manera simple, la demanda de momento flexionante en la cara de la columna,  $M_1$ , debida a la formación de la articulación plástica en la sección 2, se podrá valuar como (fig. 7.8)

$$M_1 = \frac{M_2 \cdot M_{a1}}{M_{a2}} \quad (7.8)$$

donde  $M_{a1}$  y  $M_{a2}$  son los momentos flexionantes de diseño en las secciones 1 y 2, respectivamente, obtenidos del análisis.

7.5.4 Uniones viga–columna

Se aplicará lo señalado en las secciones 7.4.1 a 7.4.4 que no se vea modificado en esta sección.

Si la losa está colada monolíticamente con las vigas, se considerará que el refuerzo de la losa trabajando en tensión alojado en un ancho efectivo, contribuye a aumentar la demanda de fuerza cortante. En secciones T, este ancho del patín a tensión a cada lado del alma se podrá valorar como:

$$8t \frac{M_{a2}}{M_{a1}}$$

En secciones L, el ancho del patín a tensión al lado del alma se podrá valorar como:

$$6t \frac{M_{a2}}{M_{a1}}$$

Las fuerzas que intervienen en el dimensionamiento por fuerza cortante se determinarán suponiendo que el esfuerzo de tensión en las barras de las vigas es igual a  $1.0f_y$ .

Si las barras de las vigas son continuas a través del nudo, su diámetro debe cumplir con

$$h_{(columna)}/d_b \text{ (barra de viga)} \geq 16$$

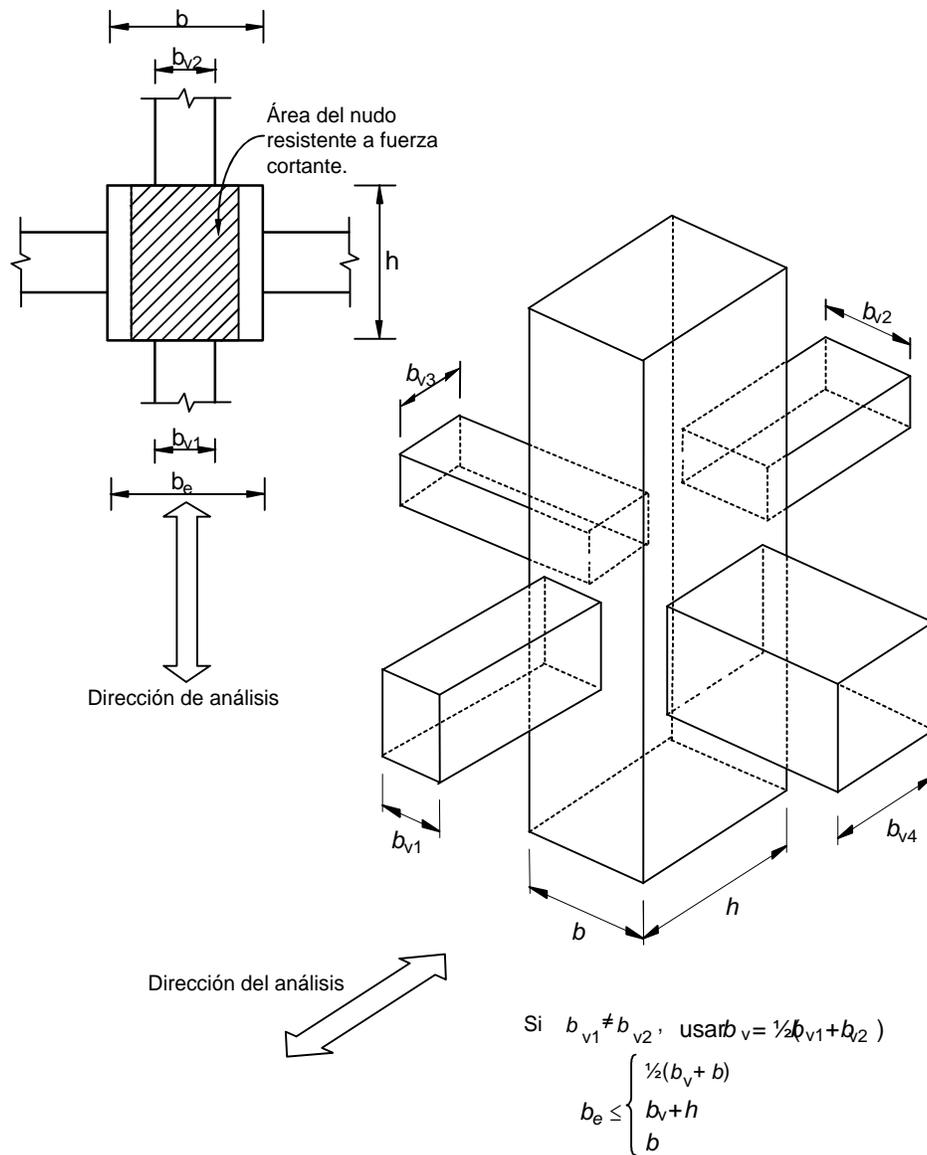


Figura 7.7 Área de la sección que resiste la fuerza cortante en nudos de marcos dúctiles

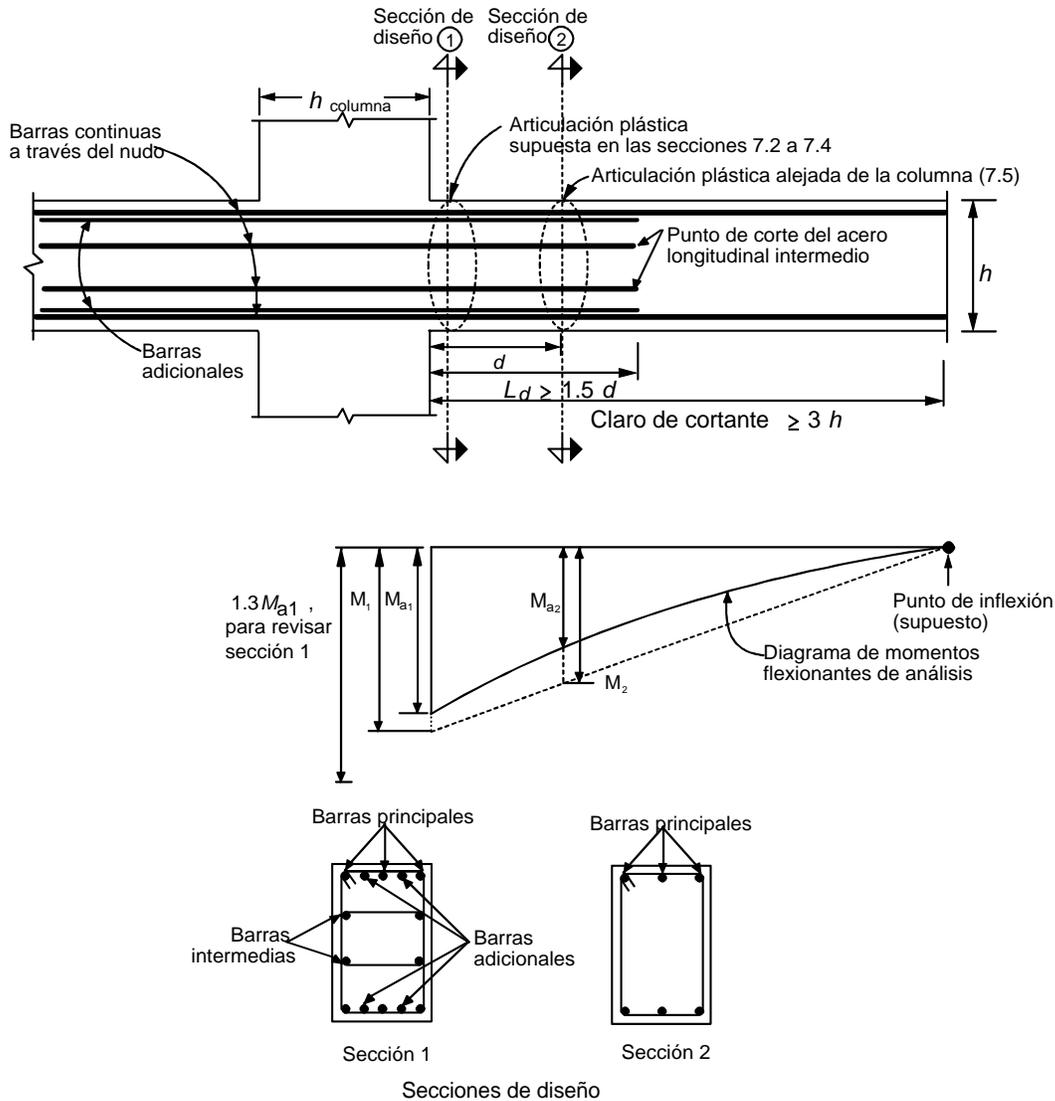


Figura 7.8 Marcos dúctiles con articulaciones plásticas alejadas de la cara de la columna

## 8. LOSAS PLANAS

### 8.1 Requisitos generales

Losas planas son aquellas que transmiten las cargas directamente a las columnas, sin la ayuda de vigas. Pueden ser macizas, o aligeradas por algún medio (bloques de material ligero, alvéolos formados por moldes removibles, etc). También pueden ser de espesor constante o pueden tener un cuadro o rectángulo de espesor menor en la parte central de los tableros, con tal que dicha zona quede enteramente dentro del área de intersección de las franjas centrales y que su espesor sea por lo menos de dos tercios del espesor del resto de la losa, excepto el del ábaco, y no menor de 100 mm. Según la magnitud de la carga por transmitir, la losa puede apoyar directamente sobre las

columnas o a través de ábacos, capiteles o una combinación de ambos. En ningún caso se admitirá que las columnas de orilla sobresalgan del borde de la losa.

Las losas aligeradas contarán con una zona maciza adyacente a cada columna de cuando menos  $2.5h$ , medida desde el paño de la columna o el borde del capitel. Asimismo, contarán con zonas macizas de por lo menos  $2.5h$  adyacentes a muros de rigidez, medidas desde el paño del muro, las cuales deberán ser más amplias si así lo exige la transmisión de las fuerzas sísmicas entre losa y muro. En los ejes de columnas deben suministrarse nervaduras de ancho no menor de 250 mm; las nervaduras adyacentes a los ejes de columnas serán de por lo menos 200 mm de ancho y el resto de ellas de al menos 100 mm. En la zona superior de la losa habrá un firme de espesor no menor de 50 mm,

monolítico con las nervaduras y que sea parte integral de la losa. Este firme o capa maciza debe ser capaz de soportar, como mínimo, una carga de 1000 kg (10 kN) en un área de  $100 \times 100$  mm, actuando en la posición más desfavorable. En cada entre-eje de columnas y en cada dirección, debe haber al menos seis hileras de casetones o alvéolos. La losa se revisará como diafragma con los criterios de la sección 6.6, a fin de asegurar la correcta transmisión en su plano de las fuerzas de inercia generadas por el sismo a los elementos verticales resistentes.

## 8.2 Sistemas losa plana–columnas para resistir sismo

Si la altura de la estructura no excede de 20 m y, además, existen por lo menos tres crujías en cada dirección o hay trabes de borde, para el diseño por sismo podrá usarse  $Q = 3$ ; también podrá aplicarse este valor cuando el sistema se combine con muros de concreto reforzado que cumplan con la sección 6.5.2, incluyendo la sección 6.5.2.4, y que, en cada entrepiso, resistan no menos del 75 por ciento de la fuerza lateral. Cuando no se satisfagan las condiciones anteriores, se usará  $Q = 2$ . Con relación a los valores de  $Q$ , debe cumplirse, además, con el Cap. 5 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo. En todos los casos se respetarán las disposiciones siguientes:

- a) Las columnas cumplirán con los requisitos de la sección 7.3 para columnas de marcos dúctiles, excepto en lo referente al dimensionamiento por flexocompresión, el cual sólo se realizará mediante el procedimiento optativo que se establece en la sección 7.3.2.2.
- b) Las uniones losa–columna cumplirán con los requisitos de la sección 7.4 para uniones viga–columna, con las salvedades que siguen:
  - 1) No es necesaria la revisión de la resistencia del nudo a fuerza cortante, sino bastará cumplir con el refuerzo transversal prescrito en la sección 7.4.2 para nudos confinados.
  - 2) Los requisitos de anclaje de la sección 7.4.5 se aplicará al refuerzo de la losa que pase por el núcleo de una columna. Los diámetros de las barras de la losa y columnas que pasen rectas a través de un nudo deben seleccionarse de modo que se cumplan las relaciones siguientes:

$$h_{(\text{columna})}/d_b (\text{barra de losa}) \geq 20$$

$$h_{(\text{losa})}/d_b (\text{barra de columna}) \geq 15$$

donde  $h_{(\text{columna})}$  es la dimensión transversal de la columna en la dirección de las barras de losa consideradas.

## 8.3 Análisis

### 8.3.1 Consideraciones generales

Las fuerzas y momentos internos pueden obtenerse dividiendo la estructura en marcos ortogonales y analizándolos con métodos reconocidos suponiendo comportamiento elástico. Cada marco estará formado por una fila de columnas y franjas de losa limitadas por las líneas medias de los tableros adyacentes al eje de columnas considerado.

Para valuar momentos de inercia de losas y columnas puede usarse la sección de concreto no agrietada sin considerar el refuerzo. Se tendrá en cuenta la variación del momento de inercia a lo largo de vigas equivalentes en losas aligeradas, y de columnas con capiteles o ábacos. También se tendrán en cuenta los efectos de vigas y aberturas.

Al analizar los marcos equivalentes por carga vertical, en cada dirección deben usarse las cargas totales que actúan en las losas.

Se considerarán franjas de columnas y franjas centrales. Una franja de columna va a lo largo de un eje de columnas y su ancho a cada lado del eje es igual a la cuarta parte del claro menor, entre ejes, del tablero correspondiente. Una franja central es la limitada por dos franjas de columna.

### 8.3.2 Análisis aproximado por carga vertical

#### 8.3.2.1 Estructuras sin capiteles ni ábacos

El análisis bajo cargas verticales uniformes de estructuras que cumplan con los requisitos que siguen, formadas por losas planas y columnas sin capiteles ni ábacos, puede efectuarse asignando a las columnas la mitad de sus rigideces angulares y usando el ancho completo de la losa para valuar su rigidez. Los requisitos que deben satisfacerse son:

- a) La estructura da lugar a marcos sensiblemente simétricos;
- b) Todos los entrepisos tienen el mismo número de crujías;
- c) El mayor claro en toda la estructura no excede al menor en más de un quinto de este último, ya sea que el menor sea paralelo o perpendicular al mayor;
- d) El espesor de la losa es aproximadamente igual al 5 por ciento del claro mayor del mayor tablero; y
- e) La carga viva por metro cuadrado es aproximadamente la misma en los distintos tableros de un piso.

### 8.3.2.2 Estructuras con capiteles y ábacos

El análisis bajo cargas verticales uniformes de estructuras destinadas a resistir sismo por sí solas (es decir, sin la ayuda de muros ni contravientos) que cumplan con los requisitos de los párrafos que siguen, formadas por losas planas y columnas con capiteles y ábacos, puede efectuarse dividiendo la estructura en marcos planos ortogonales limitados por las líneas medias de los tableros adyacentes al eje de columnas consideradas, y asignando a las columnas la totalidad del momento de inercia de la sección del fuste, y a las losas, su ancho completo.

Si se aplica el método de distribución de momentos de Cross, deben valorarse las rigideces angulares y factores de transporte de los miembros suponiendo que en las columnas la rigidez a flexión es infinita desde el arranque del capitel hasta la superficie de arriba de la losa, y en las vigas equivalentes, desde el eje de columna hasta el borde del capitel. Si se usa un programa de análisis de computadora que tome en cuenta las dimensiones de los nudos, bastará asignar como dimensión vertical del nudo la distancia desde el arranque del capitel hasta la cara superior de la losa, y como dimensión horizontal a cada lado del eje de columna, la distancia entre dicho eje y el borde del capitel.

Deben cumplirse los requisitos señalados en la sección 8.3.2.1, de los cuales en el 8.3.2.1.d se usará 3.5 por ciento en lugar de 5 por ciento. Además se cumplirán los siguientes:

- La estructura no excede de cuatro niveles;
- Si la estructura tiene tres o cuatro niveles, los momentos en las columnas de orilla del penúltimo entrepiso se incrementarán 25 por ciento sobre lo que suministre el análisis.
- Las columnas, ábacos y capiteles son rectangulares, sin que la dimensión mayor exceda a la menor en más de 20 por ciento de ésta. Las columnas y capiteles pueden ser también circulares, con ábacos cuadrados;
- Las columnas de orilla deben tener capiteles y ábacos completos, iguales a los interiores, y el borde de la losa debe coincidir con el del ábaco; y
- Las dimensiones de los ábacos deben cumplir con los requisitos que al respecto se establecen en la sección 8.11.

### 8.3.3 Análisis aproximado ante fuerzas laterales

#### 8.3.3.1 Estructuras sin capiteles ni ábacos

Al formar los marcos equivalentes, se admitirá que el ancho de sus vigas es igual a  $c_2 + 3h$ , centrado con respecto al eje

de columnas ( $c_2$  es la dimensión transversal de la columna normal a la dirección de análisis y  $h$  el espesor de la losa).

#### 8.3.3.2 Estructuras con capiteles y ábacos

El análisis ante fuerzas horizontales de estructuras que deban resistir sismo por sí solas (esto es, sin la ayuda de muros o contravientos), que cumplan con los requisitos de los párrafos que siguen, formadas por losas planas y columnas con capiteles y ábacos, pueden efectuarse dividiendo la estructura en marcos planos ortogonales equivalentes tributarios a los ejes de columnas. Las rigideces a flexión de las vigas equivalentes se valorarán con un ancho de losa,  $A_e$ , igual a  $(0.19A_t - 0.12c_2)$ , centrado con respecto al eje de columnas ( $A_t$  es el ancho total entre líneas medias de los tableros adyacentes al eje de columnas considerado, y  $c_2$  es la dimensión horizontal del capitel en su unión con el ábaco, normal a la dirección de análisis). En los análisis se supondrá que el momento de inercia de las vigas equivalentes es infinito desde el centro de la columna hasta el borde del capitel, y en las columnas desde la sección inferior del capitel hasta la superficie de arriba de la losa. Para esto, si se utiliza un programa que tome en cuenta las dimensiones de los nudos, bastará tomar como dimensión vertical del nudo la distancia desde el arranque del capitel hasta la cara superior de la losa y como dimensión horizontal a cada lado del eje de columna, la distancia entre dicho eje y el borde del capitel.

Se deben cumplir los requisitos de los incisos 8.3.2.1.a, 8.3.2.1.b, 8.3.2.1.c y 8.3.2.1.e, y los requisitos de los incisos 8.3.2.2.c, 8.3.2.2.d y 8.3.2.2.e. Además, se cumplirán los siguientes:

- La estructura no excede de cinco niveles;
- El espesor de la losa es aproximadamente igual a 3.5 por ciento del claro mayor del mayor tablero.

### 8.4 Transmisión de momento entre losa y columnas

Cuando por excentricidad de la carga vertical o por la acción de fuerzas laterales haya transmisión de momento entre losa y columna, se supondrá que una fracción del momento dada por:

$$1 - \alpha = \frac{1}{1 + 0.67\sqrt{(c_1 + d) / (c_2 + d)}} \quad (8.1)$$

se transmite por flexión en un ancho igual a  $c_2 + 3h$ , centrado con el eje de columnas; el refuerzo de la losa necesario para este momento debe colocarse en el ancho mencionado respetando siempre la cuantía máxima de refuerzo. El resto del momento, esto es, la fracción  $\alpha$ , se admitirá que se transmite por esfuerzos cortantes y torsiones según se prescribe en la sección 2.5.9.

### 8.5 Dimensionamiento del refuerzo para flexión

En estructuras sujetas a carga vertical y fuerzas laterales de sismo se admitirá proceder en la forma siguiente:

- Determinése el refuerzo necesario por carga vertical y distribúyase en las franjas de columna y centrales de acuerdo con lo señalado en la sección 8.8, excepto el necesario para momento negativo exterior en claros extremos, el cual se colocará como si fuera refuerzo por sismo. Al menos la mitad del refuerzo negativo por carga vertical de las franjas de columnas quedará en un ancho  $c_2 + 3h$  centrado con respecto al eje de columnas.
- Determinése el refuerzo necesario por sismo y colóquese en el mencionado ancho  $c_2 + 3h$ , de modo que al menos el 60 por ciento de él cruce el núcleo de la columna correspondiente.

El refuerzo necesario por sismo puede obtenerse a partir de la envolvente de momentos resistentes necesarios,  $M_u$ .

### 8.6 Disposiciones complementarias sobre el refuerzo

Además de los requisitos de las secciones 8.4 y 8.5, el refuerzo cumplirá con lo siguiente:

Al menos la cuarta parte del refuerzo negativo que se tenga sobre un apoyo en una franja de columna debe continuarse a todo lo largo de los claros adyacentes.

Al menos la mitad del refuerzo positivo máximo debe extenderse en todo el claro correspondiente.

En las franjas de columna debe existir refuerzo positivo continuo en todo el claro en cantidad no menor que la tercera parte del refuerzo negativo máximo que se tenga en la franja de columna en el claro considerado.

El refuerzo de lecho inferior que atraviesa el núcleo de una columna no será menor que la mitad del que lo cruce en el lecho superior y debe anclarse de modo que pueda fluir en las caras de la columna.

Toda nervadura de losas aligeradas llevará, como mínimo, a todo lo largo, una barra en el lecho inferior y una en el lecho superior.

Todo el refuerzo cumplirá con los requisitos de anclaje de la sección 5.1 que sean aplicables.

Se respetarán las disposiciones sobre refuerzo mínimo por flexión y por cambios volumétricos de las secciones 2.2.1 y 5.7. Asimismo, las relativas a refuerzo máximo por flexión de la sección 2.2.2.

### 8.7 Secciones críticas para momento

La sección crítica para flexión negativa en las franjas de columna y central se supondrá a una distancia  $c/2$  del eje de columnas correspondientes. Aquí,  $c$  es la dimensión transversal de la columna paralela a la flexión, o el diámetro de la intersección con la losa o el ábaco, del mayor cono circular recto, con vértice de 90 grados, que pueda inscribirse en el capitel.

### 8.8 Distribución de los momentos en las franjas

Los momentos flexionantes en secciones críticas a lo largo de las losas de cada marco se distribuirán entre las franjas de columna y las franjas centrales, de acuerdo con los porcentajes indicados en la tabla siguiente:

*Tabla 8.1 Distribución de momentos en franjas de losas planas*

	Franjas de columna	Franjas centrales
Momentos positivos <sup>1</sup>	60	40
Momentos negativos	75	25

<sup>1</sup> Si el momento positivo es adyacente a una columna se distribuirá como si fuera negativo.

### 8.9 Efecto de la fuerza cortante

Se aplicarán las disposiciones de la sección 2.5.9 con especial atención a la transmisión correcta del momento entre columnas y losa, y a la presencia de aberturas cercanas a las columnas. Se tendrá en cuenta el refuerzo mínimo de estribos que allí se prescribe.

### 8.10 Peraltes mínimos

Puede omitirse el cálculo de deflexiones en tableros interiores de losas planas macizas si su peralte efectivo mínimo no es menor que

$$kL(1 - 2c/3L) \quad (8.2)$$

donde  $L$  es el claro mayor y  $k$  un coeficiente que se determina como sigue:

- Concreto clase 1

Losas con ábacos que cumplan con los requisitos de la sección 8.11.

$$k = 0.0006 \sqrt[4]{f_s w} \geq 0.020 \quad (8.3)$$

$$\left( k = \sqrt[4]{f_s w} \geq \right)$$

Losas sin ábacos

$$k = 0.00075 \sqrt[4]{f_s w} \geq 0.025 \quad (8.4)$$

$$\left( k = \sqrt[4]{f_s w} \geq \right)$$

b) Concreto clase 2

El valor de  $k$  que resulte con los criterios del inciso 8.10.a se multiplicará por 1.5.

En las expresiones anteriores  $f_s$  es el esfuerzo en el acero en condiciones de servicio, en kg/cm<sup>2</sup> (puede suponerse igual a  $0.6f_y$ ),  $w$  es la carga en condiciones de servicio, en kg/m<sup>2</sup>, y  $c$  la dimensión de la columna o capitel paralela a  $L$  (usar  $f_s$  y  $w$  en MPa y kN/m<sup>2</sup>, respectivamente).

Los valores obtenidos con la ec 8.2 deben aumentarse 20 por ciento en tableros exteriores y 20 por ciento en losas aligeradas.

Cuando se use concreto clase 1, en ningún caso el espesor de la losa,  $h$ , será menor de 100 mm, si existe ábaco, o menor de 130 mm si no existe; cuando se use clase 2 estos valores se multiplicarán por 1.5.

### 8.11 Dimensiones de los ábacos

Las dimensiones de cada ábaco en planta no serán menores que un tercio del claro en la dirección considerada. El peralte efectivo del ábaco no será menor que 1.3 por el peralte efectivo del resto de la losa, pero no se supondrá mayor que 1.5 por dicho peralte, para fines de dimensionamiento.

### 8.12 Aberturas

Se admiten aberturas de cualquier tamaño en la intersección de dos franjas centrales, a condición de que se mantenga, en cada dirección, el refuerzo total que se requeriría si no hubiera la abertura.

En la intersección de dos franjas de columna, las aberturas no deben interrumpir más de un octavo del ancho de cada una de dichas franjas. En los lados de las aberturas debe suministrarse el refuerzo que correspondería al ancho que se interrumpió en cada dirección.

En la intersección de una franja de columna y una franja central, las aberturas no deben interrumpir más de un cuarto del ancho de cada una de dichas franjas. En los lados de las aberturas debe suministrarse el refuerzo que correspondería al ancho que se interrumpió en cada dirección.

Deben cumplirse los requisitos para fuerza cortante de la sección 2.5.9 y se revisará que no se exceda la cuantía

máxima de acero de tensión de la sección 2.2.2, calculada con el ancho que resulte descontando las aberturas.

## 9. CONCRETO PRESFORZADO

### 9.1 Introducción

Las disposiciones contenidas en otras partes de este documento que no contradigan a los requisitos de este capítulo serán aplicables al concreto presforzado y parcialmente presforzado. En la fabricación de elementos presforzados y parcialmente presforzados, se usará concreto clase I (véase la sección 1.4.1). Se permitirá el uso de tendones de presfuerzo no adheridos sólo en losas que cumplan con los requisitos de la sección 9.7.

En elementos de concreto presforzado y parcialmente presforzado deben revisarse los estados límite de falla y los de servicio. Se deberán tomar en cuenta las concentraciones de esfuerzos debidos al presfuerzo.

#### 9.1.1 Definición de elementos de acero para presfuerzo

Para fines de las presentes Normas se considerarán los siguientes elementos de acero para presfuerzo:

#### *Alambre*

Refuerzo de acero de presfuerzo que cumple con los requisitos indicados en la sección 1.4.2 y que, por lo general, se suministra en forma de rollos.

#### *Barra*

Refuerzo de acero que puede ser de presfuerzo, que cumple con las normas NMX-B-293 o NMX-B-292 y que comúnmente se suministra en tramos rectos.

#### *Torón*

Grupo de alambres torcidos en forma de hélice alrededor de un alambre recto longitudinal.

#### *Cable*

Elemento formado por varios alambres o torones.

#### *Tendón*

Elemento utilizado para transmitir presfuerzo, que puede estar formado por alambres, barras o torones individuales o por grupos de éstos.

### 9.2 Presfuerzo parcial y presfuerzo total

Se podrá suponer que una sección tiene presfuerzo total, si su índice de presfuerzo,  $I_p$ , está comprendido entre 0.9 y 1.0, incluyendo los valores extremos. Si el índice de

presfuerzo es menor que 0.9 pero mayor o igual que 0.6, se podrá suponer que la sección tiene presfuerzo parcial. Si el índice de presfuerzo es menor que 0.6, se podrá suponer que la sección no tiene presfuerzo.

El índice de presfuerzo se define como la relación siguiente:

$$I_p = \frac{M_{Rp}}{M_{Rr} + M_{Rp}} \quad (9.1)$$

donde  $M_{Rp}$  y  $M_{Rr}$  son los momentos resistentes suministrados por el acero presforzado y por el acero ordinario, respectivamente.

Por sencillez, el índice de presfuerzo podrá valuarse con la expresión siguiente:

$$I_p = \frac{A_{sp} f_{sp}}{A_{sp} f_{sp} + A_s f_y} \quad (9.2)$$

donde

$A_{sp}$  área de acero presforzado;

$A_s$  área de acero ordinario a tensión;

$f_{sp}$  esfuerzo en el acero presforzado cuando se alcanza la resistencia a flexión del miembro; y

$f_y$  esfuerzo de fluencia del acero ordinario.

### 9.3 Estados límite de falla

Se revisarán los estados límite de flexión, flexocompresión, fuerza cortante, torsión, pandeo y, cuando sean significativos, los efectos de la fatiga.

#### 9.3.1 Flexión y flexocompresión

La resistencia a flexión o flexocompresión de elementos presforzados y parcialmente presforzados se calculará con base en las condiciones de equilibrio y en las hipótesis generales enunciadas en la sección 2.1, tomando en cuenta la deformación inicial del acero debida al presfuerzo.

##### 9.3.1.1 Esfuerzo en el acero de presfuerzo en elementos a flexión.

En elementos total y parcialmente presforzados, el esfuerzo en el acero de presfuerzo  $f_{sp}$ , cuando se alcanza la resistencia, deberá valuarse como dice el párrafo anterior, es decir, a partir del equilibrio y las hipótesis generales. Sin embargo, cuando la resistencia del concreto,  $f_c'$ , no es mayor que 350 kg/cm<sup>2</sup> (35 MPa), y el presfuerzo efectivo,  $f_{se}$ , no es menor que la mitad del esfuerzo resistente,  $f_{sr}$ , del acero de presfuerzo, el esfuerzo  $f_{sp}$  puede calcularse con las expresiones siguientes:

Secciones con presfuerzo total:

$$f_{sp} = f_{sr} \left[ 1 - 0.5 \left( p_p \frac{f_{sr}}{f_c''} - q' \right) \right] \quad (9.3)$$

Secciones con presfuerzo parcial:

$$f_{sp} = f_{sr} \left[ 1 - 0.5 \left( p_p \frac{f_{sr}}{f_c''} + q - q' \right) \right] \quad (9.4)$$

Las cantidades

$$p_p \frac{f_{sr}}{f_c''} - q' \quad \text{y} \quad p_p \frac{f_{sr}}{f_c''} + q - q'$$

no se tomarán menores que 0.17, y  $d'$  no se supondrá mayor que  $0.15d_p$ .

En las expresiones anteriores:

$p_p$  cuantía de acero presforzado ( $A_{sp}/bd_p$ );

$d_p$  distancia entre la fibra extrema a compresión y el centroide del acero presforzado;

$$q = \frac{p f_y}{f_c''}$$

$$q' = \frac{p' f_y}{f_c''}$$

$$p = \frac{A_s}{b d}$$

$$p' = \frac{A_s'}{b d}$$

$b$  ancho de la sección; en secciones I o T, ancho del patín comprimido por efecto de las cargas.

##### 9.3.1.2 Refuerzo mínimo en elementos a flexión

El acero a tensión, presforzado y ordinario, en secciones con presfuerzo total, será por lo menos el necesario para que el momento resistente de diseño de la sección sea igual a 1.2 veces su momento flexionante de agrietamiento.

En secciones con presfuerzo parcial, el acero a tensión, presforzado y ordinario, será por lo menos el necesario para que el momento resistente de diseño de la sección sea igual a  $(1.5 - 0.3I_p)$  veces su momento flexionante de agrietamiento.

Para valuar los momentos resistentes y de agrietamiento se tomará en cuenta el efecto del presfuerzo; los momentos de agrietamiento se calcularán con el módulo de rotura no reducido,  $\overline{f_f}$ , definido en la sección 1.4.1.3.

### 9.3.1.3 Refuerzo máximo en elementos a flexión

Las cantidades de acero de presfuerzo y de acero ordinario que se utilicen en la zona de tensión y en la de compresión serán tales que se cumpla la siguiente condición:

$$\varepsilon_{sp} \geq \frac{\varepsilon_{yp}}{0.75}$$

donde  $\varepsilon_{sp}$  es la deformación unitaria del acero de presfuerzo cuando se alcanza el momento resistente de la sección y  $\varepsilon_{yp}$  es la deformación unitaria convencional de fluencia del acero de presfuerzo. La deformación  $\varepsilon_{sp}$  debe incluir la deformación debida al presfuerzo efectivo. El valor de  $\varepsilon_{yp}$  se obtendrá del fabricante del acero de presfuerzo; si no tienen datos puede suponerse igual a 0.01.

### 9.3.1.4 Secciones T sujetas a flexión

Para determinar el ancho efectivo del patín de secciones T presforzadas que forman parte integral de un piso monolítico, se aplicará el criterio dado en la sección 2.2.3 para vigas reforzadas.

En vigas T presforzadas aisladas regirá el mismo criterio, a menos que se compruebe experimentalmente la posibilidad de tomar anchos efectivos mayores.

### 9.3.1.5 Refuerzo transversal en miembros a flexo-compresión

Este refuerzo debe cumplir con los requisitos de la sección 6.2.3, aplicados con base en el acero longitudinal ordinario que tenga el miembro. También cumplirá con la sección 9.3.2.

### 9.3.2 Fuerza cortante

Para tomar en cuenta los efectos de la fuerza cortante en elementos total o parcialmente presforzados, se aplicarán las disposiciones de las secciones 2.5.1 y 2.5.3.

### 9.3.3 Pandeo debido al presfuerzo

En todo diseño debe considerarse la posibilidad de pandeo de un elemento entre puntos en que estén en contacto el concreto y el acero de presfuerzo. También se tendrá en cuenta el pandeo de patines y almas delgadas.

### 9.3.4 Torsión

Los efectos de torsión en elementos de concreto parcial y totalmente presforzados se tomarán en cuenta mediante las disposiciones establecidas en la sección 2.6.

## 9.4 Estados límite de servicio

Las deflexiones y el agrietamiento bajo las condiciones de carga que pueden ser críticas durante el proceso constructivo y la vida útil de la estructura no deben exceder a los valores que en cada caso se consideren aceptables. Cuando sea significativo, se revisarán los efectos de la fatiga.

Debe realizarse un estudio cuidadoso del agrietamiento y deflexiones en elementos parcialmente presforzados.

### 9.4.1 Elementos con presfuerzo total

En elementos con presfuerzo total, una forma indirecta de lograr que el agrietamiento no sea excesivo y limitar las pérdidas por flujo plástico es obligar a que los esfuerzos en condiciones de servicio se mantengan dentro de ciertos límites. Para este fin, al dimensionar o al revisar esfuerzos bajo condiciones de servicio, se usará la teoría elástica del concreto y la sección transformada. En estas operaciones no se emplean secciones reducidas, esfuerzos reducidos ni factores de resistencia.

Si se opta por limitar los esfuerzos, se considerarán los valores siguientes:

#### 9.4.1.1 Esfuerzos permisibles en el concreto

- a) Esfuerzos inmediatamente después de la transferencia y antes que ocurran las pérdidas por contracción y por flujo plástico del concreto indicadas en la sección 9.5:

- 1) Compresión:

$$0.60f_{ci}'$$

- 2) Tensión en miembros sin refuerzo en la zona de tensión, excepto lo indicado en 9.4.1.1.a.3:

$$0.8\sqrt{f_{ci}'} \quad (\text{en kg/cm}^2)$$

$$(0.25\sqrt{f_{ci}'} \quad \text{en MPa})$$

- 3) Tensión en los extremos de miembros simplemente apoyados

$$1.6\sqrt{f_{ci}'}$$

$$(0.5\sqrt{f_{ci}'})$$

Cuando el esfuerzo de tensión calculado exceda de estos valores, se suministrará refuerzo ordinario para

que resista la fuerza total de tensión del concreto, valuada en la sección sin agrietar.

En las expresiones anteriores,  $f_{ci}'$ , es la resistencia a compresión del concreto a la edad en que ocurre la transferencia. Esta tiene lugar en concreto pretensado cuando se cortan los tendones o se disipa la presión en el gato, o, en postensado, cuando se anclan los tendones.

b) Esfuerzos bajo cargas de servicio (después de que han ocurrido todas las pérdidas de presfuerzo).

1) Compresión:

$$0.45f_c'$$

2) Tensión:

$$1.6\sqrt{f_c'} \quad (\text{en kg/cm}^2)$$

$$(0.5\sqrt{f_c'} \quad \text{en MPa})$$

Estos valores pueden excederse con tal que se justifique que el comportamiento estructural del elemento será adecuado, pero sin que el esfuerzo de tensión llegue a ser mayor que

$$3.2\sqrt{f_c'} \\ (\sqrt{f_c'})$$

Si el esfuerzo calculado de tensión resulta mayor que

$$3.2\sqrt{f_c'} \\ (\sqrt{f_c'})$$

puede usarse acero ordinario y tratar el elemento como parcialmente presforzado, si así lo dice su índice de presfuerzo. Deberá cumplirse con los requisitos de deflexiones indicados en las secciones 9.4.1.3 y evitar agrietamiento excesivo.

Cuando la estructura va a estar sujeta a ambiente corrosivo, no deberá haber tensiones en el concreto en condiciones de servicio.

#### 9.4.1.2 Esfuerzos permisibles en el acero de presfuerzo

a) Debidos a la fuerza aplicada por el gato

$$0.94f_{yp}$$

pero no deberá exceder de  $0.8f_{sr}$

b) Inmediatamente después de la transferencia

$$0.82f_{yp}$$

pero no será mayor que  $0.74f_{sr}$

c) En cables de postensado, anclajes y acoplamientos, inmediatamente después del anclaje de los tendones

$$0.70f_{sr}$$

En estas expresiones,  $f_{sr}$  es el esfuerzo resistente del acero de presfuerzo.

#### 9.4.1.3 Deflexiones

Las deflexiones inmediatas en elementos totalmente presforzados se calcularán con los métodos usuales para determinar deflexiones elásticas; en los cálculos se puede usar el momento de inercia de la sección total cuando no se encuentre agrietada.

Las deflexiones diferidas deben calcularse tomando en cuenta los efectos de las pérdidas en la fuerza de presfuerzo debidas a contracción y a flujo plástico del concreto, y de relajación del acero indicadas en la sección 9.5.

#### 9.4.2 Elementos con presfuerzo parcial

En elementos parcialmente presforzados se recomienda que la magnitud del momento de descompresión sea cuando menos igual al que produce la carga muerta más la carga viva media estipulada en el **Artículo 171 del Título Sexto**. El momento de descompresión es aquel que produce esfuerzos nulos en la fibra extrema en tensión al sumar sus efectos a los del presfuerzo.

##### 9.4.2.1 Esfuerzos permisibles en el concreto

a) Los esfuerzos permisibles de compresión y tensión inmediatamente después de la transferencia y antes que ocurran las pérdidas debidas a contracción y a flujo plástico del concreto serán los estipulados en el inciso 9.4.1.1.a para concretos totalmente presforzados.

b) Esfuerzos bajo cargas de servicio

Serán los indicados en el inciso 9.4.1.1.b para elementos de concreto con presfuerzo total.

##### 9.4.2.2 Esfuerzos permisibles en el acero de presfuerzo

Serán los mismos que para elementos totalmente presforzados, indicados en la sección 9.4.1.2.

##### 9.4.2.3 Deflexiones

Las deflexiones en elementos parcialmente presforzados deberán calcularse considerando todas las etapas de carga, y

la condición de agrietamiento en cada etapa. Se calcularán con los métodos usuales.

#### 9.4.2.4 Agrietamiento

El criterio siguiente se aplica a elementos de concreto parcialmente presforzado que no deban ser impermeables y que no estén expuestos a un ambiente corrosivo.

El agrietamiento siempre deberá ser controlado por acero de refuerzo ordinario, despreciando la posible contribución del acero de presfuerzo, por lo que deberá cumplirse con las disposiciones para agrietamiento de elementos no presforzados indicadas en la sección 3.3.

### 9.5 Pérdidas de presfuerzo

Para evaluar el presfuerzo efectivo se tomarán en cuenta las pérdidas debidas a las siguientes causas:

- a) Pérdidas inmediatas
  - 1) Acortamiento elástico del concreto;
  - 2) Desviación de los tendones;
  - 3) Fricción, sólo en elementos postensados, en el acero presforzado, debida a curvatura intencional o accidental; y
  - 4) Deslizamiento de los anclajes.
- b) Pérdidas diferidas
  - 1) Flujo plástico del concreto;
  - 2) Contracción del concreto; y
  - 3) Relajación del esfuerzo en el acero de presfuerzo.

#### 9.5.1 Pérdidas de presfuerzo en elementos pretensados

Si los elementos pretensados, con presuerzo total o parcial, van a ser construidos en plantas de fabricación establecidas, y dichas plantas cuentan con estudios estadísticos de pérdidas de presfuerzo, se puede suponer una pérdida total global de presfuerzo, considerada como un porcentaje, basándose en dichos estudios estadísticos. En caso contrario la pérdida total de presfuerzo será la suma de las pérdidas debidas a lo siguiente:

- a) Acortamiento elástico del concreto;
- b) Deslizamiento de los anclajes;
- c) Desviación de los tendones;
- d) Flujo plástico del concreto;
- e) Contracción del concreto; y
- f) Relajación del esfuerzo en el acero de presfuerzo.

#### 9.5.2 Pérdidas de presfuerzo en elementos postensados

La pérdida total de presfuerzo, en elementos postensados con presuerzo total o parcial será la suma de las pérdidas debidas a lo siguiente:

- a) Acortamiento elástico del concreto;
- b) Fricción en el acero de presfuerzo debida a curvatura accidental o intencional;
- c) Deslizamiento de los anclajes;
- d) Flujo plástico del concreto;
- e) Contracción del concreto; y
- f) Relajación del esfuerzo en el acero de presfuerzo.

#### 9.5.3 Criterios de valuación de las pérdidas de presfuerzo

En función del tipo de estructura, modalidades del presfuerzo y grado de precisión requerido, se utilizará alguno de los tres métodos de estimación de pérdidas indicados en la tabla 9.1.

**Tabla 9.1 Métodos de estimación de pérdidas de presfuerzo**

Métodos para estimar las pérdidas de la fuerza de presfuerzo	Descripción
A Estimación global	Las pérdidas de presfuerzo se definen como un porcentaje de la fuerza aplicada por el gato.
B Estimación individual	Las pérdidas de presfuerzo se valúan de manera individual mediante fórmulas. Las contribuciones de cada una de ellas se suman para obtener la pérdida total.
C Estimaciones por el método de los intervalos	Las pérdidas inmediatas se calculan con el método de estimación individual.  Las estimaciones de las pérdidas de presfuerzo diferidas se efectúan estableciendo como mínimo cuatro intervalos de tiempo, que toman en cuenta la edad del concreto en la cual ocurre la pérdida

El método de estimación global se usará únicamente en caso de no tener información para evaluar las pérdidas de presfuerzo. En elementos pretensados se puede suponer que

la suma de las pérdidas varía entre 20 y 25 por ciento de la fuerza aplicada por el gato. En postensados, la suma de las pérdidas, sin incluir las de fricción, se puede suponer que varía entre 15 y 20 por ciento de la fuerza aplicada por el gato.

Se tomará el porcentaje de pérdidas que proporcione las condiciones más desfavorables en los elementos tanto pretensados como postensados.

En la tabla 9.2 se presenta el criterio de selección del método de valuación de pérdidas para edificios convencionales.

**Tabla 9.2 Criterios para seleccionar el método de valuación de pérdidas**

Pretensado		Postensado	
Estimación preliminar	Estimación definitiva	Estimación preliminar	Estimación definitiva
A	B	A	C

Las pérdidas por fricción en acero postensado se basarán en coeficientes de fricción por desviación accidental y por curvatura, determinados experimentalmente.

Al respecto, la ecuación que sigue proporciona, en función de los coeficientes mencionados, el valor de la fuerza,  $P_0$ , que es necesaria aplicar en el gato para producir una tensión determinada,  $P_x$ , en un punto  $x$  del tendón

$$P_0 = P_x e^{KL + \alpha\mu} \tag{9.5}$$

Cuando  $(KL + \alpha\mu)$  no sea mayor que 0.3, el efecto de la pérdida por fricción puede calcularse con la expresión

$$P_0 = P_x (1 + KL + \alpha\mu) \tag{9.6}$$

donde

$K$  coeficiente de fricción por desviación accidental, por metro de tendón, en  $m^{-1}$ ;

$L$  longitud de tendón desde el extremo donde se une al gato hasta el punto  $x$ , en m;

$\mu$  coeficiente de fricción por curvatura;

$\alpha$  cambio angular total en el perfil del tendón, desde el extremo donde actúa el gato hasta el punto  $x$ , en radianes; y

$e$  base de los logaritmos naturales.

Para el diseño preliminar de elementos y en casos en los que no se cuente con información del fabricante, se podrán emplear los valores de  $K$  y  $\mu$  de la tabla 9.3.

**Tabla 9.3 Coeficientes de fricción para tendones postensados**

Cables dentro de una camisa metálica inyectada con lechada, formados por	Coefficiente $K$ , por metro de longitud	Coefficiente de curvatura, $\mu$
Alambres	0.003 a 0.005	0.15 a 0.25
Barras de alta resistencia	0.0003 a 0.002	0.08 a 0.30
Torones de siete alambres	0.0015 a 0.0065	0.15 a 0.25

#### 9.5.4 Indicaciones en planos

Deberán indicarse en los planos estructurales las pérdidas de presfuerzo consideradas en el diseño, y no deberán excederse dichas pérdidas en la planta de fabricación ni en la obra.

Además, para elementos postensados, deben indicarse en los planos estructurales los valores de los coeficientes de fricción por curvatura,  $\mu$ , y por desviación accidental,  $K$ , usados en el diseño, los intervalos aceptables para las fuerzas producidas por el gato en los cables, el deslizamiento esperado en los anclajes y el diagrama de tensado.

### 9.6 Requisitos complementarios

#### 9.6.1 Zonas de anclaje

En vigas con tendones postensados deben utilizarse bloques extremos a fin de distribuir las fuerzas concentradas de presfuerzo en el anclaje.

En vigas pretensadas se puede prescindir de los bloques extremos.

Los bloques extremos deben tener suficiente espacio para permitir la colocación del acero de presfuerzo y para alojar los dispositivos de anclaje.

##### 9.6.1.1 Geometría

Preferentemente los bloques extremos deben ser tan anchos como el patín más estrecho de la viga, y tener una longitud mínima igual a tres cuartas partes del peralte de la viga, pero no menos de 600 mm.

### 9.6.1.2 Refuerzo

Para resistir el esfuerzo de ruptura debe colocarse en los miembros postensados una parrilla transversal formada por barras verticales y horizontales con la separación y cantidad recomendada por el fabricante del anclaje, o algún refuerzo equivalente.

Cuando las recomendaciones del fabricante no sean aplicables, la parrilla debe constar, como mínimo, de barras de 9.5 mm de diámetro (número 3), colocadas cada 80 mm, centro a centro, en cada dirección.

La parrilla se colocará a no más de 40 mm de la cara interna de la placa de apoyo de anclaje.

En las zonas de transferencia de vigas pretensadas debe colocarse refuerzo transversal en forma y cantidad tales que evite la aparición de grietas de más de 0.1 mm de ancho paralelas a los tendones.

### 9.6.1.3 Esfuerzos permisibles de aplastamiento en el concreto de elementos postensados para edificios

El esfuerzo de aplastamiento permisible,  $f_b$ , en el concreto bajo la acción de la placa de anclaje de los cables de postensado se puede calcular con las expresiones siguientes, si la zona de anclaje cumple con las secciones 9.6.1.1 y 9.6.1.2:

- a) Inmediatamente después del anclaje del cable

$$f_b = 0.8 f_{ci}' \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} - 0.2 \leq 1.25 f_{ci}' \quad (9.7)$$

- b) Después que han ocurrido las pérdidas de presfuerzo

$$f_b = 0.6 f_c' \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq f_c' \quad (9.8)$$

donde

$A_1$  área de aplastamiento de la placa de anclaje de los cables de postensado; y

$A_2$  área de la figura de mayor tamaño, semejante a  $A_1$  y concéntrica con ella, que puede inscribirse en la superficie de anclaje.

### 9.6.2 Longitud de desarrollo y de transferencia del acero de presfuerzo

- a) Los torones de pretensado de tres o siete alambres deberán estar adheridos, más allá de la sección crítica, en una longitud no menor que

$$0.014 (f_{sp} - 0.67 f_{se}) d_b$$

$$(0.14 (f_{sp} - 0.67 f_{se}) d_b)$$

para alambres lisos de presfuerzo dicha longitud no será menor que

$$0.028 (f_{sp} - 0.67 f_{se}) d_b$$

$$(0.28 (f_{sp} - 0.67 f_{se}) d_b)$$

Esta revisión puede limitarse a las secciones más próximas a las zonas de transferencia del miembro, y en las cuales sea necesario que se desarrolle la resistencia de diseño.

Cuando la adherencia del torón no se extienda hasta el extremo del elemento y en condiciones de servicio existan esfuerzos de tensión por flexión en el concreto en la zona precomprimida, se debe duplicar la longitud de desarrollo del torón dada por la fórmula anterior.

- b) La longitud de transferencia de alambres lisos de presfuerzo se supondrá de 100 diámetros. En torones será de 50 diámetros.

### 9.6.3 Anclajes y acopladores para postensado

Los anclajes para tendones adheridos deben desarrollar, por lo menos, el 90 por ciento de la resistencia máxima de los tendones cuando se prueben bajo condición de no adherencia, sin que se excedan los corrimientos previstos. Sin embargo, dichos anclajes deben ser capaces de desarrollar la resistencia máxima especificada de los tendones una vez producida la adherencia.

Los acopladores deben colocarse en zonas aprobadas por el Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra cuando no se requiera Corresponsable, y en ductos lo suficientemente amplios para permitir los movimientos necesarios.

Los dispositivos de anclaje en los extremos deben protegerse permanentemente contra la corrosión.

### 9.6.4 Revisión de los extremos con continuidad

En extremos de elementos presforzados que posean cierto grado de continuidad, se debe considerar el efecto de la fuerza de presfuerzo en la zona de compresión revisando que la deformación unitaria máxima no exceda 0.003.

9.6.5 Recubrimiento en elementos de concreto presforzado

9.6.5.1 Elementos que no están en contacto con el terreno

El recubrimiento de alambres, varillas, torones, tendones, cables, ductos y conexiones, para elementos de concreto presforzado que no están en contacto con el terreno, no será menor que su diámetro,  $d_b$ , ni menor que lo indicado en la tabla 9.4.

**Tabla 9.4 Recubrimiento en elementos de concreto presforzado que no están en contacto con el terreno**

Tipo de elemento	Recubrimiento mínimo, mm
Columnas y trabes	20
Cascarones, losas y otro tipo de elementos	15

9.6.5.2 Elementos de concreto presforzado en contacto con el terreno

Para elementos presforzados que estén en contacto con el terreno y permanentemente expuestos a él deberá utilizarse un recubrimiento de 40 mm si no se utiliza plantilla, y de 20 mm si se tiene plantilla.

9.6.5.3 Barras de acero ordinario en elementos de concreto presforzado

El recubrimiento de las barras de acero ordinario que se incluyan en elementos de concreto presforzado deberá cumplir con las disposiciones de la sección 4.9.

9.6.6 Separación entre elementos de acero para presfuerzo

9.6.6.1 Separación libre horizontal entre alambres y entre torones

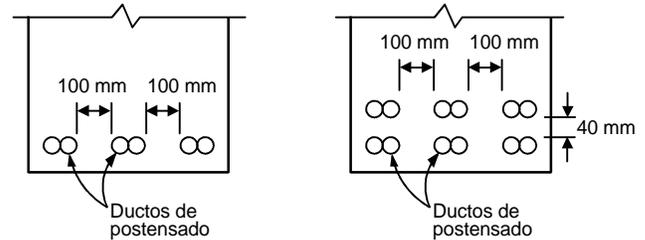
La separación libre horizontal,  $S_{Lh}$ , entre elementos de acero para presfuerzo, será como se indica en la tabla 9.5.

9.6.6.2 Separación libre horizontal entre ductos de postensado

La separación libre horizontal entre ductos de postensado,  $S_{Lh}$ , será como se indica en la tabla 9.5.

Se permite formar paquetes de ductos siempre y cuando se demuestre que el concreto puede colarse satisfactoriamente y se garantice que los tendones no se romperán al tensarse. Sin embargo, cuando se tengan dos o más lechos horizontales de ductos no se permitirá formar paquetes en el sentido vertical (ver figura 9.1).

Cuando se tengan paquetes de ductos, la separación libre horizontal,  $S_{Lh}$ , entre cada paquete y en toda la longitud del paquete no será menor que la indicada en la tabla 9.5.



**Figura 9.1 Separaciones libres mínimas entre paquetes de ductos de postensado**

9.6.6.3 Separación libre vertical entre alambres y entre torones

La separación libre vertical,  $S_{Lv}$ , entre alambres y entre torones no será menor que la indicada en la tabla 9.5. En la zona central del claro se permite una separación vertical menor y la formación de paquetes en el sentido vertical.

9.6.6.4 Separación libre vertical entre ductos de postensado

La separación libre vertical,  $S_{Lv}$ , entre ductos de postensado y entre paquetes de ductos será la indicada en la tabla 9.5.

**Tabla 9.5 Separación libre entre elementos de acero para presfuerzo**

Tipo de elemento de presfuerzo	Separación libre horizontal, $S_{Lh}$	Separación libre vertical, $S_{Lv}$
Alambres	$S_{Lh} \geq 4d_b$ y $S_{Lh} \geq 1.5 tma^1$	$S_{Lv} \geq 1.25 tma$
Torones	$S_{Lh} \geq 3d_b$ y $S_{Lh} \geq 1.5 tma$	$S_{Lv} \geq 1.25 tma$
Ductos individuales	$S_{Lh} \geq 40$ mm y $S_{Lh} \geq 1.5 tma$	$S_{Lv} \geq 40$ mm
Paquetes de ductos	$S_{Lh} \geq 100$ mm	$S_{Lv} \geq 40$ mm

<sup>1</sup> tma: Tamaño máximo del agregado

#### 9.6.6.5 Separación libre vertical y horizontal entre barras de acero ordinario en elementos de concreto presforzado

Las separaciones libres deberán cumplir con las disposiciones de las secciones 4.9, 5.3 y 5.4.

#### 9.6.7 Protección contra corrosión

Los tendones no adheridos deberán estar recubiertos completamente con un material adecuado que asegure su protección contra la corrosión. El material de recubrimiento deberá ser continuo en toda la longitud no adherida, deberá prevenir la penetración de pasta de cemento y deberá ser resistente al manejo durante la construcción. Las zonas de anclaje y los dispositivos auxiliares deberán protegerse permanentemente contra la corrosión mediante dispositivos probados o materiales que garanticen dicha protección. Si se emplean concretos o morteros fluidos, éstos deberán estar libres de elementos corrosivos.

#### 9.6.8 Resistencia al fuego

Deberá cumplirse con los recubrimientos especificados en la sección 9.6.5.

#### 9.6.9 Ductos para postensado

Los ductos para tendones que se inyectarán con lechada deben ser herméticos a ella y no deberán reaccionar con los tendones, con el concreto ni con la lechada de relleno.

Los ductos para tendones o para alambres individuales que se vayan a inyectar con lechada deberán tener un diámetro interior por lo menos 10 mm mayor que el diámetro del tendón o alambre,  $d_b$ . Los ductos para grupos de alambres o tendones deberán tener un área transversal interna no menor que dos veces el área transversal neta de los alambres o tendones.

#### 9.6.10 Lechada para tendones de presfuerzo

La lechada deberá estar constituida por cemento y agua, o por cemento, arena y agua. El cemento, el agua y la arena deberán cumplir con las disposiciones de la sección 1.4. Así mismo, deberá cumplirse con lo especificado en la sección 14.4.1.

### 9.7 Losas postensadas con tendones no adheridos

#### 9.7.1 Requisitos generales

##### 9.7.1.1 Definiciones

Un sistema de losas de concreto postensadas con presfuerzo no adherido consta de tendones no adheridos, anclajes y refuerzo adicional ordinario a base de barras corrugadas de acero. Los tendones no adheridos son alambres o torones de

acero cubiertos por grasa lubricante y resistente a la corrosión y forrados por una funda plástica. Los anclajes, fijos y de tensado, están compuestos por una placa de acero dúctil, por dispositivos que sujetan al tendón y transmiten la tensión a la placa de acero y por acero de confinamiento en la zona adyacente a la placa. El refuerzo adicional a base de barras corrugadas tiene la función de resistir el cortante y momento en conexiones losa–columna, controlar el agrietamiento causado por las restricciones al acortamiento axial y a los cambios volumétricos del concreto, así como de incrementar la redundancia de la estructura, en particular ante cargas imprevistas.

##### 9.7.1.2 Losas planas apoyadas en columnas

Si se emplean losas planas apoyadas sobre columnas, la estructura deberá tener un sistema primario reforzado con barras corrugadas capaz de resistir el sismo sin contar con la contribución de la losa más que en su acción como diafragma para resistir cargas en su plano. El análisis sísmico se hará con los criterios de la sección 9.7.3. Se deberá considerar el efecto en la estructura de los momentos debidos al presfuerzo de la losa, tanto por el acortamiento elástico como por las deformaciones a largo plazo del concreto. En el diseño de la estructura se prestará atención a evitar que se alcance algún estado límite de falla frágil. Para losas planas, la relación claro mayor–espesor no deberá exceder de 40.

##### 9.7.1.3 Losas apoyadas en vigas

Si se emplea losas apoyadas en vigas se deberá satisfacer los requisitos aplicables de esta sección.

Para losas apoyadas en vigas, la relación claro mayor–espesor no deberá exceder de 50.

##### 9.7.1.4 Factores de reducción

Los factores de reducción para losas postensadas con tendones no adheridos,  $F_R$  serán:

- $F_R = 0.8$  para flexión.
- $F_R = 0.8$  para cortante y torsión.
- $F_R = 0.7$  para aplastamiento del concreto.
- $F_R = 0.7$  para diseño de las zonas de anclaje.

#### 9.7.2 Estados límite de falla

##### 9.7.2.1 Flexión

- Análisis

Las fuerzas y momentos internos pueden obtenerse por medio de métodos reconocidos de análisis elástico.

Ante cargas laterales se adoptarán las hipótesis señaladas en la sección 8.3.3. Para valuar los momentos se deberá considerar la secuencia de construcción. Los momentos de diseño serán la suma de los momentos producidos por el acortamiento de la losa debido al presfuerzo, incluyendo pérdidas (con factor de carga unitario) y los debidos a cargas de diseño.

b) Esfuerzos normales máximo y mínimo

El esfuerzo normal promedio debido al presfuerzo deberá ser mayor o igual que 9 kg/cm<sup>2</sup> (0.9 MPa) e inferior a 35 kg/cm<sup>2</sup> (3.5 MPa).

c) Esfuerzo en el acero de presfuerzo

Se deberá calcular a partir del equilibrio y de las hipótesis generales enunciadas en la sección 2.1, tomando en cuenta la deformación inicial del acero debida al presfuerzo. Sin embargo, cuando el presfuerzo efectivo,  $f_{se}$ , no es menor que la mitad del esfuerzo resistente,  $f_{sr}$ , del acero de presfuerzo, el esfuerzo en el acero de presfuerzo cuando se alcanza la resistencia a flexión  $f_{sp}$ , puede calcularse como

$$f_{sp} = f_{se} + 700 + \frac{f_c'}{100 p_p} \quad (9.9)$$

$$\left( f_{sp} = f_{se} + 70 + \frac{f_c'}{10 p_p} \right)$$

para losas con relaciones claro–espesor menores que 35, donde  $f_{sp}$  deberá ser menor que  $f_{yp}$  y que ( $f_{sr} + 4\,200$ ), en kg/cm<sup>2</sup> ( $f_{sr} + 420$ , en MPa), o bien

$$f_{sp} = f_{se} + 700 + \frac{f_c'}{300 p_p} \quad (9.10)$$

$$\left( f_{sp} = f_{se} + 70 + \frac{f_c'}{30 p_p} \right)$$

para losas con relaciones claro–espesor mayores o iguales a 35, donde  $f_{sp}$  deberá ser menor que  $f_{yp}$  y que  $f_{sr} + 2\,100$ , en kg/cm<sup>2</sup> ( $f_{sr} + 210$ , en MPa).

d) Refuerzo mínimo

La cuantía de acero a tensión, presforzado y sin presforzar, será por lo menos la necesaria para que el momento resistente de la sección sea igual a 1.2 veces su momento de agrietamiento. Los momentos de agrietamiento se calcularán con el módulo de rotura no reducido,  $\overline{f_f}$ , establecido en la sección 1.4.1.3.

e) Pérdidas de presfuerzo

Se revisarán las debidas a las causas descritas en la sección 9.5.

En las primeras dos losas por encima de la cimentación no presforzada y en la losa de azotea, se deberá valuar el efecto de restricciones estructurales sobre la pérdida de precompresión del presfuerzo considerando varios posibles anchos efectivos de losa.

f) Geometría de los tendones

La configuración de los tendones deberá ser consistente con la distribución de los momentos obtenida por el método de análisis elegido.

El radio de curvatura de los tendones no deberá ser menor de 2.4 m. La separación entre alambres, torones o bandas de torones en una dirección no deberá ser mayor de ocho veces el espesor de la losa, ni 1.5 m. Las desviaciones verticales en la colocación de los tendones no deberán exceder de:  $\pm 6.5$  mm para espesores de losa de hasta 200 mm y de  $\pm 10$  mm para losas con más de 200 mm de espesor. Los valores de las tolerancias deberán considerarse cuando se determinen los recubrimientos de concreto para los tendones (secciones 4.9 y 9.7.4.6). Las desviaciones horizontales deberán tener un radio de curvatura mínimo de 7 m.

### 9.7.2.2 Cortante

a) Se revisará la losa a fuerza cortante para las condiciones señaladas en los incisos 2.5.9.a y 2.5.9.b. Para conexiones losa–columna interiores y exteriores, la fracción de momento transmitido entre losa y columna por flexión se considerará como lo establece la sección 8.4. Se deberá colocar un refuerzo mínimo en la losa como el señalado en la sección 2.5.9.4.

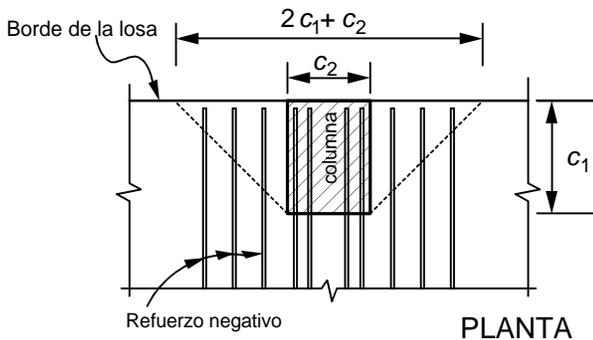
El refuerzo transversal en la columna en la unión con la losa debe cumplir con lo establecido en el inciso 8.2.b.

En caso de que los esfuerzos cortantes sean mayores que la resistencia del concreto, se colocarán estribos diseñados de acuerdo con la sección 2.5.9.5.

b) Dimensionamiento del refuerzo para flexión

Se aplicará lo indicado en la sección 8.5. El refuerzo por sismo se determinará a partir del momento de diseño obtenido en el análisis descrito en la sección 9.7.3. Cuando menos dos de las barras del lecho superior o tendones de presfuerzo en cada dirección y todo el refuerzo de integridad estructural deberán cruzar el núcleo de la columna correspondiente. Para conexiones exteriores en donde el vector de momento sea paralelo al borde de la losa, se deberá colocar

refuerzo negativo perpendicular al borde en una franja igual a  $2c_1+c_2$  centrada en el centroide de la sección crítica para transmitir a la columna todo el momento que proviene de la losa (fig. 9.2), a menos que el borde se diseñe para resistir la torsión. Si el borde de la losa se diseña para transmitir por torsión a la columna el momento de la losa, el refuerzo negativo se distribuirá en el ancho de la losa tributario a la columna.



**Figura 9.2 Refuerzo negativo perpendicular a un borde no diseñado para resistir torsión**

El refuerzo de integridad estructural consistirá al menos de dos barras del lecho inferior en la franja de columna de cada dirección que sean continuas, traslapadas o ancladas en el apoyo. Los tendones del lecho inferior que pasen por las columnas o apoyos se consideran efectivos para cumplir con lo anterior. En conexiones interiores el área del refuerzo de integridad estructural, en  $\text{cm}^2$  ( $\text{mm}^2$ ), en cada dirección principal será al menos igual a

$$A_{sm} = \frac{0.55 w_u l_1 l_2}{f_y} \quad (9.11)$$

$$\left( A_{sm} = \frac{550 w_u l_1 l_2}{f_y} \right)$$

donde  $w_u$  es la carga de diseño de la losa, en  $\text{kg}/\text{m}^2$  ( $\text{kN}/\text{m}^2$ ), pero no menor que dos veces la carga muerta de servicio de la losa,  $l_1$  y  $l_2$  son los claros centro a centro en cada dirección principal, en m, y  $f_y$  es el esfuerzo especificado de fluencia del acero de integridad estructural, en  $\text{kg}/\text{cm}^2$  (MPa). Para conexiones de borde, el área  $A_{sm}$  calculada con la expresión 9.11 se puede reducir a dos tercios y, para conexiones de esquina, a la mitad. Se deberá usar el mayor valor de  $A_{sm}$  cuando los valores calculados en una misma dirección difieran para claros adyacentes. El área de refuerzo de integridad estructural se considerará

como parte del refuerzo calculado para resistir la flexión.

### 9.7.3 Sistemas de losas postensadas–columnas bajo sismo

Las fuerzas y momentos internos de diseño para el sistema primario resistente a sismo se obtendrán de un análisis sísmico de un modelo donde se desprecie la contribución de la losa plana, excepto por su efecto de diafragma. Se usará el valor de  $Q$  que corresponda a dicho sistema estructural primario resistente a sismo. Se revisará que la cuantía de refuerzo por flexión no exceda al indicado en la sección 2.2.2. Las diferencias de desplazamientos en niveles consecutivos debidos a las fuerzas cortantes de entrepiso no deberán exceder de 0.006 veces la diferencia entre las correspondientes alturas de los niveles.

Para diseñar el sistema losa plana–columnas para momentos flexionantes y fuerzas cortantes, siguiendo lo establecido en las secciones 9.7.2.1 y 9.7.2.2, se hará el análisis sísmico de un modelo completo de la estructura que incluya las losas planas y su interacción con las columnas y con el sistema estructural resistente a sismo. Las losas se modelarán según la sección 8.3.3; se considerarán los momentos de inercia de las secciones de la losa sin agrietar. Se usará un valor de  $Q=2$ . Las diferencias de desplazamientos en niveles consecutivos debido a las fuerzas cortantes de entrepiso no deberán exceder de 0.006 veces la diferencia entre las correspondientes alturas de los niveles.

Se deberá revisar que no se alcance estado límite de falla frágil alguno, en particular en la conexión losa–columna. La losa deberá satisfacer los requisitos de diafragmas de la sección 6.6.

### 9.7.4 Estados límite de servicio

#### 9.7.4.1 Esfuerzos permisibles en el concreto

La cantidad de torones y el nivel de presfuerzo se determinarán de manera que los esfuerzos a compresión y tensión en el concreto no excedan los valores de la sección 9.4 para cargas muerta y viva de servicio.

#### 9.7.4.2 Esfuerzos permisibles en el acero de presfuerzo

Después del anclaje del tendón,  $0.70f_{sr}$ .

#### 9.7.4.3 Deflexiones

Las deflexiones en losas postensadas deberán calcularse para carga viva según su distribución más desfavorable (deflexiones inmediatas) y para carga sostenidas (flechas diferidas). Para calcular las flechas diferidas, sólo se considerará la carga sostenida en exceso a la equilibrada por el postensado.

#### 9.7.4.4 Agrietamiento

En regiones de momento positivo, cuando el esfuerzo a tensión en el concreto en condiciones de servicio (después de considerar las pérdidas de presfuerzo) sea mayor que  $0.5\sqrt{f_c'}$  (en kg/cm<sup>2</sup>,  $0.16\sqrt{f_c'}$  en MPa) se colocará un área mínima de refuerzo corrugado adherido igual a

$$A_s = \frac{N_c}{0.5 f_y} \quad (9.12)$$

$$\left( A_s = \frac{2 N_c}{f_y} \right)$$

donde  $N_c$  es la fuerza a tensión en el concreto debida a cargas muerta y viva de servicio. En esta expresión el esfuerzo especificado de fluencia  $f_y$  no deberá ser mayor de 4200 kg/cm<sup>2</sup> (420 MPa). El refuerzo tendrá una longitud mínima de un tercio del claro libre y deberá ser centrado en la región de momento positivo. Se deberá colocar lo más cercano a la fibra extrema a tensión y se deberá distribuir uniformemente sobre la zona a tensión precomprimida. Se aplicarán las disposiciones sobre separación máxima de la sección 4.9.

En zonas de momento negativo sobre las columnas se colocará una área mínima de acero adherido sin presforzar en ambas direcciones igual a

$$A_s = 0.00075 h L \quad (9.13)$$

para losas que trabajan en dos direcciones, donde  $L$  es la longitud del claro en la dirección paralela a la del refuerzo calculado y medido desde el centro del claro a cada lado de la conexión, y  $h$  es el espesor de la losa, e igual a

$$A_s = 0.004A \quad (9.14)$$

para losas que trabajan en una dirección, donde  $A$  es el área de la sección transversal comprendida entre la cara a tensión por flexión de la losa y el centro de gravedad de la sección completa. El acero se distribuirá dentro de una franja limitada por líneas a  $1.5h$  medidas desde las caras de la columna. Al menos se colocarán cuatro barras en cada dirección separadas no más de 300 mm. Las barras deberán extenderse de las caras de apoyo una distancia mínima igual a un sexto del claro libre.

Cuando se construyan las losas postensadas en varios tramos, se emplearán separaciones temporales cuyo ancho deberá ser suficiente para postensar los tendones. En estas separaciones se deberá colocar refuerzo para resistir los momentos flexionantes y fuerzas cortantes que ocurrirían

como si la losa fuera continua. El acero se anclará en las losas a ambos lados de dicha separación de acuerdo con los requisitos de la sección 5.1 que sean aplicables. La separación se cerrará mediante la colocación de concreto con las mismas características que las empleadas en la losa.

En zonas adyacentes a muros de concreto, el área del refuerzo paralelo a los muros será 0.0015 veces el área de la losa, calculada sobre un tercio del claro transversal. Las barras se colocarán alternadamente en el lecho superior e inferior a una separación de  $1.5h$ .

En tableros de esquina y de borde, y cuando los tendones se concentren en bandas, se deberá colocar en el lecho inferior refuerzo adherido no presforzado perpendicular al borde cuya área será igual a

$$A_s = (0.0015 - 0.5p_p) h L \quad (9.15)$$

pero no menor que  $0.0005 h L$ . La longitud de las barras será igual al claro en la dirección de análisis.

#### 9.7.4.5 Corrosión

Los tendones no adheridos estarán completamente recubiertos por un material idóneo que asegure su protección contra la corrosión. La funda deberá ser continua en toda la longitud no adherida, deberá prevenir la penetración de pasta de cemento y deberá ser resistente al manejo durante la construcción. Las zonas de anclaje deberán protegerse contra la corrosión mediante dispositivos probados o materiales que garanticen dicha protección. Si se emplean concretos o morteros fluidos, éstos deberán estar libres de cloruros.

#### 9.7.4.6 Resistencia al fuego

El recubrimiento mínimo sobre los tendones postensados será de 20 mm para cualquier tipo de edificio.

#### 9.7.5 Zonas de anclaje

Las zonas de anclaje deberán resistir la máxima fuerza aplicada durante el tensado. El esfuerzo permisible de aplastamiento en el concreto será el indicado en la sección 9.6.1.3 cuando han ocurrido las pérdidas de presfuerzo.

Para resistir las fuerzas de tensión que ocurren adelante del anclaje en la dirección del espesor de la losa, se deberá usar cuando menos dos barras de 9.5 mm de diámetro (número 3) para cada anclaje colocadas a una distancia de  $1.5h$  adelante del anclaje. La separación no deberá exceder de 300 mm ni 24 veces el diámetro de las barras. El refuerzo se deberá anclar cerca de las caras de la losa con ganchos estándar (fig. 9.3).

Se deberá proveer refuerzo en el plano de la losa, perpendicular al eje del monotorón, para resistir las fuerzas de tensión en el plano de la losa a lo largo del borde de la misma. Cuando menos se colocarán dos barras paralelas al borde de la losa inmediatamente adelante de los anclajes; las barras deberán incluir a todos los anclajes adyacentes. El refuerzo se colocará arriba y abajo del plano de los tendones. Además, se colocará refuerzo para tomar las fuerzas delante de los anclajes; este refuerzo se distribuirá sobre la longitud de la zona de anclaje. Se deberá colocar otro par de barras paralelo al borde de la losa a una distancia desde los anclajes igual a la mitad de la separación entre tendones (fig. 9.3). Estas barras deberán extenderse más allá del último tendón con una distancia igual a la longitud de desarrollo de las barras.

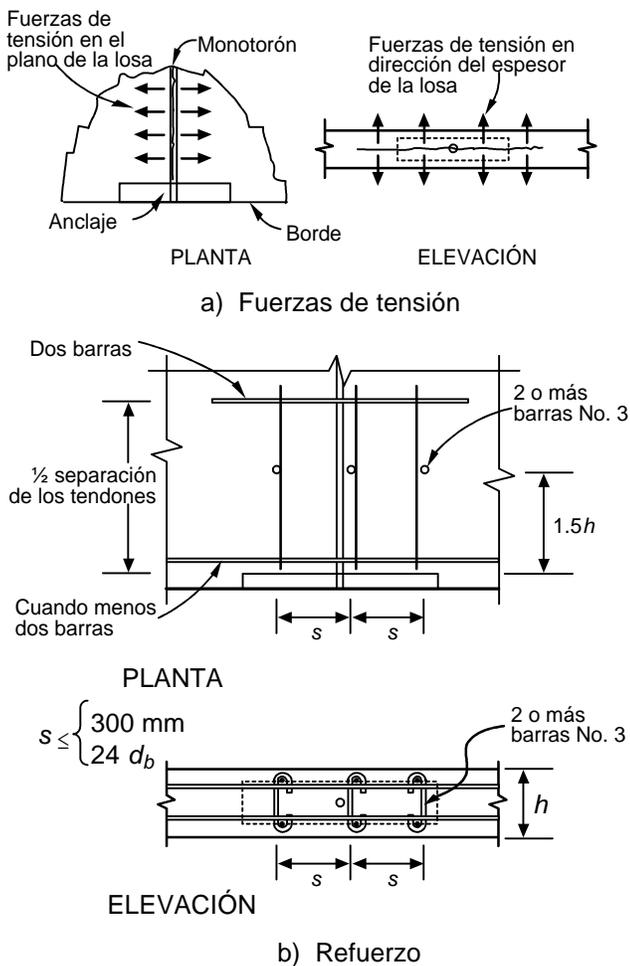


Figura 9.3 Refuerzo en la zona de anclaje

## 10. CONCRETO PREFABRICADO

### 10.1 Requisitos generales

Las estructuras prefabricadas se diseñarán con los mismos criterios empleados para estructuras coladas en el lugar, teniendo en cuenta, además, las condiciones de carga que se presenten durante toda la vida útil de los elementos prefabricados, desde la fabricación, transporte y montaje de los mismos hasta la terminación de la estructura y su estado de servicio (sección 14.5), así como las condiciones de restricción que den las conexiones, incluyendo la liga con la cimentación.

Las conexiones se diseñarán de modo que el grado de restricción que proporcionen esté de acuerdo con lo supuesto en el análisis de la estructura. La resistencia de una conexión a cada fuerza y momento internos que deba transmitir no será menor que 1.3 veces el valor de diseño de dicha acción interna.

Al detallar las conexiones deben especificarse las holguras para la manufactura y el montaje.

Los efectos acumulados de dichas holguras deberán considerarse en el diseño de las conexiones.

### 10.2 Estructuras prefabricadas

Las estructuras prefabricadas se diseñarán por sismo con un factor  $Q$  igual a 2; sus conexiones cumplirán con los requisitos de este capítulo.

Se podrá usar un factor  $Q$  igual a 3, cuando la estructura prefabricada emule a una colada en sitio y la conexión de los elementos se lleve a cabo en una sección donde los momentos flexionantes de diseño debidos a sismo tengan un valor no mayor del 60 por ciento del resultante en la sección crítica por sismo, del elemento de que se trate. Además la estructura debe cumplir con los requisitos para  $Q$  igual a 3 que se especifican en el Capítulo 5 de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo y en el Capítulo 7 de estas Normas.

En marcos formados por elementos prefabricados se define como nudo aquella parte de la columna comprendida en el peralte de las vigas que llegan a ella.

La conexión entre elementos prefabricados viga–columna puede efectuarse en las zonas adyacentes al nudo o alejadas del mismo; en ambos casos se deberán cumplir los requisitos siguientes:

- La resistencia,  $f_c'$ , del concreto empleado en las conexiones entre elementos prefabricados, requerido para transmitir esfuerzos de tensión o compresión,

- deberá ser al menos igual a la mayor que tengan los elementos que conectan.
- b) El acero de refuerzo localizado en las conexiones de elementos prefabricados, requerido para transmitir esfuerzos de tensión o compresión, deberá tener un esfuerzo especificado de fluencia no mayor que 4200 kg/cm<sup>2</sup> (420 MPa).
  - c) En las conexiones se deberán colocar estribos de confinamiento (verticales y cerrados) en una cantidad tal que asegure la resistencia y el confinamiento de la conexión.
  - d) Las conexiones deberán ser capaces de transmitir todas las fuerzas y momentos que se presentan en los extremos de cada una de las piezas que unen, con el factor de incremento señalado en la sección 10.1.
  - e) En las conexiones se deberá asegurar la transmisión adecuada de los esfuerzos de compresión.
  - f) Cada ducto que atraviesa un nudo deberá tener un diámetro de por lo menos el doble del diámetro de la barra que contiene y se rellenará con lechada a presión de modo que asegure la adherencia de las barras.
  - g) Las superficies de los elementos prefabricados que forman parte de la conexión deberán tener un acabado rugoso de 5 mm de amplitud; estas superficies se limpiarán y se saturarán de agua cuando menos 24 horas antes de colar la conexión. En el colado de la conexión se incluirá un aditivo estabilizador de volumen.
  - h) En los elementos prefabricados de sección compuesta se aplicarán los requisitos de la sección 6.1.5.
  - i) Si la conexión se realiza dentro del nudo viga–columna, ésta deberá cumplir con los requisitos para la conexión viga–columna mencionados en la sección 6.2.5. Deberá asegurar el confinamiento de la zona viga–columna. En el nudo se respetará la separación de estribos que tenga la columna en las secciones adyacentes a la conexión. Se deberá asegurar que la articulación plástica se presente en la viga y se deberá cumplir con lo especificado en la sección 6.8.
  - j) Cualquier colado que garantice la continuidad de una conexión, deberá hacerse por la superficie de la parte superior de la conexión, obligando al uso de cimbras en caras laterales (costados) e inferiores de la conexión (fondo), donde quiera que ésta se encuentre.
  - k) En todo edificio a base de prefabricados se deberá verificar la acción de diafragma rígido horizontal y la transmisión de las fuerzas horizontales a los elementos verticales. En donde ocurran fuerzas de tensión en el plano del diafragma se deberá contar con elementos de borde con acero de refuerzo continuo.
  - l) En sistemas de piso de piezas en un solo sentido de fabricación por extrusión, donde no se puedan dejar conectores mecánicos, deberán integrarse dichas piezas con un firme estructural que contenga por lo menos refuerzo en la dirección perpendicular al eje de la pieza.
  - m) En otros sistemas de piso que garanticen la colocación de acero de refuerzo en ambas direcciones (longitudinal y transversal) se deben proveer conectores mecánicos a lo largo de los lados de las piezas adyacentes, según se requiera para transmitir las fuerzas cortantes en el plano, la tensión por cambio de temperatura y los efectos por contracción.
  - n) En elementos continuos a base de acero de presfuerzo no se permitirá la redistribución de momentos flexionantes.

## 11. CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

### 11.1 Definición

En estas Normas se entiende por concreto de alta resistencia aquel que tiene una resistencia a la compresión  $f_c'$  igual o mayor que 400 kg/cm<sup>2</sup> (40 MPa).

Para diseñar, se usará el valor nominal,  $f_c^*$ , determinado por la ecuación:

$$f_c^* = 0.8f_c' \quad (11.1)$$

### 11.2 Empleo de concretos de alta resistencia

#### 11.2.1 General

Se permite el uso de concretos de alta resistencia con valores de  $f_c'$  hasta de 700 kg/cm<sup>2</sup> (70 MPa), excepto en los casos mencionados en la sección 11.2.2. Se podrán usar concretos de resistencia mayor si el Corresponsable en Seguridad Estructural presenta evidencia de que la estructura puede alcanzar los niveles de resistencia y ductilidad apropiados en zonas sísmicas.

Los requisitos de los capítulos anteriores serán aplicables al concreto de alta resistencia en lo que no se opongan a lo estipulado en este capítulo.

#### 11.2.2 Limitaciones al empleo de concretos de alta resistencia

En estructuras diseñadas con un factor de ductilidad,  $Q$ , igual a 4, y en miembros sujetos a flexocompresión que formen parte de marcos que resistan más del 50 por ciento de las acciones sísmicas y cuya carga axial de diseño,  $P_u$ , sea mayor que  $0.2P_{RO}$ , donde  $P_{RO}$  es la carga axial

resistente de diseño, sólo se podrán usar concretos con valores de  $f_c'$  hasta de 550 kg/cm<sup>2</sup> (55 MPa).

### 11.3 Propiedades mecánicas

#### 11.3.1 Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad de concretos de alta resistencia se supondrá igual a:

$$E_c = 77\,000\sqrt{f_c'} + 163\,000 \quad ; \text{ en kg/cm}^2 \quad (11.2)$$

$$\left( E_c = 2\,400\sqrt{f_c'} + 16\,300 \quad ; \text{ en MPa} \right)$$

#### 11.3.2 Resistencia a tensión

A falta de información experimental, la resistencia a tensión de concretos de alta resistencia, correspondiente a ensayos en cilindros de 150 × 300 mm cargados diametralmente, se supondrá igual a

$$\bar{f}_t = 1.75\sqrt{f_c'} \quad ; \text{ en kg/cm}^2 \quad (11.3)$$

$$\left( \bar{f}_t = 0.55\sqrt{f_c'} \quad ; \text{ en MPa} \right)$$

A falta de información experimental, la resistencia a tensión por flexión, o módulo de rotura, de concretos de alta resistencia se supondrá igual a

$$\bar{f}_r = 2.5\sqrt{f_c'} \quad ; \text{ en kg/cm}^2 \quad (11.4)$$

$$\left( \bar{f}_r = 0.8\sqrt{f_c'} \quad ; \text{ en MPa} \right)$$

#### 11.3.3 Contracción por secado

Para concretos de alta resistencia la contracción por secado final,  $\epsilon_{cf}$ , se supondrá igual a 0.0006.

#### 11.3.4 Deformación diferida

El coeficiente de deformación axial diferida, definido en la sección 1.4.1.6, se supondrá igual a 2.0

Las deflexiones diferidas se pueden calcular con la ec. 3.4, sustituyendo el numerador por 1.6.

## 12. CONCRETO LIGERO

### 12.1 Requisitos generales

En estas Normas se entiende por concreto ligero aquel cuyo peso volumétrico en estado fresco es inferior a 1.9 t/m<sup>3</sup> (19 kN/m<sup>3</sup>).

Sólo se permite el uso de concreto ligero en elementos secundarios. Su uso en elementos principales de estructuras requiere de la autorización especial de la Administración.

En el diseño de elementos estructurales de concreto ligero son aplicables los criterios para concreto de peso normal con las modificaciones que aquí se estipulan.

Se supondrá que un elemento de concreto ligero reforzado alcanza su resistencia a flexocompresión cuando la deformación unitaria del concreto es  $0.003E_c/E_L$ , donde  $E_c$  y  $E_L$ , son, respectivamente, los módulos de elasticidad del concreto de peso normal clase 1 y ligero de igual resistencia.

En las fórmulas relacionadas con el cálculo de resistencias, aplicables a concreto de peso normal, se usará  $0.5f_t^*$  ( $1.6f_t^*$ ) en lugar de  $\sqrt{f_c^*}$  siendo  $f_t^*$  en kg/cm<sup>2</sup> (MPa), la resistencia nominal a tensión indirecta obtenida de acuerdo con la sección 1.4.1.3 para concreto clase 2.

El valor de  $f_t^*$  que se use no debe ser mayor que  $1.5\sqrt{f_c^*}$  en kg/cm<sup>2</sup> ( $0.47\sqrt{f_c^*}$  en MPa). Si no se conoce  $f_t^*$  se supondrá igual a  $\sqrt{f_c^*}$  en kg/cm<sup>2</sup> ( $0.31\sqrt{f_c^*}$  en MPa).

No son aplicables las fórmulas de peraltes mínimos que en elementos de peso normal permiten omitir el cálculo de deflexiones.

El módulo de elasticidad del concreto ligero se determinará experimentalmente, con un mínimo de seis pruebas para cada resistencia y cada tipo de agregado.

### 12.2 Requisitos complementarios

El refuerzo por cambios volumétricos que se estipula en la sección 5.7 será obligatorio en toda dirección en que la dimensión de un elemento estructural, en metros, exceda de

$$\frac{0.75\bar{f}_t}{\sqrt{f_c'}} \quad (12.1)$$

$$\left( \frac{2.35\bar{f}_t}{\sqrt{f_c'}} \right)$$

y las cuantías requeridas en ese inciso se incrementará en la relación

$$\frac{2\sqrt{f_c'}}{\bar{f}_t} \quad (12.2)$$

$$\left( \frac{0.63\sqrt{f_c'}}{\bar{f}_t} \right)$$

$f_c'$  y  $\bar{f}_t$  en kg/cm<sup>2</sup> (MPa).

El esfuerzo  $\bar{f}_t$  se define en la sección 1.4.1.3.

El refuerzo no se doblará con un radio menor que  $\frac{f_y}{30 \bar{f}_t}$

por el diámetro de la barra doblada ni menor que el que señale la respectiva Norma Mexicana de las indicadas en la sección 1.4.2, para la prueba de doblado.

Si se desconoce  $\bar{f}_t$  se sustituirá por  $1.2\sqrt{f_c'}$  en kg/cm<sup>2</sup> ( $0.38\sqrt{f_c'}$  en MPa) en las expresiones de esta sección.

### 13. CONCRETO SIMPLE

#### 13.1 Limitaciones

El uso del concreto simple con fines estructurales se limitará a:

- a) Miembros que estén apoyados sobre el suelo en forma continua, o soportados por otros miembros estructurales capaces de proporcionar apoyo vertical continuo;
- b) Miembros para los cuales la acción de arco origina compresiones bajo todas las condiciones de carga; o
- c) Muros y pedestales. No se permite el uso del concreto simple en columnas con fines estructurales.

#### 13.2 Juntas

Se proporcionarán juntas de contracción o de aislamiento para dividir los miembros estructurales de concreto simple en elementos a flexión discontinuos. El tamaño de cada elemento limitará el incremento excesivo en los esfuerzos internos generados por las restricciones al movimiento originado por la deformación diferida, la contracción por secado, y los efectos de temperatura.

En la determinación del número y localización de las juntas de contracción o aislamiento se le dará atención a: influencia de las condiciones climáticas; selección y proporcionamiento de materiales; mezclado, colocación y curado del concreto; grado de restricción al movimiento; esfuerzos debidos a las cargas que actúan sobre el elemento; y técnicas de construcción.

#### 13.3 Método de diseño

Los miembros de concreto simple se diseñarán para una resistencia adecuada de acuerdo con estas Normas, usando factores de carga y resistencia de diseño.

La resistencia de diseño de miembros estructurales de concreto simple en flexión y cargas axial se basarán en una relación esfuerzo–deformación lineal, tanto en tensión como en compresión.

No se transmitirá tensión a través de bordes externos, juntas de construcción, juntas de contracción, o juntas de aislamiento de un elemento individual de concreto simple. No se supondrá continuidad en flexión debido a tensión entre elementos estructurales adyacentes de concreto simple.

Cuando se calcule la resistencia a flexión carga axial y flexión combinadas, y cortante, en el diseño se considerará la sección transversal completa, con excepción de los elementos colados contra el suelo a los cuales se reducirá 50 mm al espesor total  $h$ .

#### 13.4 Esfuerzos de diseño

Los esfuerzos calculados bajo cargas de diseño (ya multiplicadas por el factor de carga), suponiendo comportamiento elástico no excederán a los valores siguientes, donde  $F_R$  vale 0.65 en todos los casos:

- a) Compresión por flexión

$$1.2F_R f_c^* \quad (13.1)$$

- b) Tensión por flexión

- 1) concreto clase 1

$$1.7F_R \sqrt{f_c^*} ; \text{ en kg/cm}^2 \quad (13.2)$$

$$\left( 0.53F_R \sqrt{f_c^*} ; \text{ si se usan MPa} \right)$$

- 2) concreto clase 2

$$1.2F_R \sqrt{f_c^*} ; \text{ en kg/cm}^2 \quad (13.3)$$

$$\left( 0.38 F_R \sqrt{f_c^*}; \text{ si se usan MPa} \right)$$

c) Compresión axial

$$0.7 F_R f_c^* \left[ 1 - \left( \frac{H'}{32h} \right)^2 \right] \quad (13.4)$$

d) Cortante, como medida de la tensión diagonal en elementos angostos que trabajen en una dirección

$$0.2 F_R \sqrt{f_c^*}; \text{ en kg/cm}^2 \quad (13.5)$$

$$\left( 0.06 F_R \sqrt{f_c^*}; \text{ si se usan MPa} \right)$$

e) Cortante, como medida de la tensión diagonal cuando el elemento trabaje en dos direcciones y la falla sea cónica y piramidal alrededor de la carga ( $\gamma$  es la relación entre la dimensión menor de la zona cargada y la mayor)

$$(0.5 + \gamma) F_R \sqrt{f_c^*} \leq F_R \sqrt{f_c^*}; \text{ en kg/cm}^2 \quad (13.6)$$

$$\left( (0.5 + \gamma) 0.31 F_R \sqrt{f_c^*} \leq 0.31 F_R \sqrt{f_c^*}; \text{ si se usan MPa} \right)$$

## 14. CONSTRUCCIÓN

### 14.1 Cimbra

#### 14.1.1 Disposiciones generales

Toda cimbra se construirá de manera que resista las acciones a que pueda estar sujeta durante la construcción, incluyendo las fuerzas causadas por la colocación, compactación y vibrado del concreto. Debe ser lo suficientemente rígida para evitar movimientos y deformaciones excesivos; y suficientemente estanca para evitar el escurrimiento del mortero. En su geometría se incluirán las contraflechas prescritas en el proyecto.

Inmediatamente antes del colado deben limpiarse los moldes cuidadosamente. Si es necesario se dejarán registros en la cimbra para facilitar su limpieza. La cimbra de madera o de

algún otro material absorbente debe estar húmeda durante un período mínimo de dos horas antes del colado. Se recomienda cubrir los moldes con algún lubricante para protegerlos y facilitar el descimbrado.

La cimbra para miembros de concreto presfuerzo deberá diseñarse y construirse de tal manera que permita el movimiento del elemento sin provocar daño durante la transferencia de la fuerza de presfuerzo.

#### 14.1.2 Descimbrado

Todos los elementos estructurales deben permanecer cimbrados el tiempo necesario para que el concreto alcance la resistencia suficiente para soportar su peso propio y otras cargas que actúen durante la construcción, así como para evitar que las deflexiones sobrepasen los valores fijados en el Título Sexto del Reglamento.

Los elementos de concreto presfuerzo deberán permanecer cimbrados hasta que la fuerza de presfuerzo haya sido aplicada y sea tal que, por lo menos, permita soportar el peso propio del elemento y las cargas adicionales que se tengan inmediatamente después del descimbrado.

## 14.2 Acero

### 14.2.1 Disposiciones generales

El acero de refuerzo y especialmente el de presfuerzo y los ductos de postensado deben protegerse durante su transporte, manejo y almacenamiento.

Inmediatamente antes de su colocación se revisará que el acero no haya sufrido algún daño, en especial, después de un largo período de almacenamiento. Si se juzga necesario, se realizarán ensayos mecánicos en el acero dudoso.

Al efectuar el colado el acero debe estar exento de grasa, aceites, pinturas, polvo, tierra, oxidación excesiva y cualquier sustancia que reduzca su adherencia con el concreto. A excepción del uso de recubrimientos epóxicos y lodos bentoníticos.

No deben doblarse barras parcialmente ahogadas en concreto, a menos que se tomen las medidas para evitar que se dañe el concreto vecino.

Todos los dobleces se harán en frío, excepto cuando el Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra, cuando no se requiera de Corresponsable, permita calentamiento, pero no se admitirá que la temperatura del acero se eleve a más de la que corresponde a un color rojo café (aproximadamente 530 °C (803 K)) si no está tratado en frío, ni a más de 400 °C (673 K) en caso contrario. No se permitirá que el enfriamiento sea rápido.

Los tendones de presfuerzo que presenten algún doblez concentrado no se deben tratar de enderezar, sino que se rechazarán.

El acero debe sujetarse en su sitio con amarres de alambre, silletas y separadores, de resistencia, rigidez y en número suficiente para impedir movimientos durante el colado.

Antes de colar debe comprobarse que todo el acero se ha colocado en su sitio de acuerdo con los planos estructurales y que se encuentra correctamente sujeto.

#### 14.2.2 Control en la obra

El acero de refuerzo ordinario se someterá al control siguiente, por lo que se refiere al cumplimiento de la respectiva Norma Mexicana.

Para cada tipo de barras (laminadas en caliente o torcidas en frío) se procederá como sigue:

De cada lote de 10 toneladas (100 kN) o fracción, formado por barras de una misma marca, un mismo grado, un mismo diámetro y correspondientes a una misma remesa de cada proveedor, se tomará un espécimen para ensaye de tensión y uno para ensaye de doblado, que no sean de los extremos de barras completas; las corrugaciones se podrán revisar en uno de dichos especímenes. Si algún espécimen presenta defectos superficiales, puede descartarse y sustituirse por otro.

Cada lote definido según el párrafo anterior debe quedar perfectamente identificado y no se utilizará en tanto no se acepte su empleo con base en resultados de los ensayes. Éstos se realizarán de acuerdo con la norma NMX-B-172. Si algún espécimen no cumple con los requisitos de tensión especificados en la norma, se permitirá repetir la prueba como se señala en la misma norma.

En sustitución del control de obra, el Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra, cuando no se requiera Corresponsable, podrá admitir la garantía escrita del fabricante de que el acero cumple con la norma correspondiente; en su caso, definirá la forma de revisar que se cumplan los requisitos adicionales para el acero, establecidos en el inciso 7.1.5.b.

#### 14.2.3 Extensiones futuras

Todo el acero de refuerzo, así como las placas y, en general, todas las preparaciones metálicas que queden expuestas a la intemperie con el fin de realizar extensiones a la construcción en el futuro, deberán protegerse contra la corrosión y contra el ataque de agentes externos.

### 14.3 Concreto

#### 14.3.1 Materiales componentes

La calidad y proporciones de los materiales componentes del concreto serán tales que se logren la resistencia, rigidez y durabilidad necesarias.

La calidad de todos los materiales componentes del concreto deberá verificarse antes del inicio de la obra y también cuando exista sospecha de cambio en las características de los mismos o haya cambio de las fuentes de suministro. Esta verificación de calidad se realizará a partir de muestras tomadas del sitio de suministro o del almacén del productor de concreto. El Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra, cuando no se requiera Corresponsable, en lugar de esta verificación podrá admitir la garantía del fabricante del concreto de que los materiales fueron ensayados en un laboratorio acreditado por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y que cumplen con los requisitos establecidos en la sección 1.4.1 y los que a continuación se indican. En cualquier caso podrá ordenar la verificación de la calidad de los materiales cuando lo juzgue procedente.

Los materiales pétreos, grava y arena, deberán cumplir con los requisitos de la norma NMX-C-111, con las siguientes modificaciones y adiciones:

**Tabla 14.1 Requisitos adicionales para materiales pétreos**

Propiedad	Concreto clase 1	Concreto clase 2
Coefficiente volumétrico de la grava, mínimo	0.20	—
Material más fino que la malla F 0.075 (No. 200) en la arena, porcentaje máximo en peso (NMX-C-084).	15	15
Contracción lineal de los finos (pasan la malla No. 40) de la arena y la grava, en la proporción en que éstas intervienen en el concreto, a partir del límite líquido, porcentaje máximo.	2	3

En adición a la frecuencia de verificación estipulada para todos los materiales componentes al principio de esta sección, los requisitos especiales precedentes deberán

verificarse cuando menos una vez por mes para el concreto clase 1.

Los límites correspondientes a estos requisitos especiales pueden modificarse si el fabricante del concreto demuestra, con pruebas realizadas en un laboratorio acreditado por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, que con los nuevos valores se obtiene concreto que cumpla con el requisito de módulo de elasticidad establecido en la sección 14.3.4.2. En tal caso, los nuevos límites serán los que se apliquen en la verificación de estos requisitos para los agregados específicamente considerados en dichas pruebas.

#### 14.3.2 Elaboración del concreto

El concreto podrá ser dosificado en una planta central y transportado a la obra en camiones revolventes, o dosificado y mezclado en una planta central y transportado a la obra en camiones agitadores, o bien podrá ser elaborado directamente en la obra; en todos los casos deberá cumplir con los requisitos de elaboración que aquí se indican. La dosificación establecida no deberá alterarse, en especial, el contenido de agua.

El concreto clase 1, premezclado o hecho en obra, deberá ser elaborado en una planta de dosificación y mezclado de acuerdo con los requisitos de elaboración establecidos en la norma NMX-C-403.

El concreto clase 2, si es premezclado, deberá satisfacer los requisitos de elaboración de la norma NMX-C-155. Si es hecho en obra, podrá ser dosificado en peso o en volumen, pero deberá ser mezclado en una revolventadora mecánica, ya que no se permitirá la mezcla manual de concreto estructural.

#### 14.3.3 Requisitos y control del concreto fresco

Al concreto en estado fresco, antes de su colocación en las cimbras, se le harán pruebas para verificar que cumple con los requisitos de revenimiento y peso volumétrico. Estas pruebas se realizarán al concreto muestreado en obra, con las frecuencias de la tabla 14.2 como mínimo.

El revenimiento será el mínimo requerido para que el concreto fluya a través de las barras de refuerzo y para que pueda bombearse en su caso, así como para lograr un aspecto satisfactorio. El revenimiento nominal de los concretos no será mayor de 120 mm. Para permitir la colocación del concreto en condiciones difíciles, o para que pueda ser bombeado, se autoriza aumentar el revenimiento nominal hasta un máximo de 180 mm, mediante el uso de aditivo superfluidificante, de manera que no se incremente el contenido unitario de agua. En tal caso, la verificación del revenimiento se realizará en la obra antes y después de incorporar el aditivo superfluidificante, comparando con los valores nominales de 120 y 180 mm, respectivamente. Las

demás propiedades, incluyendo las del concreto endurecido, se determinarán en muestras que ya incluyan dicho aditivo.

**Tabla 14.2 Frecuencia mínima para toma de muestras de concreto fresco**

Prueba y método	Concreto clase 1	Concreto clase 2
Revenimiento (NMX-C-156-ONNCE)	Una vez por cada entrega, si es premezclado.	Una vez por cada entrega, si es premezclado.
	Una vez por cada revoltura, si es hecho en obra.	Una vez por cada 5 revolturas, si es hecho en obra.
Peso volumétrico (NMX-C-162)	Una vez por cada día de colado, pero no menos de una vez por cada 20 m <sup>3</sup> de concreto.	Una vez por cada día de colado, pero no menos de una vez por cada 40 m <sup>3</sup> .

El Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra, cuando no se requiera Corresponsable, podrá autorizar la incorporación del aditivo superfluidificante en la planta de premezclado para cumplir con revenimientos nominales mayores de 120 mm y estará facultado para inspeccionar tal operación en la planta cuando lo juzgue procedente.

Si el concreto es premezclado y se surte con un revenimiento nominal mayor de 120 mm, deberá ser entregado con un comprobante de incorporación del aditivo en planta; en la obra se medirá el revenimiento para compararlo con el nominal máximo de 180 mm.

Para que el concreto cumpla con el requisito de revenimiento, su valor determinado deberá concordar con el nominal especificado, con las siguientes tolerancias:

**Tabla 14.3 Tolerancias para revenimientos**

Revenimiento nominal, mm	Tolerancia, mm
menor de 50	± 15
50 a 100	± 25
mayor de 100	± 35

Estas tolerancias también se aplican a los valores nominales máximos de 120 y 180 mm.

Para que el concreto cumpla con el requisito de peso volumétrico en estado fresco, su valor determinado deberá ser mayor de 2200 kg/m<sup>3</sup> (22 kN/m<sup>3</sup>) para el concreto clase 1, y no menor de 1900 kg/m<sup>3</sup> (19 kN/m<sup>3</sup>) para el concreto clase 2.

#### 14.3.4 Requisitos y control del concreto endurecido

##### 14.3.4.1 Resistencia a compresión

La calidad del concreto endurecido se verificará mediante pruebas de resistencia a compresión en cilindros elaborados, curados y probados de acuerdo con las normas NMX-C-160 y NMX-C-83, en un laboratorio acreditado por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Cuando la mezcla de concreto se diseñe para obtener la resistencia especificada a 14 días, las pruebas anteriores se efectuarán a esta edad; de lo contrario, las pruebas deberán efectuarse a los 28 días de edad.

Para verificar la resistencia a compresión de concreto de las mismas características y nivel de resistencia, se tomará como mínimo una muestra por cada día de colado, pero al menos una por cada 40 m<sup>3</sup>; sin embargo, si el concreto se emplea para el colado de columnas, se tomará por lo menos una muestra por cada 10 m<sup>3</sup>.

De cada muestra se elaborarán y ensayarán al menos dos cilindros; se entenderá por resistencia de una muestra el promedio de las resistencias de los cilindros que se elaboren de ella.

Para el concreto clase 1, se admitirá que la resistencia del concreto cumple con la resistencia especificada,  $f_c'$ , si ninguna muestra da una resistencia inferior a  $f_c' - 35$  kg/cm<sup>2</sup> ( $f_c' - 3.5$  MPa), y, además, si los promedios de resistencia de todos los conjuntos de tres muestras consecutivas, pertenecientes o no al mismo día de colado, no son menores que  $f_c'$ .

Para el concreto clase 2, se admitirá que la resistencia del concreto cumple con la resistencia especificada,  $f_c'$ , si ninguna muestra da una resistencia inferior a  $f_c' - 50$  kg/cm<sup>2</sup> ( $f_c' - 5$  MPa), y, además, si los promedios de resistencia de todos los conjuntos de tres muestras consecutivas, pertenecientes o no al mismo día de colado, no son menores que  $f_c' - 17$  kg/cm<sup>2</sup> ( $f_c' - 1.7$  MPa).

Si sólo se cuenta con dos muestras, el promedio de las resistencias de ambas no será inferior a  $f_c' - 13$  kg/cm<sup>2</sup> ( $f_c' - 1.3$  MPa) para concretos clase 1, ni a  $f_c' - 28$  kg/cm<sup>2</sup> ( $f_c' - 2.8$  MPa), para clase 2, además de cumplir con el

respectivo requisito concerniente a las muestras tomadas una por una.

Cuando el concreto no cumpla con el requisito de resistencia, el Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra, cuando no se requiera Corresponsable, tomará las medidas conducentes a garantizar la seguridad de la estructura. Estas medidas estarán basadas principalmente en el buen criterio de los responsables mencionados; como factores de juicio deben considerarse, entre otros, el tipo de elemento en que no se alcanzó el nivel de resistencia especificado, el monto del déficit de resistencia y el número de muestras o grupos de ellas que no cumplieron. En ocasiones debe revisarse el proyecto estructural a fin de considerar la posibilidad de que la resistencia que se obtuvo sea suficiente.

Si subsiste la duda sobre la seguridad de la estructura se podrán extraer y ensayar corazones, de acuerdo con la norma NMX-C-169-ONNCCE, del concreto en la zona representada por los cilindros que no cumplieron. Se probarán tres corazones por cada incumplimiento con la calidad especificada. La humedad de los corazones al probarse debe ser representativa de la que tenga la estructura en condiciones de servicio.

El concreto clase 1 representado por los corazones se considerará adecuado si el promedio de las resistencias de los tres corazones es mayor o igual que  $0.85f_c'$  y la resistencia de ningún corazón es menor que  $0.75f_c'$ . El concreto clase 2 representado por los corazones se considerará adecuado si el promedio de las resistencias de los tres corazones es mayor o igual que  $0.80f_c'$  y la resistencia de ningún corazón es menor que  $0.70f_c'$ . Para comprobar que los especímenes se extrajeron y ensayaron correctamente, se permite probar nuevos corazones de las zonas representadas por aquellos que hayan dado resistencias erráticas. Si la resistencia de los corazones ensayados no cumple con el criterio de aceptación que se ha descrito, el responsable en cuestión nuevamente debe decidir a su juicio y responsabilidad las medidas que han de tomarse. Puede optar por reforzar la estructura hasta lograr la resistencia necesaria, o recurrir a realizar pruebas de carga (**Artículos 239 y 240 del Reglamento**) en elementos no destinados a resistir sismo, u ordenar la demolición de la zona de resistencia escasa, etc. Si el concreto se compra ya elaborado, en el contrato de compraventa se establecerán, de común acuerdo entre el fabricante y el consumidor, las responsabilidades del fabricante en caso de que el concreto no cumpla con el requisito de resistencia.

##### 14.3.4.2 Módulo de elasticidad

El concreto debe cumplir con el requisito de módulo de elasticidad especificado a continuación. (Debe cumplirse tanto el requisito relativo a una muestra cualquiera, como el que se refiere a los conjuntos de dos muestras consecutivas).

Para la verificación anterior se tomará una muestra por cada 100 metros cúbicos, o fracción, de concreto, pero no menos de dos en una cierta obra. De cada muestra se fabricarán y ensayarán al menos tres especímenes. Se considerará como módulo de elasticidad de una muestra, el promedio de los módulos de los tres especímenes elaborados con ella. El módulo de elasticidad se determinará según la norma NMX-C-128.

**Tabla 14.4 Requisitos para el módulo de elasticidad**

	Módulo de elasticidad a 28 días de edad, kg/cm <sup>2</sup> (MPa), mínimo.	
	Clase 1	Clase 2
Una muestra cualquiera	$12500\sqrt{f_c'}$ ( $3900\sqrt{f_c'}$ )	$7000\sqrt{f_c'}$ ( $2200\sqrt{f_c'}$ )
Además, promedio de todos los conjuntos de dos muestras consecutivas.	$13400\sqrt{f_c'}$ ( $4200\sqrt{f_c'}$ )	$7400\sqrt{f_c'}$ ( $2300\sqrt{f_c'}$ )

El Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra, cuando no se requiera Corresponsable, no estará obligado a exigir la verificación del módulo de elasticidad; sin embargo, si a su criterio las condiciones de la obra lo justifican, podrá requerir su verificación, o la garantía escrita del fabricante de que el concreto cumple con él. En dado caso, la verificación se realizará en un laboratorio acreditado por la entidad de acreditación reconocida en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización. Cuando el concreto no cumpla con el requisito mencionado, el responsable de la obra evaluará las consecuencias de la falta de cumplimiento y determinará las medidas que deberán tomarse. Si el concreto se compra ya elaborado, en el contrato de compraventa se establecerán, de común acuerdo entre el fabricante y el consumidor, las responsabilidades del fabricante por incumplimiento del requisito antedicho.

#### 14.3.5 Transporte

Los métodos que se empleen para transportar el concreto serán tales que eviten la segregación o pérdida de sus ingredientes.

#### 14.3.6 Colocación y compactación

Antes de efectuar un colado deben limpiarse los elementos de transporte y el lugar donde se va a depositar el concreto.

Los procedimientos de colocación y compactación serán tales que aseguren una densidad uniforme del concreto y eviten la formación de huecos.

El lugar en el que se colocará el concreto deberá cumplir con lo siguiente:

- Estar libre de material suelto como partículas de roca, polvo, clavos, tornillos, tuercas, basura, etc.;
- Los moldes que recibirán al concreto deben estar firmemente sujetos;
- Las superficies de mampostería que vayan a estar en contacto con el concreto deberán humedecerse previamente al colado;
- El acero de refuerzo deberá estar completamente limpio y adecuadamente colocado y sujeto; y
- No deberá existir agua en el lugar del colado, a menos que se hayan tomado las medidas necesarias para colar concreto en agua.

De ninguna manera se permitirá la colocación de concreto contaminado con materia orgánica.

El concreto se vaciará en la zona del molde donde vaya a quedar en definitiva y se compactará con picado, vibrado o apisonado.

No se permitirá trasladar el concreto mediante el vibrado.

#### 14.3.7 Temperatura

Cuando la temperatura ambiente durante el colado o poco después sea inferior a 5 °C (278 K), se tomarán las precauciones especiales tendientes a contrarrestar el descenso en resistencia y el retardo en endurecimiento, y se verificará que estas características no hayan sido desfavorablemente afectadas.

#### 14.3.8 Morteros aplicados neumáticamente

El mortero aplicado neumáticamente satisfará los requisitos de compacidad, resistencia y demás propiedades que especifique el proyecto. Se aplicará perpendicularmente a la superficie en cuestión, la cual deberá estar limpia y húmeda.

#### 14.3.9 Curado

El concreto debe mantenerse en un ambiente húmedo por lo menos durante siete días en el caso de cemento ordinario y tres días si se empleó cemento de alta resistencia inicial. Estos lapsos se aumentarán si la temperatura desciende a menos de 5 °C (278 K); en este caso también se observará lo dispuesto en la sección 14.3.7.

Para acelerar la adquisición de resistencia y reducir el tiempo de curado, puede usarse el curado con vapor a alta presión, vapor a presión atmosférica, calor y humedad, o algún otro proceso que sea aceptado. El proceso de curado que se aplique debe producir concreto cuya durabilidad sea por lo menos equivalente a la obtenida con curado en ambiente húmedo prescrito en el párrafo anterior.

#### 14.3.10 Juntas de colado

Las juntas de colado se ejecutarán en los lugares y con la forma que indiquen los planos estructurales. Antes de iniciar un colado las superficies de contacto se limpiarán y saturarán con agua. Se tomará especial cuidado en todas las juntas de columnas y muros en lo que respecta a su limpieza y a la remoción de material suelto o poco compacto.

#### 14.3.11 Tuberías y ductos incluidos en el concreto

Con las excepciones indicadas en el párrafo que sigue, se permitirá la inclusión de tuberías y ductos en los elementos de concreto, siempre y cuando se prevean en el diseño estructural, sean de material no perjudicial para el concreto y sean aprobados por el Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra cuando no se requiera Corresponsable.

No se permitirá la inclusión de tuberías y ductos de aluminio en elementos de concreto, a menos que se tengan cubiertas o protecciones especiales para evitar la reacción aluminio-concreto y la reacción electrolítica entre aluminio y acero de refuerzo. No se permitirá la inclusión de tuberías y ductos longitudinales en columnas y en elementos de refuerzo en los extremos de muros.

Las tuberías y los ductos incluidos en los elementos no deberán afectar significativamente la resistencia de dichos elementos ni de la construcción en general. Asimismo, no deberán impedir que el concreto penetre, sin segregarse, en todos los intersticios.

Excepto cuando se haya establecido en los planos o haya sido aprobado por el Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra cuando no se requiera Corresponsable, las tuberías y los ductos incluidos en losas, muros y trabes de concreto deberán cumplir con lo siguiente:

- a) El diámetro exterior no será mayor que  $1/3$  del espesor de la losa o del ancho del muro y de la trabe;
- b) Estarán colocados con una separación, medida centro a centro, mayor que 3 veces el diámetro de los ductos; y
- c) No deberán afectar significativamente la resistencia estructural de los elementos de concreto.

Las tuberías y los ductos deberán diseñarse para resistir los efectos del concreto, la presión y la temperatura a la que estarán expuestos al quedar incluidos en el concreto.

Las tuberías no deberán contener líquidos, gas, vapor ni agua a altas temperaturas ni a altas presiones, hasta que el concreto haya alcanzado completamente la resistencia de diseño.

En losas, las tuberías y los ductos deberán quedar incluidos entre el acero de refuerzo inferior y superior, a menos que sean para captar agua o materiales exteriores.

El recubrimiento mínimo para tuberías y ductos no será menor que 40 mm para elementos expuestos a la intemperie o en contacto con el terreno, ni menor que 20 mm para elementos no expuestos a la intemperie y que no están en contacto con el terreno.

Las tuberías y ductos deberán construirse y colocarse de tal manera que no se requiera cortar, doblar, ni mover de su posición original el acero de refuerzo.

### 14.4 Requisitos complementarios para concreto presforzado

#### 14.4.1 Lechada para tendones adheridos

La lechada para inyección debe ser de cemento portland y agua, o de cemento portland, arena y agua. Para mejorar la manejabilidad y reducir el sangrado y la contracción, pueden usarse aditivos que no sean dañinos a la lechada, al acero, ni al concreto. No debe utilizarse cloruro de calcio.

El proporcionamiento de la lechada debe basarse en lo señalado en alguno de los dos incisos siguientes:

- a) Resultados de ensayos sobre lechada fresca y lechada endurecida realizados antes de iniciar las operaciones de inyección; o
- b) Experiencia previa documentada, con materiales y equipo semejantes y en condiciones de campo comparables.

El contenido del agua será el mínimo necesario para que la lechada pueda bombearse adecuadamente, pero no será mayor de 0.50 con relación al cementante, en peso.

La lechada debe mezclarse con equipo capaz de suministrar mezclado y agitación mecánicos continuos que den lugar a una distribución uniforme de los materiales; asimismo, debe cribarse y debe bombearse de modo que llene completamente los ductos de los tendones.

La temperatura del elemento presforzado, cuando se inyecte la lechada, debe ser mayor de  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  (275 K), y debe

mantenerse por encima de este valor hasta que la resistencia de cubos de 50 mm, fabricados con la lechada y curados en la obra, llegue a 55 kg/cm<sup>2</sup> (5.5 MPa). Las características de la lechada se determinarán de acuerdo con la norma NMX-C-061.

Durante el mezclado y el bombeo, la temperatura de la lechada no debe exceder de 30 °C (303 K).

#### 14.4.2 Tendones de presfuerzo

Las operaciones con soplete y las de soldadura en la proximidad del acero de presfuerzo deben realizarse de modo que éste no quede sujeto a temperaturas excesivas, chispas de soldadura, o corrientes eléctricas a tierra.

#### 14.4.3 Aplicación y medición de la fuerza de presfuerzo

La fuerza de presfuerzo se determinará con un dinamómetro o una celda de carga, o midiendo la presión en el aceite del gato con un manómetro y, además, midiendo el alargamiento del tendón. Debe determinarse y corregirse la causa de toda discrepancia mayor de 5 por ciento entre la fuerza determinada a partir del alargamiento del tendón y la obtenida con el otro procedimiento. Para determinar a qué alargamiento corresponde una cierta fuerza de presfuerzo se usarán las curvas medias fuerza-alargamiento de los tendones empleados.

Cuando la fuerza de pretensado se transfiera al concreto cortando los tendones con soplete, la localización de los cortes y el orden en que se efectúen deben definirse de antemano con el criterio de evitar esfuerzos temporales indeseables. Los tramos largos de torones expuestos se cortarán cerca del elemento presforzado para reducir al mínimo el impacto sobre el concreto.

La pérdida total de presfuerzo debida a tendones rotos no repuestos no debe exceder de 2 por ciento del presfuerzo total.

### 14.5 Requisitos complementarios para estructuras prefabricadas

Los medios de sujeción o rigidización temporales, el equipo de izado, los apoyos provisionales, etc., deben diseñarse para las fuerzas que puedan presentarse durante el montaje, incluyendo los efectos del sismo y viento, así como las deformaciones que se prevea ocurrirán durante estas operaciones.

Debe verificarse que los dispositivos y procedimientos constructivos empleados garanticen que los miembros prefabricados se mantengan correctamente en su posición, mientras adquieren resistencia las conexiones coladas en el lugar.

### 14.6 Tolerancias

Las tolerancias que a continuación se señalan rigen con respecto a los planos constructivos del proyecto ajustado como se especifica en el **Título VII del Reglamento**.

- a) Las dimensiones de la sección transversal de un miembro no excederán de las del proyecto en más de  $10 \text{ mm} + 0.05x$ , siendo  $x$  la dimensión en la dirección en que se considera la tolerancia, ni serán menores que las del proyecto en más de  $3 \text{ mm} + 0.03x$ .
- b) El espesor de zapatas, losas, muros y cascarones no excederá al de proyecto en más de  $5 \text{ mm} + 0.05t$ , siendo  $t$  el espesor de proyecto, ni será menor que éste en más de  $3 \text{ mm} + 0.03t$ .
- c) En cada planta se trazarán los ejes de acuerdo con el proyecto ajustado, con tolerancia de un centímetro. Toda columna quedará desplantada de tal manera que su eje no diste, del que se ha trazado, más de 10 mm más dos por ciento de la dimensión transversal de la columna paralela a la desviación. Además, no deberá excederse esta cantidad en la desviación del eje de la columna, con respecto al de la columna inmediata inferior.
- d) La tolerancia en desplomo de una columna será de 5 mm más dos por ciento de la dimensión de la sección transversal de la columna paralela a la desviación.
- e) El eje centroidal de una columna no deberá distar de la recta que une los centroides de las secciones extremas, más de 5 mm más uno por ciento de la dimensión de la columna paralela a la desviación.
- f) La posición de los ejes de vigas con respecto a los de las columnas donde apoyan no deberá diferir de la de proyecto en más de 10 mm más dos por ciento de la dimensión de la columna paralela a la desviación, ni más de 10 mm más dos por ciento del ancho de la viga.
- g) El eje centroidal de una viga no deberá distar de la recta que une los centroides de las secciones extremas, más de 10 mm más dos por ciento de la dimensión de la viga paralela a la desviación.
- h) En ningún punto la distancia medida verticalmente entre losas de pisos consecutivos, diferirá de la de proyecto más de 30 mm, ni la inclinación de una losa respecto a la de proyecto más de uno por ciento.
- i) La desviación angular de una línea de cualquier sección transversal de un miembro respecto a la dirección que dicha línea tendría según el proyecto, no excederá de cuatro por ciento.
- j) La localización de dobleces y cortes de barras longitudinales no debe diferir en más de  $10 \text{ mm} + 0.01L$  de la señalada en el proyecto, siendo  $L$  el claro,

excepto en extremos discontinuos de miembros donde la tolerancia será de 10 mm.

- k) La posición de refuerzo de losas, zapatas, muros, cascarones, arcos y vigas será tal que no reduzca el peralte efectivo,  $d$ , en más de  $3 \text{ mm} + 0.03d$  ni reduzca el recubrimiento en más de 5 mm. En columnas rige la misma tolerancia, pero referida a la mínima dimensión de la sección transversal, en vez del peralte efectivo. La separación entre barras no diferirá de la de proyecto más de 10 mm más diez por ciento de dicha separación, pero en todo caso respetando el número de barras y su diámetro, y de tal manera que permita pasar al agregado grueso.
- l) Las dimensiones del refuerzo transversal de vigas y columnas, medidas según el eje de dicho refuerzo, no excederá a las del proyecto en más de  $10 \text{ mm} + 0.05x$ , siendo  $x$  la dimensión en la dirección en que se considera la tolerancia, ni serán menores que las de proyecto en más de  $3 \text{ mm} + 0.03x$ .
- m) La separación del refuerzo transversal de vigas y columnas no diferirá de la de proyecto más de 10 mm

más diez por ciento de dicha separación, respetando el número de elementos de refuerzo y su diámetro.

- n) Si un miembro estructural no es claramente clasificable como columna o viga, se aplicarán las tolerancias relativas a columnas, con las adaptaciones que procedan si el miembro en cuestión puede verse sometido a compresión axial apreciable, y las correspondientes a trabes en caso contrario. En cascarones rigen las tolerancias relativas a losas, con las adaptaciones que procedan.

Por razones ajenas al comportamiento estructural, tales como aspecto, o colocación de acabados, puede ser necesario imponer tolerancias más estrictas que las arriba prescritas.

De no satisfacerse cualquiera de las tolerancias especificadas, el Corresponsable en Seguridad Estructural, o el Director Responsable de Obra, cuando no se requiera Corresponsable; estudiará las consecuencias que de ahí deriven y tomará las medidas pertinentes para garantizar la estabilidad y correcto funcionamiento de la estructura.



# LEY DEL SEGURO SOCIAL

TEXTO VIGENTE

(Ultima reforma aplicada 23/01/1998)

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Presidencia de la República.

ERNESTO ZEDILLO PONCE DE LEON, Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes sabed:

Que el H. Congreso de la Unión, se ha servido dirigirme el siguiente

D E C R E T O

"EL CONGRESO DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, DECRETA:

LEY DEL SEGURO SOCIAL

TITULO PRIMERO

Disposiciones Generales

CAPITULO UNICO

## Artículo 1

La presente Ley es de observancia general en toda la República, en la forma y términos que la misma establece, sus disposiciones son de orden público y de interés social.

## Artículo 2

La seguridad social tiene por finalidad garantizar el derecho a la salud, la asistencia médica, la protección de los medios de subsistencia y los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo, así como el otorgamiento de una pensión que, en su caso y previo cumplimiento de los requisitos legales, será garantizada por el Estado.

## Artículo 3

La realización de la seguridad social está a cargo de entidades o dependencias públicas, federales o locales y de organismos descentralizados, conforme a lo dispuesto por esta Ley y demás ordenamientos legales sobre la materia.

## Artículo 4

El Seguro Social es el instrumento básico de la seguridad social, establecido como un servicio público de carácter nacional en los términos de esta Ley, sin perjuicio de los sistemas instituidos por otros ordenamientos.

## Artículo 5

La organización y administración del Seguro Social, en los términos consignados en esta Ley, están a cargo del organismo público descentralizado con personalidad y patrimonio propios, denominado Instituto Mexicano del Seguro Social, el cual tiene el carácter de organismo fiscal autónomo, cuando así lo prevea la presente Ley.

## **Artículo 6**

El Seguro Social comprende:

- I.- El régimen obligatorio, y
- II.- El régimen voluntario.

## **Artículo 7**

El Seguro Social cubre las contingencias y proporciona los servicios que se especifican a propósito de cada régimen particular, mediante prestaciones en especie y en dinero, en las formas y condiciones previstas por esta Ley y sus reglamentos.

## **Artículo 8**

Los asegurados y sus beneficiarios para recibir o, en su caso, seguir disfrutando de las prestaciones que esta Ley otorga, deberán cumplir con los requisitos establecidos en la misma y en sus reglamentos.

## **Artículo 9**

Las disposiciones fiscales de esta Ley que establecen cargas a los particulares y las que señalan excepciones a las mismas, así como las que fijan las infracciones y sanciones, son de aplicación estricta. Se considera que establecen cargas las normas que se refieran a sujeto, objeto, base de cotización y tasa.

## **Artículo 10**

Las prestaciones que corresponden a los asegurados y a sus beneficiarios son inembargables. Sólo en los casos de obligaciones alimenticias a su cargo, pueden embargarse por la autoridad judicial las pensiones y subsidios hasta por el cincuenta por ciento de su monto.

## **TITULO SEGUNDO**

### **Del Régimen Obligatorio**

#### **CAPITULO I Generalidades**

## **Artículo 11**

El régimen obligatorio comprende los seguros de:

- I.- Riesgos de trabajo;
- II.- Enfermedades y maternidad;
- III.- Invalidez y vida;
- IV. Retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, y
- V.- Guarderías y prestaciones sociales.

## **Artículo 12**

Son sujetos de aseguramiento del régimen obligatorio:

I.- Las personas que se encuentren vinculadas a otras, de manera permanente o eventual, por una relación de trabajo cualquiera que sea el acto que le dé origen y cualquiera que sea la personalidad jurídica o la naturaleza económica del patrón y aun cuando éste, en virtud de alguna Ley especial, esté exento del pago de impuestos o derechos.

II.- Los miembros de sociedades cooperativas de producción, y

III. Las personas que determine el Ejecutivo Federal a través del Decreto respectivo, bajo los términos y condiciones que señala esta Ley.

## **Artículo 13**

Voluntariamente podrán ser sujetos de aseguramiento al régimen obligatorio:

I.- Los trabajadores en industrias familiares y los independientes, como profesionales, comerciantes en pequeño, artesanos y demás trabajadores no asalariados;

II.- Los trabajadores domésticos;

III.- Los ejidatarios, comuneros, colonos y pequeños propietarios;

IV.- Los patrones personas físicas con trabajadores asegurados a su servicio, y

V.- Los trabajadores al servicio de las administraciones públicas de la Federación, entidades federativas y municipios que estén excluidas o no comprendidas en otras leyes o decretos como sujetos de seguridad social.

Mediante convenio con el Instituto se establecerán las modalidades y fechas de incorporación al régimen obligatorio, de los sujetos de aseguramiento comprendidos en este artículo.

Dichos convenios deberán sujetarse al reglamento que al efecto expida el Ejecutivo Federal.

## **Artículo 14**

En los convenios a que se refiere el artículo anterior se establecerá:

I.- La fecha de inicio de la prestación de los servicios y los sujetos de aseguramiento que comprende;

II.- La vigencia;

III.- Las prestaciones que se otorgarán;

IV.- Las cuotas a cargo de los asegurados y demás sujetos obligados;

V.- La contribución a cargo del Gobierno Federal, cuando en su caso proceda;

VI.- Los procedimientos de inscripción y los de cobro de las cuotas, y

VII.- Las demás modalidades que se requieran conforme a esta Ley y sus reglamentos.

### **Artículo 15**

Los patrones están obligados a:

I.- Registrarse e inscribir a sus trabajadores en el Instituto Mexicano del Seguro Social, comunicar sus altas y bajas, las modificaciones de su salario y los demás datos, dentro de plazos no mayores de cinco días hábiles, conforme a las disposiciones de esta Ley y sus reglamentos;

II.- Llevar registros, tales como nóminas y listas de raya en las que se asiente invariablemente el número de días trabajados y los salarios percibidos por sus trabajadores, además de otros datos que exijan la presente Ley y sus reglamentos. Es obligatorio conservar estos registros durante los cinco años siguientes al de su fecha;

III.- Determinar las cuotas obrero patronales a su cargo y enterar su importe al Instituto Mexicano del Seguro Social;

IV.- Proporcionar al Instituto los elementos necesarios para precisar la existencia, naturaleza y cuantía de las obligaciones a su cargo establecidas por esta Ley y los reglamentos que correspondan;

V.- Permitir las inspecciones y visitas domiciliarias que practique el Instituto, las que se sujetarán a lo establecido por esta Ley, el Código Fiscal de la Federación y los reglamentos respectivos;

VI.- Tratándose de patrones que se dediquen en forma permanente o esporádica a la actividad de la construcción, deberán expedir y entregar a cada trabajador constancia escrita del número de días trabajados y del salario percibido, semanal o quincenalmente, conforme a los períodos de pago establecidos.

Asimismo, deberán cubrir las cuotas obrero patronales, aun en el caso de que no sea posible determinar el o los trabajadores a quienes se deban aplicar, por incumplimiento del patrón a las obligaciones previstas en las fracciones anteriores, en cuyo caso su monto se destinará a servicios de beneficio colectivo para los trabajadores de la industria de la construcción, en los términos de esta Ley. Sin perjuicio de que aquellos trabajadores que acrediten sus derechos, se les otorguen las prestaciones diferidas que les correspondan, con cargo a este fondo;

VII.- Cumplir con las obligaciones que les impone el capítulo sexto del Título II de esta Ley, en relación con el seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez;

VIII.- Cumplir con las demás disposiciones de esta Ley y sus reglamentos, y

IX.- Expedir y entregar, tratándose de trabajadores eventuales de la ciudad o del campo, la constancia de los días cotizados, de acuerdo a lo que establezca el reglamento de afiliación.

Las disposiciones contenidas en las fracciones I, II, III y VI no son aplicables en los casos de construcción, ampliación o reparación de casas habitación, cuando los trabajos se realicen en forma personal por el propietario, o bien, por cooperación comunitaria, debiéndose comprobar el hecho, en los términos del reglamento respectivo.

La información a que se refieren las fracciones I y II, podrá proporcionarse en dispositivos magnéticos o de telecomunicación en los términos que señale el Instituto.

#### **Artículo 16**

Los patrones que por el número de sus trabajadores, en términos del Código Fiscal de la Federación, estén obligados a dictaminar por contador público autorizado sus estados financieros, para efectos del Seguro Social, deberán presentar al Instituto copia con firma autógrafa del informe sobre la situación fiscal del contribuyente, con los anexos referentes a las contribuciones por concepto de cuotas obrero patronales de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento del referido Código Fiscal.

Cualquier otro patrón podrá optar por dictaminar por contador público autorizado, sus aportaciones al Instituto Mexicano del Seguro Social en términos del reglamento mencionado.

#### **Artículo 17**

Al dar los avisos a que se refiere la fracción I del artículo 15 de esta Ley, el patrón puede expresar por escrito los motivos en que funde alguna excepción o duda acerca de sus obligaciones, sin que por ello quede relevado de pagar las cuotas correspondientes. El Instituto, dentro de un plazo de cuarenta y cinco días hábiles, notificará al patrón la resolución que dicte, y en su caso, proceder al reembolso correspondiente.

#### **Artículo 18**

Los trabajadores tienen el derecho de solicitar al Instituto su inscripción, comunicar las modificaciones de su salario y demás condiciones de trabajo. Lo anterior no libera a los patrones del cumplimiento de sus obligaciones ni les exime de las sanciones y responsabilidades en que hubieran incurrido.

Asimismo el trabajador por conducto del Instituto podrá realizar los trámites administrativos necesarios para ejercer los derechos derivados de las pensiones establecidas por esta Ley.

#### **Artículo 19**

Las sociedades cooperativas de producción serán consideradas como patrones para los efectos de esta Ley.

#### **Artículo 20**

Las semanas reconocidas para el otorgamiento de las prestaciones a que se refiere este título, se obtendrán dividiendo entre siete los días de cotización acumulados, hecha esta división, si existiera un sobrante de días mayor a tres, éste se considerará como otra semana completa, no tomándose en cuenta el exceso si el número de días fuera de tres o menor.

#### **Artículo 21**

Los avisos de baja de los trabajadores incapacitados temporalmente para el trabajo, no surtirán efectos para las finalidades del Seguro Social, mientras dure el estado de incapacidad.

#### **Artículo 22**

Los documentos, datos e informes que los trabajadores, patrones y demás personas proporcionen al Instituto, en cumplimiento de las obligaciones que les impone esta Ley, serán estrictamente confidenciales y no podrán comunicarse o darse a conocer en forma nominativa e individual, salvo cuando se trate de juicios y procedimientos en que el Instituto fuere parte y en los casos previstos por Ley.

La información derivada del seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez será proporcionada directamente, en su caso, por las Administradoras de Fondos para el Retiro, así como por las empresas procesadoras de información del Sistema de Ahorro para el Retiro. Esta información estará sujeta, en materia de confidencialidad, a las disposiciones de carácter general que emita la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, en términos de la ley correspondiente.

### **Artículo 23**

Cuando los contratos colectivos concedan prestaciones inferiores a las otorgadas por esta Ley, el patrón pagará al Instituto todos los aportes proporcionales a las prestaciones contractuales. Para satisfacer las diferencias entre estas últimas y las establecidas por la Ley, las partes cubrirán las cuotas correspondientes.

Si en los contratos colectivos se pactan prestaciones iguales a las establecidas por esta Ley, el patrón pagará al Instituto íntegramente las cuotas obrero patronales.

En los casos en que los contratos colectivos consignen prestaciones superiores a las que concede esta Ley, se estará a lo dispuesto en el párrafo anterior hasta la igualdad de prestaciones, y respecto de las excedentes el patrón quedará obligado a cumplirlas. Tratándose de prestaciones económicas, el patrón podrá contratar con el Instituto los seguros adicionales correspondientes, en los términos del Título Tercero capítulo II de esta Ley.

El Instituto, mediante estudio técnico-jurídico de los contratos colectivos de trabajo, oyendo previamente a los interesados, hará la valuación actuarial de las prestaciones contractuales, comparándolas individualmente con las de la Ley, para elaborar las tablas de distribución de cuotas que correspondan.

### **Artículo 24**

Los patrones tendrán el derecho a descontar del importe de las prestaciones contractuales que deben cubrir directamente, las cuantías correspondientes a las prestaciones de la misma naturaleza otorgadas por el Instituto.

### **Artículo 25**

En los casos previstos por el artículo 23, el Estado aportará la contribución que le corresponda en términos de esta Ley, independientemente de la que resulte a cargo del patrón por la valuación actuarial de su contrato, pagando éste, tanto su propia cuota como la parte de la cuota obrera que le corresponda conforme a dicha valuación.

Para cubrir las prestaciones en especie del seguro de enfermedades y maternidad de los pensionados y sus beneficiarios, en los seguros de riesgos de trabajo, invalidez y vida, así como retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, los patrones, los trabajadores y el Estado aportarán una cuota de uno punto cinco por ciento sobre el salario base de cotización. De dicha cuota corresponderá al patrón pagar el uno punto cero cinco por ciento, a los trabajadores el cero punto trescientos setenta y cinco por ciento y al Estado el cero punto cero setenta y cinco por ciento.

## **Artículo 26**

Las disposiciones de esta Ley, que se refieren a los patrones y a los trabajadores, serán aplicables, en lo conducente, a los demás sujetos obligados y de aseguramiento.

## **CAPITULO II**

### **De las bases de cotización y de las cuotas**

## **Artículo 27**

Para los efectos de esta Ley, el salario base de cotización se integra con los pagos hechos en efectivo por cuota diaria y las gratificaciones, percepciones, alimentación, habitación, primas, comisiones, prestaciones en especie y cualquier otra cantidad o prestación que se entregue al trabajador por sus servicios.

Se excluyen como integrantes del salario base de cotización, dada su naturaleza, los siguientes conceptos:

I.- Los instrumentos de trabajo tales como herramientas, ropa y otros similares;

II.- El ahorro, cuando se integre por un depósito de cantidad semanal, quincenal o mensual igual del trabajador y de la empresa; si se constituye en forma diversa o puede el trabajador retirarlo más de dos veces al año, integrará salario; tampoco se tomarán en cuenta las cantidades otorgadas por el patrón para fines sociales de carácter sindical;

III.- Las aportaciones adicionales que el patrón convenga otorgar a favor de sus trabajadores por concepto de cuotas del seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez;

IV.- Las aportaciones al Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores y las participaciones en las utilidades de la empresa;

V.- La alimentación y la habitación cuando se entreguen en forma onerosa a trabajadores; se entiende que son onerosas estas prestaciones cuando representen cada una de ellas, como mínimo, el veinte por ciento del salario mínimo general diario, que rija en el Distrito Federal;

VI.- Las despensas en especie o en dinero, siempre y cuando su importe no rebase el cuarenta por ciento del salario mínimo general diario vigente en el Distrito Federal;

VII.- Los premios por asistencia y puntualidad, siempre que el importe de cada uno de estos conceptos no rebase el diez por ciento del salario base de cotización;

VIII.- Las cantidades aportadas para fines sociales, considerándose como tales las entregadas para constituir fondos de algún plan de pensiones establecido por el patrón o derivado de contratación colectiva. Los planes de pensiones serán sólo los que reúnan los requisitos que establezca la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, y

IX.- El tiempo extraordinario dentro de los márgenes señalados en la Ley Federal del Trabajo.

Para que los conceptos mencionados en este precepto se excluyan como integrantes del salario base de cotización, deberán estar debidamente registrados en la contabilidad del patrón.

## **Artículo 28**

Los asegurados se inscribirán con el salario base de cotización que perciban en el momento de su afiliación, estableciéndose como límite superior el equivalente a veinticinco veces el salario mínimo general que rija en el Distrito Federal y como límite inferior el salario mínimo general del área geográfica respectiva.

### **Artículo 29**

Para determinar la forma de cotización se aplicarán las siguientes reglas:

I.- El mes natural será el período de pago de cuotas;

II.- Para fijar el salario diario en caso de que se pague por semana, quincena o mes, se dividirá la remuneración correspondiente entre siete, quince o treinta respectivamente. Análogo procedimiento será empleado cuando el salario se fije por períodos distintos a los señalados, y

III.- Si por la naturaleza o peculiaridades de las labores, el salario no se estipula por semana o por mes, sino por día trabajado y comprende menos días de los de una semana o el asegurado labora jornadas reducidas y su salario se determina por unidad de tiempo, en ningún caso se recibirán cuotas con base en un salario inferior al mínimo.

### **Artículo 30**

Para determinar el salario diario base de cotización se estará a lo siguiente:

I.- Cuando además de los elementos fijos del salario el trabajador percibiera regularmente otras retribuciones periódicas de cuantía previamente conocida, éstas se sumarán a dichos elementos fijos;

II.- Si por la naturaleza del trabajo, el salario se integra con elementos variables que no puedan ser previamente conocidos, se sumarán los ingresos totales percibidos durante el mes inmediato anterior y se dividirán entre el número de días de salario devengado. Si se trata de un trabajador de nuevo ingreso, se tomará el salario probable que le corresponda en dicho período, y

III.- En los casos en que el salario de un trabajador se integre con elementos fijos y variables, se considerará de carácter mixto, por lo que, para los efectos de cotización, se sumará a los elementos fijos el promedio obtenido de los variables en términos de lo que se establece en la fracción anterior.

### **Artículo 31**

Cuando por ausencias del trabajador a sus labores no se paguen salarios, pero subsista la relación laboral, la cotización mensual se ajustará a las reglas siguientes:

I.- Si las ausencias del trabajador son por períodos menores de quince días consecutivos o interrumpidos, se cotizará y pagará por dichos períodos únicamente en el seguro de enfermedades y maternidad. En estos casos los patrones deberán presentar la aclaración correspondiente, indicando que se trata de cuotas omitidas por ausentismo y comprobarán la falta de pago de salarios respectivos, mediante la exhibición de las listas de raya o de las nóminas correspondientes. Para este efecto el número de días de cada mes se obtendrá restando del total de días que contenga el período de cuotas de que se trate, el número de ausencias sin pago de salario correspondiente al mismo período.

Si las ausencias del trabajador son por períodos de quince días consecutivos o mayores, el patrón quedará liberado del pago de las cuotas obrero patronales, siempre y cuando proceda en los términos del artículo 37;

II.- En los casos de las fracciones II y III del artículo 30, se seguirán las mismas reglas de la fracción anterior;

III.- En el caso de ausencias de trabajadores comprendidos en la fracción III del artículo 29, cualquiera que sea la naturaleza del salario que perciban, el reglamento determinará lo procedente conforme al criterio sustentado en las bases anteriores, y

IV.- Tratándose de ausencias amparadas por incapacidades médicas expedidas por el Instituto no será obligatorio cubrir las cuotas obrero patronales, excepto por lo que se refiere al ramo de retiro.

### **Artículo 32**

Si además del salario en dinero el trabajador recibe del patrón, sin costo para aquél, habitación o alimentación, se estimará aumentado su salario en un veinticinco por ciento y si recibe ambas prestaciones se aumentará en un cincuenta por ciento.

Cuando la alimentación no cubra los tres alimentos, sino uno o dos de éstos, por cada uno de ellos se adicionará el salario en un ocho punto treinta y tres por ciento.

### **Artículo 33**

Para el disfrute de las prestaciones en dinero, en caso que el asegurado preste servicios a varios patronos se tomará en cuenta la suma de los salarios percibidos en los distintos empleos, cuando ésta sea menor al límite superior establecido en el artículo 28 los patronos cubrirán separadamente los aportes a que estén obligados con base en el salario que cada uno de ellos pague al asegurado.

Cuando la suma de los salarios que percibe un trabajador llegue o sobrepase el límite superior establecido en el artículo 28 de esta Ley, a petición de los patronos, éstos cubrirán los aportes del salario máximo de cotización, pagando entre ellos la parte proporcional que resulte entre el salario que cubre individualmente y la suma total de los salarios que percibe el trabajador.

### **Artículo 34**

Cuando encontrándose el asegurado al servicio de un mismo patrón se modifique el salario estipulado, se estará a lo siguiente:

I.- En los casos previstos en la fracción I del artículo 30, el patrón estará obligado a presentar al Instituto los avisos de modificación del salario diario base de cotización dentro de un plazo máximo de cinco días hábiles;

II.- En los casos previstos en la fracción II del artículo 30, los patronos estarán obligados a comunicar al Instituto dentro de los primeros quince días naturales del mes siguiente, las modificaciones del salario promedio obtenido en el mes anterior, y

III.- En los casos previstos en la fracción III del artículo 30, si se modifican los elementos fijos del salario, el patrón

deberá presentar el aviso de modificación dentro de los cinco días hábiles siguientes de la fecha en que cambie el salario. Si al concluir el mes respectivo hubo modificación de los elementos variables que se integran al salario, el patrón presentará al Instituto el aviso de modificación dentro de los quince días naturales del mes inmediato siguiente.

El salario diario se determinará, dividiendo el importe total de los ingresos variables obtenidos en el mes anterior entre el número de días de salario devengado y sumando su resultado a los elementos fijos del salario diario.

En todos los casos previstos en este artículo, si la modificación se origina por revisión del contrato colectivo, se comunicará al Instituto dentro de los treinta días naturales siguientes a su otorgamiento.

### **Artículo 35**

Los cambios en el salario base de cotización derivados de las modificaciones señaladas en el artículo anterior, así como aquellos que por Ley deben efectuarse al salario mínimo, surtirán efectos a partir de la fecha en que ocurrió el cambio, tanto para la cotización como para las prestaciones en dinero.

### **Artículo 36**

Corresponde al patrón pagar íntegramente la cuota señalada para los trabajadores, en los casos en que éstos perciban como cuota diaria el salario mínimo.

### **Artículo 37**

En tanto el patrón no presente al Instituto el aviso de baja del trabajador, subsistirá su obligación de cubrir las cuotas obrero patronales respectivas; sin embargo, si se comprueba que dicho trabajador fue inscrito por otro patrón, el Instituto devolverá al patrón omiso, a su solicitud, el importe de las cuotas obrero patronales pagadas en exceso, a partir de la fecha de la nueva alta.

### **Artículo 38**

El patrón al efectuar el pago de salarios a sus trabajadores, deberá retener las cuotas que a éstos les corresponde cubrir.

Cuando no lo haga en tiempo oportuno, sólo podrá descontar al trabajador cuatro cotizaciones semanales acumuladas, quedando las restantes a su cargo.

El patrón tendrá el carácter de retenedor de las cuotas que descuenta a sus trabajadores y deberá determinar y enterar al Instituto las cuotas obrero patronales, en los términos establecidos por esta Ley y sus reglamentos.

### **Artículo 39**

El pago de las cuotas obrero patronales será por mensualidades vencidas a más tardar los días diecisiete del mes inmediato siguiente.

Los capitales constitutivos tienen el carácter de definitivos al momento de notificarse y deben pagarse al Instituto dentro de los quince días hábiles siguientes.

### **Artículo 40**

Cuando no se enteren las cuotas o los capitales constitutivos dentro del plazo establecido en las disposiciones respectivas, el patrón cubrirá a partir de la fecha en que los créditos se hicieran exigibles, la actualización y los recargos correspondientes en los términos del Código Fiscal de la Federación, sin perjuicio de las sanciones que procedan.

En el caso de que el patrón o sujeto obligado no cubra oportunamente el importe de las cuotas obrero patronales o lo haga en forma incorrecta, el Instituto podrá determinarlas y fijarlas en cantidad líquida, con base en los datos con que cuente o con apoyo en los hechos que conozca con motivo del ejercicio de las facultades de comprobación de que goza como autoridad fiscal, o bien a través de los expedientes o documentos proporcionados por otras autoridades fiscales.

El Instituto a solicitud de los patrones podrá conceder prórroga para el pago de los créditos derivados de cuotas, actualización, capitales constitutivos y recargos. Durante el plazo concedido se causarán recargos sobre el saldo insoluto actualizado en los términos que establece el Código Fiscal de la Federación.

Para el seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, esta prórroga también causará los accesorios a que se refiere el párrafo anterior, depositándose los recargos en la cuenta individual del trabajador. De todas las prórrogas que involucren cuotas del seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, el Instituto deberá informar a la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro. Sin perjuicio de lo anterior los patrones deberán proporcionar copia de las prórrogas que involucren cuotas del seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, a la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, así como a las entidades financieras que mediante reglas generales determine la misma Comisión.

### **CAPITULO III**

#### **Del seguro de riesgos de trabajo**

##### Sección Primera Generalidades

#### **Artículo 41**

Riesgos de trabajo son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo.

#### **Artículo 42**

Se considera accidente de trabajo toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior; o la muerte, producida repentinamente en ejercicio, o con motivo del trabajo, cualquiera que sea el lugar y el tiempo en que dicho trabajo se preste.

También se considerará accidente de trabajo el que se produzca al trasladarse el trabajador, directamente de su domicilio al lugar del trabajo, o de éste a aquél.

#### **Artículo 43**

Enfermedad de trabajo es todo estado patológico derivado de la acción continuada de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo, o en el medio en que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios. En todo caso, serán enfermedades de trabajo las consignadas en la Ley Federal del Trabajo.

#### **Artículo 44**

Cuando el trabajador asegurado no esté conforme con la calificación que del accidente o enfermedad haga el Instituto de manera definitiva deberá interponer el recurso de inconformidad.

En el supuesto a que se refiere el párrafo anterior, entre tanto se tramita el recurso o el juicio respectivo, el Instituto otorgará al trabajador asegurado o a sus beneficiarios legales las prestaciones a que tuvieran derecho en los seguros de enfermedades y maternidad o invalidez y vida, siempre y cuando se satisfagan los requisitos señalados por esta Ley.

En cuanto a los demás seguros se estará a lo que se resuelva en la inconformidad o en los medios de defensa establecidos en el artículo 294 de esta Ley.

#### **Artículo 45**

La existencia de estados anteriores tales como discapacidad física, mental o sensorial, intoxicaciones o enfermedades crónicas, no es causa para disminuir el grado de la incapacidad temporal o permanente, ni las prestaciones que correspondan al trabajador.

#### **Artículo 46**

No se considerarán para los efectos de esta Ley, riesgos de trabajo los que sobrevengan por alguna de las causas siguientes:

I.- Si el accidente ocurre encontrándose el trabajador en estado de embriaguez;

II.- Si el accidente ocurre encontrándose el trabajador bajo la acción de algún psicotrópico, narcótico o droga enervante, salvo que exista prescripción suscrita por médico titulado y que el trabajador hubiera exhibido y hecho del conocimiento del patrón lo anterior;

III.- Si el trabajador se ocasiona intencionalmente una incapacidad o lesión por sí o de acuerdo con otra persona;

IV.- Si la incapacidad o siniestro es el resultado de alguna riña o intento de suicidio, y

V.- Si el siniestro es resultado de un delito intencional del que fuere responsable el trabajador asegurado.

#### **Artículo 47**

En los casos señalados en el artículo anterior se observarán las reglas siguientes:

I.- El trabajador asegurado tendrá derecho a las prestaciones consignadas en el seguro de enfermedades y maternidad o bien a la pensión de invalidez señalada en esta Ley, si reúne los requisitos consignados en las disposiciones relativas, y

II.- Si el riesgo trae como consecuencia la muerte del asegurado, los beneficiarios legales de éste tendrán derecho a las prestaciones en dinero que otorga el presente capítulo. Por lo que se refiere a las prestaciones en especie de enfermedades y maternidad, éstas se otorgarán conforme al capítulo IV de este Título.

#### **Artículo 48**

Si el Instituto comprueba que el riesgo de trabajo fue producido intencionalmente por el patrón, por sí o por medio de tercera persona, el Instituto otorgará al asegurado las prestaciones en dinero y en especie que la presente Ley establece y el patrón quedará obligado a restituir íntegramente al Instituto las erogaciones que éste haga por tales conceptos.

#### **Artículo 49**

En los términos establecidos por la Ley Federal del Trabajo, cuando el asegurado sufra un riesgo de trabajo por falta inexcusable del patrón a juicio de la Junta de Conciliación y Arbitraje, las prestaciones en dinero que este capítulo establece a favor del trabajador asegurado, se aumentarán en el porcentaje que la propia Junta determine en laudo que quede firme. El patrón tendrá la obligación de pagar al Instituto el capital constitutivo sobre el incremento correspondiente.

#### **Artículo 50**

El asegurado que sufra algún accidente o enfermedad de trabajo, para gozar de las prestaciones en dinero a que se refiere este capítulo, deberá someterse a los exámenes médicos y a los tratamientos que determine el Instituto, salvo cuando exista causa justificada. El Instituto deberá dar aviso al patrón cuando califique de profesional algún accidente o enfermedad.

#### **Artículo 51**

El patrón deberá dar aviso al Instituto del accidente o enfermedad de trabajo, en los términos que señale el reglamento respectivo.

Los beneficiarios del trabajador incapacitado o muerto, o las personas encargadas de representarlos, podrán denunciar inmediatamente al Instituto el accidente o la enfermedad de trabajo que haya sufrido. El aviso también podrá hacerse del conocimiento de la autoridad de trabajo correspondiente, la que, a su vez, dará traslado del mismo al Instituto.

#### **Artículo 52**

El patrón que oculte la realización de un accidente sufrido por alguno de sus trabajadores durante su trabajo o lo reporte indebidamente como accidente en trayecto, se hará acreedor a las sanciones que determine esta Ley y el reglamento respectivo.

#### **Artículo 53**

El patrón que haya asegurado a los trabajadores a su servicio contra riesgos de trabajo, quedará relevado en los términos que señala esta Ley, del cumplimiento de las obligaciones que sobre responsabilidad por esta clase de riesgos establece la Ley Federal del Trabajo.

#### **Artículo 54**

Si el patrón hubiera manifestado un salario inferior al real, el Instituto pagará al asegurado el subsidio o la pensión a que se refiere este capítulo, de acuerdo con el salario en el que estuviese inscrito, sin perjuicio de que, al comprobarse su salario real, el Instituto le cubra, con base en éste la pensión o el subsidio.

En estos casos, el patrón deberá pagar los capitales constitutivos que correspondan a las diferencias que resulten, incluyendo el cinco por ciento por gastos de administración sobre el importe de dicho capital, como parte integrante del mismo.

### **Artículo 55**

Los riesgos de trabajo pueden producir:

- I.- Incapacidad temporal;
- II.- Incapacidad permanente parcial;
- III.- Incapacidad permanente total, y
- IV. Muerte.

Se entenderá por incapacidad temporal, incapacidad permanente parcial e incapacidad permanente total, lo que al respecto disponen los artículos relativos de la Ley Federal del Trabajo.

### Sección Segunda

De las Prestaciones en Especie

### **Artículo 56**

El asegurado que sufra un riesgo de trabajo tiene derecho a las siguientes prestaciones en especie:

- I.- Asistencia médica, quirúrgica y farmacéutica;
- II.- Servicio de hospitalización;
- III.- Aparatos de prótesis y ortopedia, y
- IV.- Rehabilitación.

### **Artículo 57**

Las prestaciones a que se refiere el artículo anterior se concederán de conformidad con las disposiciones previstas en esta Ley y en sus reglamentos.

### Sección Tercera

De las Prestaciones en Dinero

### **Artículo 58**

El asegurado que sufra un riesgo de trabajo tiene derecho a las siguientes prestaciones en dinero:

- I.- Si lo incapacita para trabajar recibirá mientras dure la inhabilitación, el cien por ciento del salario en que estuviere cotizando en el momento de ocurrir el riesgo.

El goce de este subsidio se otorgará al asegurado entre tanto no se declare que se encuentra capacitado para trabajar, o bien se declare la incapacidad permanente parcial o total, lo cual deberá realizarse dentro del término de cincuenta y dos semanas que dure la atención médica

como consecuencia del accidente, sin perjuicio de que una vez determinada la incapacidad que corresponda, continúe su atención o rehabilitación conforme a lo dispuesto por el artículo 61 de la presente Ley;

II.- Al declararse la incapacidad permanente total del asegurado, éste recibirá una pensión mensual definitiva equivalente al setenta por ciento del salario en que estuviere cotizando. En el caso de enfermedades de trabajo, se calculará con el promedio del salario base de cotización de las cincuenta y dos últimas semanas o las que tuviere si su aseguramiento fuese por un tiempo menor para determinar el monto de la pensión. Igualmente, el incapacitado deberá contratar un seguro de sobrevivencia para el caso de su fallecimiento, que otorgue a sus beneficiarios las pensiones y demás prestaciones económicas a que tengan derecho en los términos de esta Ley.

La pensión, el seguro de sobrevivencia y las prestaciones económicas a que se refiere el párrafo anterior se otorgarán

por la institución de seguros que elija el trabajador. Para contratar los seguros de renta vitalicia y sobrevivencia el Instituto calculará el monto constitutivo necesario para su contratación. Al monto constitutivo se le restará el saldo acumulado en la cuenta individual del trabajador y la diferencia positiva será la suma asegurada, que deberá pagar el Instituto a la institución de seguros elegida por el trabajador para la contratación de los seguros de renta vitalicia y de sobrevivencia. El seguro de sobrevivencia cubrirá, en caso de fallecimiento del pensionado a consecuencia del riesgo de trabajo, la pensión y demás prestaciones económicas a que se refiere este capítulo, a sus beneficiarios; si al momento de producirse el riesgo de trabajo, el asegurado hubiere cotizado cuando menos ciento cincuenta semanas, el seguro de sobrevivencia también cubrirá el fallecimiento de éste por causas distintas a riesgos de trabajo o enfermedades profesionales.

Cuando el trabajador tenga una cantidad acumulada en su cuenta individual que sea mayor al necesario para integrar el monto constitutivo para contratar una renta vitalicia que sea superior a la pensión a que tenga derecho, en los términos de este capítulo, así como para contratar el seguro de sobrevivencia podrá optar por:

- a) Retirar la suma excedente en una sola exhibición de su cuenta individual;
- b) Contratar una renta vitalicia por una cuantía mayor; o
- c) Aplicar el excedente a un pago de sobreprima para incrementar los beneficios del seguro de sobrevivencia.

Los seguros de renta vitalicia y de sobrevivencia se sujetarán a lo dispuesto en el artículo 159 fracciones IV y VI de esta Ley;

III.- Si la incapacidad declarada es permanente parcial, superior al cincuenta por ciento, el asegurado recibirá una pensión que será otorgada por la institución de seguros que elija en los términos de la fracción anterior.

El monto de la pensión se calculará conforme a la tabla de valuación de incapacidad contenida en la Ley Federal de Trabajo, tomando como base el monto de la pensión que correspondería a la incapacidad permanente total. El tanto por ciento de la incapacidad se fijará entre el máximo y el mínimo establecidos en dicha tabla teniendo en cuenta la edad del trabajador, la importancia de la incapacidad, si ésta es absoluta para el ejercicio de su profesión aun cuando quede habilitado para dedicarse a otra, o que simplemente hayan disminuido sus aptitudes para el desempeño de la misma o para ejercer actividades remuneradas semejantes a su profesión u oficio.

Si la valuación definitiva de la incapacidad fuese de hasta el veinticinco por ciento, se pagará al asegurado, en sustitución de la pensión, una indemnización global equivalente a cinco anualidades de la pensión que le hubiese correspondido. Dicha indemnización será optativa para el trabajador cuando la valuación definitiva de la incapacidad exceda de veinticinco por ciento sin rebasar el cincuenta por ciento, y

IV. El Instituto otorgará a los pensionados por incapacidad permanente total y parcial con un mínimo de más del cincuenta por ciento de incapacidad, un aguinaldo anual equivalente a quince días del importe de la pensión que perciban.

#### **Artículo 59**

La pensión que se otorgue en el caso de incapacidad permanente total, será siempre superior a la que le correspondería al asegurado por invalidez, y comprenderá en todos los casos, las asignaciones familiares y la ayuda asistencial, así como cualquier otra prestación en dinero a que tenga derecho en los términos de este capítulo.

#### **Artículo 60**

Los certificados de incapacidad temporal que expida el Instituto se sujetarán a lo que establezca el reglamento relativo.

El pago de los subsidios se hará por períodos vencidos no mayores de siete días.

#### **Artículo 61**

Al declararse la incapacidad permanente, sea parcial o total, se concederá al trabajador asegurado la pensión que le corresponda, con carácter provisional, por un período de adaptación de dos años.

Durante ese período de dos años, en cualquier momento el Instituto podrá ordenar y, por su parte, el trabajador asegurado tendrá derecho a solicitar la revisión de la incapacidad con el fin de modificar la cuantía de la pensión.

Transcurrido el período de adaptación, se otorgará la pensión definitiva, la cual se calculará en los términos del artículo 58 fracciones II y III de esta Ley.

#### **Artículo 62**

Si el asegurado que sufrió un riesgo de trabajo fue dado de alta y posteriormente sufre una recaída con motivo del mismo accidente o enfermedad de trabajo, tendrá derecho a gozar del subsidio a que se refiere la fracción I del artículo 58 de esta Ley, en tanto esté vigente su condición de asegurado.

Cuando el asegurado al que se le haya declarado una incapacidad permanente total o parcial que le dé derecho a la contratación de la renta vitalicia y del seguro de sobrevivencia en los términos previstos en los artículos 58 fracciones II y III, 61 y 159 fracciones IV y VI de esta Ley, se rehabilite y tenga un trabajo remunerado que le proporcione un ingreso cuando menos equivalente al cincuenta por ciento de la remuneración habitual que hubiere percibido de continuar trabajando, dejará de tener derecho al pago de la pensión por parte de la aseguradora. En este caso, la aseguradora deberá devolver al Instituto y a la Administradora de Fondos para el Retiro, el fondo de reserva de las obligaciones futuras pendientes de cubrir. La proporción que corresponderá al Instituto y a la Administradora de Fondos para el Retiro del fondo de reserva devuelto por la aseguradora será equivalente a la proporción que representó la suma asegurada y el saldo de la

cuenta individual del trabajador en la constitución del monto constitutivo. La Administradora de Fondos para el Retiro abrirá nuevamente la cuenta individual al trabajador con los recursos que le fueron devueltos por la aseguradora.

### **Artículo 63**

Los subsidios previstos en este capítulo se pagarán directamente al asegurado o su representante debidamente acreditado, salvo el caso de incapacidad mental comprobada ante el Instituto, en que se podrán pagar a la persona o personas a cuyo cuidado quede el incapacitado.

El Instituto podrá celebrar convenios con los patrones para el efecto de facilitar el pago de subsidios a sus trabajadores incapacitados, salvo las cuotas previstas en el artículo 168 de la presente Ley, que se aplicarán a las cuentas individuales de los trabajadores.

Las demás prestaciones económicas se pagarán en los términos previstos en esta Ley.

### **Artículo 64**

Si el riesgo de trabajo trae como consecuencia la muerte del asegurado, el Instituto calculará el monto constitutivo al que se le restará los recursos acumulados en la cuenta individual del trabajador fallecido, a efecto de determinar la suma asegurada que el Instituto deberá cubrir a la institución de seguros, necesaria para obtener una pensión, ayudas asistenciales y demás prestaciones económicas previstas en este capítulo a los beneficiarios.

Los beneficiarios elegirán la institución de seguros con la que deseen contratar la renta con los recursos a que se refiere el párrafo anterior, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 159 fracción IV de la presente Ley. En caso de que el trabajador fallecido haya acumulado en su cuenta individual un saldo mayor al necesario para integrar el monto constitutivo necesario para contratar una renta que sea superior al monto de las pensiones a que tengan derecho sus beneficiarios, en los términos de este capítulo, éstos podrán optar por:

a) Retirar la suma excedente en una sola exhibición de la cuenta individual del trabajador fallecido, o

b) Contratar rentas por una cuantía mayor.

Las pensiones y prestaciones a que se refiere la presente Ley serán:

I.- El pago de una cantidad igual a sesenta días de salario mínimo general que rija en el Distrito Federal en la fecha de fallecimiento del asegurado.

Este pago se hará a la persona preferentemente familiar del asegurado, que presente copia del acta de defunción y la cuenta original de los gastos de funeral;

II.- A la viuda del asegurado se le otorgará una pensión equivalente al cuarenta por ciento de la que hubiese correspondido a aquél, tratándose de incapacidad permanente total. La misma pensión corresponde al viudo o concubinario que hubiera dependido económicamente de la asegurada. El importe de esta prestación no podrá ser inferior a la cuantía mínima que corresponda a la pensión de viudez del seguro de invalidez y vida;

III.- A cada uno de los huérfanos que lo sean de padre o madre, que se encuentren totalmente incapacitados, se les otorgará una pensión equivalente al veinte por ciento de la que hubiese

correspondido al asegurado tratándose de incapacidad permanente total. Esta pensión se extinguirá cuando el huérfano recupere su capacidad para el trabajo;

IV.- A cada uno de los huérfanos que lo sean de padre o madre, menores de dieciséis años, se les otorgará una pensión equivalente al veinte por ciento de la que hubiera correspondido al asegurado tratándose de incapacidad permanente total. Esta pensión se extinguirá cuando el huérfano cumpla dieciséis años.

Deberá otorgarse o extenderse el goce de esta pensión, en los términos del reglamento respectivo, a los huérfanos mayores de dieciséis años, hasta una edad máxima de veinticinco años, cuando se encuentren estudiando en planteles del sistema educativo nacional, tomando en consideración, las condiciones económicas, familiares y personales del beneficiario y siempre que no sea sujeto del régimen obligatorio;

V.- En el caso de las dos fracciones anteriores, si posteriormente falleciera el otro progenitor, la pensión de orfandad se aumentará del veinte al treinta por ciento, a partir de la fecha del fallecimiento del segundo progenitor y se extinguirá en los términos establecidos en las mismas fracciones, y

VI.- A cada uno de los huérfanos, cuando lo sean de padre y madre, menores de dieciséis años o hasta veinticinco años si se encuentran estudiando en los planteles del sistema educativo nacional, o en tanto se encuentren totalmente incapacitados debido a una enfermedad crónica, defecto físico o psíquico, se les otorgará una pensión equivalente al treinta por ciento de la que hubiera correspondido al asegurado tratándose de incapacidad permanente total.

El derecho al goce de las pensiones a que se refiere el párrafo anterior, se extinguirá en los mismos términos expresados en las fracciones III y IV de este precepto.

Al término de las pensiones de orfandad establecidas en este artículo, se otorgará al huérfano un pago adicional de tres mensualidades de la pensión que disfrutaba.

A las personas señaladas en las fracciones II y VI de este artículo, así como a los ascendientes pensionados en los términos del artículo 66, se les otorgará un aguinaldo anual equivalente a quince días del importe de la pensión que perciban.

#### **Artículo 65**

Sólo a falta de esposa tendrá derecho a recibir la pensión señalada en la fracción II del artículo anterior, la mujer con quien el asegurado vivió como si fuera su marido durante los cinco años que precedieron inmediatamente a su muerte o con la que tuvo hijos, siempre que ambos hubieran permanecido libres de matrimonio durante el concubinato. Si al morir el asegurado tenía varias concubinas, ninguna de ellas gozará de pensión.

#### **Artículo 66**

El total de las pensiones atribuidas a las personas señaladas en los artículos anteriores, en caso de fallecimiento del asegurado, no excederá de la que correspondería a éste si hubiese sufrido incapacidad permanente total. En caso de exceso, se reducirán proporcionalmente cada una de las pensiones.

Cuando se extinga el derecho de alguno de los pensionados se hará nueva distribución de las pensiones que queden vigentes, entre los restantes, sin que se rebasen las cuotas parciales ni el monto total de dichas pensiones.

A falta de viuda o viudo, huérfanos, concubina o concubinario con derecho a pensión, a cada uno de los ascendientes que dependían económicamente del trabajador fallecido, se le pensionará con una cantidad igual al veinte por ciento de la pensión que hubiese correspondido al asegurado, en el caso de incapacidad permanente total.

Tratándose de la cónyuge o concubina, la pensión se pagará mientras no contraiga nupcias o entre en concubinato. La viuda o concubina que contraiga matrimonio recibirá una suma global equivalente a tres anualidades de la pensión otorgada. En este último caso, la aseguradora respectiva deberá devolver al Instituto el fondo de reserva de las obligaciones futuras pendientes de cubrir, previo descuento de la suma global que se otorgue.

#### **Artículo 67**

Cuando se reúnan dos o más incapacidades parciales, el asegurado o sus beneficiarios, no tendrán derecho a recibir una pensión mayor de la que hubiese correspondido a la incapacidad permanente total.

Sección Cuarta  
Del Incremento Periódico de las Pensiones

#### **Artículo 68**

La cuantía de las pensiones por incapacidad permanente será actualizada anualmente en el mes de febrero, conforme al Índice Nacional de Precios al Consumidor correspondiente al año calendario anterior.

#### **Artículo 69**

Las pensiones de viudez, orfandad y ascendientes del asegurado por riesgos de trabajo serán revisadas e incrementadas en la proporción que corresponda, en términos de lo dispuesto en el artículo anterior.

Sección Quinta  
Del Régimen Financiero

#### **Artículo 70**

Las prestaciones del seguro de riesgos de trabajo, inclusive los capitales constitutivos de las rentas líquidas al fin de año y los gastos administrativos, serán cubiertos íntegramente por las cuotas que para este efecto aporten los patrones y demás sujetos obligados.

#### **Artículo 71**

Las cuotas que por el seguro de riesgos de trabajo deban pagar los patrones, se determinarán en relación con la cuantía del salario base de cotización, y con los riesgos inherentes a la actividad de la negociación de que se trate, en los términos que establezca el reglamento relativo.

#### **Artículo 72**

Para los efectos de la fijación de las primas a cubrir por el seguro de riesgos de trabajo, las empresas deberán calcular sus primas, multiplicando la siniestralidad de la empresa, por un factor de prima y al producto se le sumará el 0.0025. El resultado será la prima a aplicar sobre los salarios de cotización, conforme a la fórmula siguiente:

$$\text{Prima} = [(S/365)+V *(I + D)] * (F/N) + M$$

Donde:

V = 28 años, que es la duración promedio de vida activa de un individuo que no haya sido víctima de un accidente mortal o de incapacidad permanente total.

F = 2.9, que es el factor de prima.

N = Número de trabajadores promedio expuestos al riesgo.

S = Total de los días subsidiados a causa de incapacidad temporal.

I = Suma de los porcentajes de las incapacidades permanentes, parciales y totales, divididos entre 100.

D = Número de defunciones.

M = 0.0025, que es la prima mínima de riesgo.

Al inscribirse por primera vez en el Instituto o al cambiar de actividad, las empresas cubrirán, en la clase que les corresponda conforme al reglamento, la prima media. Una vez ubicada la empresa en la prima a pagar, los siguientes aumentos o disminuciones de la misma se harán conforme al párrafo primero de este artículo.

No se tomarán en cuenta para la siniestralidad de las empresas los accidentes que ocurran a los trabajadores al trasladarse de su domicilio al centro de labores o viceversa.

### **Artículo 73**

Al inscribirse por primera vez en el Instituto o al cambiar de actividad, las empresas cubrirán la prima media de la clase que conforme al Reglamento les corresponda, de acuerdo a la tabla siguiente:

Prima media	En por cientos
Clase I	0.54355
Clase II	1.13065
Clase III	2.59840
Clase IV	4.65325
Clase V	7.58875

### **Artículo 74**

Las empresas tendrán la obligación de revisar anualmente su siniestralidad, conforme al período y dentro del plazo que señale el reglamento, para determinar si permanecen en la misma prima, se disminuye o aumenta.

La prima conforme a la cual estén cubriendo sus cuotas las empresas podrá ser modificada, disminuyéndola o aumentándola en una proporción no mayor al cero punto cero uno del salario base de cotización con respecto a la del año inmediato anterior, tomando en consideración los riesgos de trabajo terminados durante el lapso que fije el reglamento, con independencia de la fecha en que éstos hubieran ocurrido. Estas modificaciones no podrán exceder los límites fijados para la prima mínima y máxima, que serán de cero punto veinticinco por ciento y quince por ciento de los salarios base de cotización respectivamente.

La siniestralidad se fijará conforme al reglamento de la materia.

#### **Artículo 75**

La determinación de las clases comprenderá una lista de los diversos tipos de actividades y ramas industriales, catalogándolas en razón de la mayor o menor peligrosidad a que están expuestos los trabajadores, y asignando a cada uno de los grupos que formen dicha lista, una clase determinada. Este supuesto sólo se aplicará a las empresas que se inscriben por primera vez en el Instituto o cambien de actividad.

#### **Artículo 76**

El Consejo Técnico del Instituto Mexicano del Seguro Social promoverá ante las instancias competentes y éstas ante el H. Congreso de la Unión, cada tres años, la revisión del factor de prima, para propiciar que se mantenga o restituya en su caso, el equilibrio financiero de este seguro, tomando en cuenta a todas las empresas del país. Para tal efecto se oír la opinión que al respecto sustente el Comité Consultivo del Seguro de Riesgos de Trabajo, el cual estará integrado de manera tripartita.

Si la Asamblea General lo autorizare, el Consejo Técnico podrá promover la revisión a que alude este artículo en cualquier tiempo, tomando en cuenta la experiencia adquirida.

#### **Artículo 77**

El patrón que estando obligado a asegurar a sus trabajadores contra riesgos de trabajo no lo hiciera, deberá enterar al Instituto, en caso de que ocurra el siniestro, los capitales constitutivos de las prestaciones en dinero y en especie, de conformidad con lo dispuesto en la presente Ley, sin perjuicio de que el Instituto otorgue desde luego las prestaciones a que haya lugar.

La misma regla se observará cuando el patrón asegure a sus trabajadores en forma tal que se disminuyan las prestaciones a que los trabajadores asegurados o sus beneficiarios tuvieran derecho, limitándose los capitales constitutivos, en este caso, a la suma necesaria para completar las prestaciones correspondientes señaladas en la Ley.

Los avisos de ingreso o alta de los trabajadores asegurados y los de modificaciones de su salario, entregados al Instituto después de ocurrido el siniestro, en ningún caso liberarán al patrón de la obligación de pagar los capitales constitutivos, aun cuando los hubiese presentado dentro de los plazos que señalan los artículos 15 fracción I y 34 fracciones I a III de este ordenamiento legal.

El Instituto determinará el monto de los capitales constitutivos y los hará efectivos, en la forma y términos revistos en esta Ley y sus reglamentos.

#### **Artículo 78**

Los patrones que cubrieren los capitales constitutivos determinados por el Instituto, en los casos previstos por el artículo anterior, quedarán liberados, en los términos de esta Ley, del cumplimiento de las obligaciones que sobre responsabilidad por riesgos de trabajo establece la Ley Federal del Trabajo, así como de la de enterar las cuotas que prescribe la presente Ley, por el lapso anterior al siniestro, con respecto al trabajador accidentado y al seguro de riesgos de trabajo; subsistiendo para todos los efectos legales la responsabilidad y sanciones que en su caso fijen la Ley y sus reglamentos.

### **Artículo 79**

Los capitales constitutivos se integran con el importe de alguna o algunas de las prestaciones siguientes:

- I.- Asistencia médica;
- II.- Hospitalización;
- III.- Medicamentos y material de curación;
- IV.- Servicios auxiliares de diagnóstico y de tratamiento;
- V.- Intervenciones quirúrgicas;
- VI.- Aparatos de prótesis y ortopedia;
- VII.- Gastos de traslado del trabajador accidentado y pago de viáticos en su caso;
- VIII.- Subsidios pagados;
- IX.- En su caso, gastos de funeral;
- X.- Indemnizaciones globales en sustitución de la pensión, en los términos del último párrafo de la fracción III del artículo 58 de esta Ley;
- XI.- Valor actual de la pensión, que es la cantidad calculada a la fecha del siniestro y que, invertida a una tasa anual de interés compuesto del cinco por ciento, sea suficiente, la cantidad pagada y sus intereses, para que el beneficiario disfrute la pensión durante el tiempo a que tenga derecho a ella, en la cuantía y condiciones aplicables que determina esta Ley, tomando en cuenta las probabilidades de reactividad, de muerte y de reingreso al trabajo, así como la edad y sexo del pensionado, y
- XII. El cinco por ciento del importe de los conceptos que lo integren, por gastos de administración.

### Sección Sexta

De la Prevención de Riesgos de Trabajo

### **Artículo 80**

El Instituto está facultado para proporcionar servicios de carácter preventivo, individualmente o a través de procedimientos de alcance general, con el objeto de evitar la realización de riesgos de trabajo entre la población asegurada.

En especial, el Instituto establecerá programas para promover y apoyar la aplicación de acciones preventivas de riesgos de trabajo en las empresas de hasta cien trabajadores.

#### **Artículo 81**

El Instituto se coordinará con la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, de las entidades federativas y concertará, en igual forma, con la representación de las organizaciones de los sectores social y privado, con el objeto de realizar programas para la prevención de los accidentes y las enfermedades de trabajo.

#### **Artículo 82**

El Instituto llevará a cabo las investigaciones que estime convenientes sobre riesgos de trabajo y sugerirá a los patrones las técnicas y prácticas convenientes a efecto de prevenir la realización de dichos riesgos.

El Instituto podrá verificar el establecimiento de programas preventivos de riesgos de trabajo en aquellas empresas que por su índice de siniestralidad, puedan disminuir el monto de la prima de este seguro.

#### **Artículo 83**

Los patrones deben cooperar con el Instituto en la prevención de los riesgos de trabajo, en los términos siguientes:

- I.- Facilitarle la realización de estudios e investigaciones;
- II.- Proporcionarle datos e informes para la elaboración de estadísticas sobre riesgos de trabajo, y
- III.- Colaborar en el ámbito de sus empresas a la adopción y difusión de las normas sobre prevención de riesgos de trabajo.

### **CAPITULO IV**

#### **Del seguro de enfermedades y maternidad**

##### Sección Primera Generalidades

#### **Artículo 84**

Quedan amparados por este seguro:

- I.- El asegurado;
- II.- El pensionado por:
  - a) Incapacidad permanente total o parcial;
  - b) Invalidez;
  - c) Cesantía en edad avanzada y vejez, y

d) Viudez, orfandad o ascendencia;

III.- La esposa del asegurado o, a falta de ésta, la mujer con quien ha hecho vida marital durante los cinco años anteriores a la enfermedad, o con la que haya procreado hijos, siempre que ambos permanezcan libres de matrimonio. Si el asegurado tiene varias concubinas ninguna de ellas tendrá derecho a la protección.

Del mismo derecho gozará el esposo de la asegurada o, a falta de éste el concubinario, siempre que hubiera dependido económicamente de la asegurada, y reúnan, en su caso, los requisitos del párrafo anterior;

IV.- La esposa del pensionado en los términos de los incisos a), b) y c) de la fracción II, a falta de esposa, la concubina si se reúnen los requisitos de la fracción III.

Del mismo derecho gozará el esposo de la pensionada o a falta de éste el concubinario, si reúne los requisitos de la fracción III;

V.- Los hijos menores de dieciséis años del asegurado y de los pensionados, en los términos consignados en las fracciones anteriores;

VI.- Los hijos del asegurado cuando no puedan mantenerse por su propio trabajo debido a una enfermedad crónica, defecto físico o psíquico, hasta en tanto no desaparezca la incapacidad que padecen o hasta la edad de veinticinco años cuando realicen estudios en planteles del sistema educativo nacional;

VII.- Los hijos mayores de dieciséis años de los pensionados por invalidez, cesantía en edad avanzada y vejez, que se encuentren disfrutando de asignaciones familiares, así como los de los pensionados por incapacidad permanente, en los mismos casos y condiciones establecidos en el artículo 136;

VIII.- El padre y la madre del asegurado que vivan en el hogar de éste, y

IX.- El padre y la madre del pensionado en los términos de los incisos a), b) y c) de la fracción II, si reúnen el requisito de convivencia señalado en la fracción VIII.

Los sujetos comprendidos en las fracciones III a IX, inclusive, tendrán derecho a las prestaciones respectivas si reúnen además los requisitos siguientes:

a) Que dependan económicamente del asegurado o pensionado, y

b) Que el asegurado tenga derecho a las prestaciones consignadas en el artículo 91 de esta Ley.

#### **Artículo 85**

Para los efectos de este seguro se tendrá como fecha de iniciación de la enfermedad, aquélla en que el Instituto certifique el padecimiento.

El disfrute de las prestaciones de maternidad se iniciará a partir del día en que el Instituto certifique el estado de embarazo. La certificación señalará la fecha probable del parto, la que servirá de base para el cómputo de los cuarenta y dos días anteriores a aquél, para los efectos del disfrute del subsidio que, en su caso, se otorgue en los términos de esta Ley.

#### **Artículo 86**

Para tener derecho a las prestaciones consignadas en este capítulo, el asegurado, el pensionado y los beneficiarios deberán sujetarse a las prescripciones y tratamientos médicos indicados por el Instituto.

#### **Artículo 87**

El Instituto podrá determinar la hospitalización del asegurado, del pensionado o de los beneficiarios, cuando así lo exija la enfermedad, particularmente tratándose de padecimientos contagiosos.

Para la hospitalización se requiere el consentimiento expreso del enfermo, a menos que la naturaleza de la enfermedad imponga como indispensable esa medida. La hospitalización de menores de edad y demás incapacitados, precisa el consentimiento de quienes ejerzan la patria potestad o la tutela, o bien de la autoridad judicial.

#### **Artículo 88**

El patrón es responsable de los daños y perjuicios que se causaren al asegurado, a sus familiares derechohabientes o al Instituto, cuando por incumplimiento de la obligación de inscribirlo o de avisar los salarios efectivos o los cambios de éstos, no pudieran otorgarse las prestaciones en especie y en dinero del seguro de enfermedades y maternidad, o bien cuando el subsidio a que tuvieran derecho se viera disminuido en su cuantía.

El Instituto, a solicitud de los interesados, se subrogará en sus derechos y concederá las prestaciones mencionadas en el párrafo anterior. En este caso el patrón enterará al Instituto el importe de los capitales constitutivos, sus accesorios y el cinco por ciento por gastos de administración de las prestaciones en especie otorgadas, así como de los subsidios, gastos de funeral o de las diferencias de estas prestaciones en dinero. Dicho importe será deducible del monto de las cuotas obrero patronales omitidas hasta esa fecha que correspondan al seguro de enfermedades y maternidad, del trabajador de que se trate.

#### **Artículo 89**

El Instituto prestará los servicios que tiene encomendados, en cualquiera de las siguientes formas:

I.- Directamente, a través de su propio personal e instalaciones;

II.- Indirectamente, en virtud de convenios con otros organismos públicos o particulares, para que se encarguen de impartir los servicios del ramo de enfermedades y maternidad y proporcionar las prestaciones en especie y subsidios del ramo de riesgos de trabajo, siempre bajo la vigilancia y responsabilidad del Instituto. Los convenios fijarán el plazo de su vigencia, la amplitud del servicio subrogado, los pagos que deban hacerse, la forma de cubrirlos y las causas y procedimientos de terminación, así como las demás condiciones pertinentes; y

III.- Asimismo, podrá celebrar convenios con quienes tuvieran establecidos servicios médicos y hospitalarios, pudiendo convenirse, si se tratare de patrones con obligación al seguro, en la reversión de una parte de la cuota patronal y obrera en proporción a la naturaleza y cuantía de los servicios relativos. En dichos convenios se pactará, en su caso, el pago de subsidios mediante un sistema de reembolsos. Estos convenios no podrán celebrarse sin la previa anuencia de los trabajadores o de su organización representativa.

En todo caso, las personas, empresas o entidades a que se refiere este artículo, estarán obligadas a proporcionar al Instituto los informes y estadísticas médicas o administrativas que éste les

exigiere y a sujetarse a las instrucciones, normas técnicas, inspecciones y vigilancia prescritas por el mismo Instituto, en los términos de los reglamentos que con respecto a los servicios médicos se expidan.

#### **Artículo 90**

El Instituto elaborará los cuadros básicos de medicamentos que considere necesarios, sujetos a permanente actualización, a fin de que los productos en ellos comprendidos sean los de mayor eficacia terapéutica.

Sección Segunda  
De las Presentaciones en Especie

#### **Artículo 91**

En caso de enfermedad no profesional, el Instituto otorgará al asegurado la asistencia médica quirúrgica, farmacéutica y hospitalaria que sea necesaria, desde el comienzo de la enfermedad y durante el plazo de cincuenta y dos semanas para el mismo padecimiento.

No se computará en el mencionado plazo, el tiempo que dure el tratamiento curativo que le permita continuar en el trabajo y seguir cubriendo las cuotas correspondientes.

#### **Artículo 92**

Si al concluir el período de cincuenta y dos semanas previsto en el artículo anterior, el asegurado continúa enfermo, el Instituto prorrogará su tratamiento hasta por cincuenta y dos semanas más, previo dictamen médico.

#### **Artículo 93**

Las prestaciones en especie que señala el artículo 91 de esta Ley, se otorgarán también a los demás sujetos protegidos por este seguro que se mencionan en el artículo 84 de este ordenamiento.

Los padres del asegurado o pensionado fallecido, conservarán el derecho a los servicios que señala el artículo 91 de la Ley.

#### **Artículo 94**

En caso de maternidad, el Instituto otorgará a la asegurada durante el embarazo, el alumbramiento y el puerperio, las prestaciones siguientes:

- I.- Asistencia obstétrica;
- II.- Ayuda en especie por seis meses para lactancia, y
- III.- Una canastilla al nacer el hijo, cuyo importe será señalado por el Consejo Técnico.

#### **Artículo 95**

Tendrán derecho a disfrutar de las prestaciones señaladas en las fracciones I y II del artículo anterior, las beneficiarias que se señalan en las fracciones III y IV del artículo 84 de esta Ley.

### Sección Tercera

#### De las Prestaciones en Dinero

##### **Artículo 96**

En caso de enfermedad no profesional, el asegurado tendrá derecho a un subsidio en dinero que se otorgará cuando la enfermedad lo incapacite para el trabajo. El subsidio se pagará a partir del cuarto día del inicio de la incapacidad, mientras dure ésta y hasta por el término de cincuenta y dos semanas.

Si al concluir dicho período el asegurado continuare incapacitado, previo dictamen del Instituto, se podrá prorrogar el pago del subsidio hasta por veintiséis semanas más.

##### **Artículo 97**

El asegurado sólo percibirá el subsidio que se establece en el artículo anterior, cuando tenga cubiertas por lo menos cuatro cotizaciones semanales inmediatamente anteriores a la enfermedad.

Los trabajadores eventuales percibirán el subsidio cuando tengan cubiertas seis cotizaciones semanales en los últimos cuatro meses anteriores a la enfermedad.

##### **Artículo 98**

El subsidio en dinero que se otorgue a los asegurados será igual al sesenta por ciento del último salario diario de cotización. El subsidio se pagará por períodos vencidos que no excederán de una semana, directamente al asegurado o a su representante debidamente acreditado.

##### **Artículo 99**

En caso de incumplimiento por parte del enfermo a la indicación del Instituto de someterse a hospitalización, o cuando interrumpa el tratamiento sin la autorización debida, se suspenderá el pago del subsidio.

##### **Artículo 100**

Cuando el Instituto hospitalice al asegurado, el subsidio establecido en el artículo 98 de esta Ley se pagará a él o a sus familiares derechohabientes señalados en el artículo 84 de este ordenamiento.

##### **Artículo 101**

La asegurada tendrá derecho durante el embarazo y el puerperio a un subsidio en dinero igual al cien por ciento del último salario diario de cotización el que recibirá durante cuarenta y dos días anteriores al parto y cuarenta y dos días posteriores al mismo.

En los casos en que la fecha fijada por los médicos del Instituto no concuerde exactamente con la del parto, deberán cubrirse a la asegurada los subsidios correspondientes por cuarenta y dos días posteriores al mismo, sin importar que el período anterior al parto se haya excedido. Los días en

que se haya prolongado el período anterior al parto, se pagarán como continuación de incapacidades originadas por enfermedad. El subsidio se pagará por períodos vencidos que no excederán de una semana.

#### **Artículo 102**

Para que la asegurada tenga derecho al subsidio que se señala en el artículo anterior, se requiere:

I.- Que haya cubierto por lo menos treinta cotizaciones semanales en el período de doce meses anteriores a la fecha en que debiera comenzar el pago del subsidio;

II.- Que se haya certificado por el Instituto el embarazo y la fecha probable del parto, y

III.- Que no ejecute trabajo alguno mediante retribución durante los períodos anteriores y posteriores al parto.

Si la asegurada estuviera percibiendo otro subsidio, se cancelará el que sea por menor cantidad.

#### **Artículo 103**

El goce por parte de la asegurada del subsidio establecido en el artículo 101, exime al patrón de la obligación del pago

del salario íntegro a que se refiere la fracción V del artículo 170 de la Ley Federal del Trabajo, hasta los límites establecidos por esta Ley.

Cuando la asegurada no cumpla con lo establecido en la fracción I del artículo anterior, quedará a cargo del patrón el pago del salario íntegro.

#### **Artículo 104**

Cuando fallezca un pensionado o un asegurado que tenga reconocidas cuando menos doce cotizaciones semanales en los nueve meses anteriores al fallecimiento, el Instituto pagará a la persona preferentemente familiar del asegurado o del pensionado, que presente copia del acta de defunción y la cuenta original de los gastos de funeral, una ayuda por este concepto, consistente en dos meses del salario mínimo general que rija en el Distrito Federal en la fecha del fallecimiento.

### Sección Cuarta

#### Del Régimen Financiero

#### **Artículo 105**

Los recursos necesarios para cubrir las prestaciones en dinero, las prestaciones en especie y los gastos administrativos del seguro de enfermedades y maternidad, se obtendrán de las cuotas que están obligados a cubrir los patrones y los trabajadores o demás sujetos y de la contribución que corresponda al Estado.

#### **Artículo 106**

Las prestaciones en especie del seguro de enfermedades y maternidad, se financiarán en la forma siguiente:

I.- Por cada asegurado se pagará mensualmente una cuota diaria patronal equivalente al trece punto nueve por ciento de un salario mínimo general diario para el Distrito Federal;

II.- Para los asegurados cuyo salario base de cotización sea mayor a tres veces el salario mínimo general diario para el Distrito Federal; se cubrirá además de la cuota establecida en la fracción anterior, una cuota adicional patronal equivalente al seis por ciento y otra adicional obrera del dos por ciento, de la cantidad que resulte de la diferencia entre el salario base de cotización y tres veces el salario mínimo citado, y

III.- El Gobierno Federal cubrirá mensualmente una cuota diaria por cada asegurado, equivalente a trece punto nueve por ciento de un salario mínimo general para el Distrito Federal, a la fecha de entrada en vigor de esta Ley, la cantidad inicial que resulte se actualizará trimestralmente de acuerdo a la variación del Índice Nacional de Precios al Consumidor.

#### **Artículo 107**

Las prestaciones en dinero del seguro de enfermedades y maternidad se financiarán con una cuota del uno por ciento sobre el salario base de cotización, que se pagará de la forma siguiente:

I.- A los patronos les corresponderá pagar el setenta por ciento de dicha cuota;

II.- A los trabajadores les corresponderá pagar el veinticinco por ciento de la misma, y

III.- Al Gobierno Federal le corresponderá pagar el cinco por ciento restante.

#### **Artículo 108**

Las aportaciones del Gobierno Federal serán cubiertas en pagos mensuales iguales, equivalentes a la doceava parte de la estimación que presente el Instituto para el año siguiente a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, en el mes de julio de cada ejercicio. En el caso de que en un cuatrimestre la inflación sea cuatro puntos porcentuales mayor o menor a la prevista en dichos cálculos, se harán las compensaciones preliminares correspondientes antes de que termine el siguiente bimestre, realizándose los ajustes definitivos, en base a la inflación real anual, durante el mes de enero del año siguiente.

Sección Quinta  
De la Conservación de Derechos

#### **Artículo 109**

El asegurado que quede privado de trabajo remunerado, pero que haya cubierto inmediatamente antes de tal privación, un mínimo de ocho cotizaciones semanales ininterrumpidas, conservará durante las ocho semanas posteriores a la desocupación, el derecho a recibir, exclusivamente la asistencia médica y maternidad, quirúrgica, farmacéutica y hospitalaria que sea necesaria. Del mismo derecho disfrutarán sus beneficiarios.

Los trabajadores que se encuentren en estado de huelga, recibirán las prestaciones médicas durante el tiempo que dure aquél.

Sección Sexta  
De la Medicina Preventiva

#### **Artículo 110**

Con el propósito de proteger la salud y prevenir las enfermedades y la discapacidad, los servicios de medicina preventiva del Instituto llevarán a cabo programas de difusión para la salud, prevención y rehabilitación de la discapacidad, estudios epidemiológicos, producción de inmunobiológicos, inmunizaciones, campañas sanitarias y otros programas especiales enfocados a resolver problemas médico-sociales.

#### **Artículo 111**

El Instituto se coordinará con la Secretaría de Salud y con otras dependencias y organismos públicos, con objeto de realizar las campañas y programas a que se refiere el artículo anterior.

### **CAPITULO V**

#### **Del seguro de invalidez y vida**

##### Sección Primera

##### Generalidades

#### **Artículo 112**

Los riesgos protegidos en este capítulo son la invalidez y la muerte del asegurado o del pensionado por invalidez, en los términos y con las modalidades previstos en esta Ley.

#### **Artículo 113**

El otorgamiento de las prestaciones establecidas en este capítulo requiere del cumplimiento de períodos de espera, medidos en semanas de cotización reconocidas por el Instituto, según se señala en las disposiciones relativas a cada uno de los riesgos amparados.

Para los efectos de este artículo, se considerarán como semanas de cotización por lo que se refiere al seguro contenido en este capítulo las que se encuentren amparadas por certificado de incapacidad médica para el trabajo.

#### **Artículo 114**

El pago de la pensión de invalidez, en su caso, se suspenderá durante el tiempo en que el pensionado desempeñe un trabajo en un puesto igual a aquél que desarrollaba al declararse ésta.

#### **Artículo 115**

Cuando una persona tuviera derecho a dos o más de las pensiones establecidas en esta Ley, por ser simultáneamente pensionado, asegurado y beneficiario de otro u otros asegurados, recibirá en su caso, la pensión de acuerdo a los recursos acumulados en la cuenta individual que corresponda.

#### **Artículo 116**

Si una persona tiene derecho a cualquiera de las pensiones de este capítulo y también a pensión proveniente del seguro de riesgos de trabajo, percibirá ambas sin que la suma de sus cuantías exceda del cien por ciento del salario mayor, de los que sirvieron de base para determinar la

cuantía de las pensiones concedidas. Los ajustes para no exceder del límite señalado no afectarán la pensión proveniente de riesgos de trabajo.

#### **Artículo 117**

Cuando cualquier pensionado traslade su domicilio al extranjero, podrá continuar recibiendo su pensión mientras dure

su ausencia, conforme a lo dispuesto por convenio internacional, o que los gastos administrativos de traslado de los fondos corran por cuenta del pensionado.

Esta disposición será aplicable a los seguros de riesgos de trabajo, invalidez y vida, y retiro, cesantía en edad avanzada y vejez.

#### **Artículo 118**

El Instituto podrá excepcionalmente otorgar préstamos cuando la situación económica del pensionado lo amerite y bajo la condición de que, considerados los descuentos, la cuantía de la pensión no se reduzca a una cantidad inferior a los mínimos establecidos por la Ley. El plazo de pago no excederá de un año.

Igualmente esta disposición es aplicable tratándose de pensiones por riesgos de trabajo.

Sección Segunda  
Del Ramo de Invalidez

#### **Artículo 119**

Para los efectos de esta Ley existe invalidez cuando el asegurado se halle imposibilitado para procurarse, mediante un trabajo igual, una remuneración superior al cincuenta por ciento de su remuneración habitual percibida durante el último año de trabajo y que esa imposibilidad derive de una enfermedad o accidente no profesionales.

La declaración de invalidez deberá ser realizada por el Instituto Mexicano del Seguro Social.

#### **Artículo 120**

El estado de invalidez da derecho al asegurado, en los términos de esta Ley y sus reglamentos, al otorgamiento de las prestaciones siguientes:

I.- Pensión temporal;

II.- Pensión definitiva.

La pensión y el seguro de sobrevivencia a que se refiere esta fracción, se contratarán por el asegurado con la institución de seguros que elija. Para la contratación de los seguros de renta vitalicia y de sobrevivencia, el Instituto calculará el monto constitutivo necesario para su contratación. Al monto constitutivo se le restará el saldo acumulado en la cuenta individual del asegurado y la diferencia positiva será la suma asegurada que el Instituto deberá entregar a la institución de seguros para la contratación de los seguros a que se refiere esta fracción.

Cuando el trabajador tenga un saldo acumulado en su cuenta individual que sea mayor al necesario para integrar el monto constitutivo para contratar los seguros de renta vitalicia y de sobrevivencia, podrá el asegurado optar por:

- a) Retirar la suma excedente en una sola exhibición de su cuenta individual;
- b) Contratar una renta vitalicia por una cuantía mayor, o
- c) Aplicar el excedente a un pago de sobreprima para incrementar los beneficios del seguro de sobrevivencia.

La renta vitalicia y el seguro de sobrevivencia se sujetarán a lo dispuesto en el artículo 159 fracción IV y VI de esta Ley;

III.- Asistencia médica, en los términos del capítulo IV de este título.

IV.- Asignaciones familiares, de conformidad con lo establecido en la sección IV de este capítulo, y

V.- Ayuda asistencial, en los términos de la propia sección IV de este capítulo.

#### **Artículo 121**

Pensión temporal es la que otorgue el Instituto, con cargo a este seguro, por períodos renovables al asegurado en los

casos de existir posibilidad de recuperación para el trabajo, o cuando por la continuación de una enfermedad no profesional se termine el disfrute del subsidio y la enfermedad persista. Es pensión definitiva la que corresponde al estado de invalidez que se estima de naturaleza permanente.

#### **Artículo 122**

Para gozar de las prestaciones del ramo de invalidez se requiere que al declararse ésta el asegurado tenga acreditado el pago de doscientas cincuenta semanas de cotización. En el caso que el dictamen respectivo determine el setenta y cinco por ciento o más de invalidez sólo se requerirá que tenga acreditadas ciento cincuenta semanas de cotización.

El declarado en estado de invalidez de naturaleza permanente que no reúna las semanas de cotización señaladas en el párrafo anterior podrá retirar, en el momento que lo desee, el saldo de su cuenta individual del seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez en una sola exhibición.

#### **Artículo 123**

No se tiene derecho a disfrutar de pensión de invalidez, cuando el asegurado:

- I.- Por sí o de acuerdo con otra persona se haya provocado intencionalmente la invalidez;
- II.- Resulte responsable del delito intencional que originó la invalidez, y
- III.- Padezca un estado de invalidez anterior a su afiliación al régimen obligatorio.

En los casos de las fracciones I y II, el Instituto podrá otorgar el total o una parte de la pensión a los familiares que

tuvieran derecho a las prestaciones que se conceden en el caso de muerte y la pensión se cubrirá mientras dure la invalidez del asegurado.

#### **Artículo 124**

Los asegurados que soliciten el otorgamiento de una pensión de invalidez y los inválidos que se encuentren disfrutándola, deberán sujetarse a las investigaciones de carácter médico, social y económico que el Instituto estime necesarias, para comprobar si existe o subsiste el estado de invalidez.

Con la finalidad de evitar simulaciones en el otorgamiento de la pensión referida en el párrafo anterior, cualquier irregularidad que se advirtiera sobre el particular por parte del Instituto, será sancionada por la autoridad correspondiente de conformidad con lo dispuesto por las normas penales que en su caso resulten aplicables.

#### **Artículo 125**

El derecho a la pensión de invalidez comenzará desde el día en que se produzca el siniestro y si no puede fijarse el día, desde la fecha de la presentación de la solicitud para obtenerla.

#### **Artículo 126**

Cuando un pensionado por invalidez se niegue a someterse a los exámenes previos o posteriores y a los tratamientos médicos prescritos o abandone éstos, el Instituto ordenará la suspensión del pago de la pensión. Dicha suspensión subsistirá mientras el pensionado no cumpla con lo dispuesto en este artículo.

Cuando el asegurado al que se le haya determinado invalidez que le dé derecho a la contratación de una renta vitalicia o retiro programado conforme a lo previsto en el artículo 159 fracciones IV y V de esta Ley, se rehabilite, se le suspenderá el pago de la pensión por parte de la aseguradora elegida por el trabajador. En este caso la aseguradora deberá devolver al Instituto la parte de la reserva correspondiente al seguro o retiro programado contratado, deduciendo las pensiones pagadas y los gastos administrativos en que haya incurrido. Igualmente la aseguradora devolverá a la Administradora de Fondos para el Retiro, que le operaba la cuenta individual al trabajador, los recursos no utilizados de la cuenta individual del mismo a efecto de que le vuelva a abrir la cuenta correspondiente.

Sección Tercera  
Del Ramo de Vida

#### **Artículo 127**

Cuando ocurra la muerte del asegurado o del pensionado por invalidez, el Instituto otorgará a sus beneficiarios, conforme a lo dispuesto en el presente capítulo, las siguientes prestaciones:

I.- Pensión de viudez;

II.- Pensión de orfandad;

III.- Pensión a ascendientes;

IV.- Ayuda asistencial a la pensionada por viudez, en los casos en que lo requiera, de acuerdo con el dictamen médico que al efecto se formule, y

V.- Asistencia médica, en los términos del capítulo IV de este Título.

En caso de fallecimiento de un asegurado, las pensiones a que se refieren las fracciones I, II y III de este artículo se otorgarán por la institución de seguros que elijan los beneficiarios para la contratación de su renta vitalicia. A tal efecto, se deberán integrar un monto constitutivo en la aseguradora elegida, el cual deberá ser suficiente para cubrir la pensión, las ayudas asistenciales y las demás prestaciones de carácter económico previstas en este capítulo. Para ello, el Instituto Mexicano del Seguro Social otorgará una suma asegurada que, adicionada a los recursos acumulados en la cuenta individual del trabajador fallecido, deberá ser suficiente para integrar el monto constitutivo con cargo al cual se pagará la pensión, las ayudas asistenciales y las demás prestaciones de carácter económico previstas en este capítulo, por la institución de seguros.

Cuando el trabajador fallecido haya tenido un saldo acumulado en su cuenta individual que sea mayor al necesario para integrar el monto constitutivo para contratar una renta que sea superior a la pensión a que tengan derecho sus beneficiarios, en los términos de este capítulo, estos podrán retirar la suma excedente en una sola exhibición de la cuenta individual del trabajador fallecido, o contratar una renta por una suma mayor.

La renta vitalicia se sujetará a lo dispuesto en el artículo 159 fracción IV de esta Ley.

En caso de fallecimiento de un pensionado por riesgos de trabajo, invalidez, retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, las pensiones a que se refieren las fracciones I, II, y III de este artículo se otorgarán con cargo al seguro de sobrevivencia que haya contratado el pensionado fallecido.

### **Artículo 128**

Son requisitos para que se otorguen a los beneficiarios las prestaciones contenidas en el artículo anterior, las siguientes:

I.- Que el asegurado al fallecer hubiese tenido reconocido el pago al Instituto de un mínimo de ciento cincuenta cotizaciones semanales, o bien que se encontrara disfrutando de una pensión de invalidez, y

II.- Que la muerte del asegurado o pensionado por invalidez no se deba a un riesgo de trabajo.

### **Artículo 129**

También tendrán derecho a pensión los beneficiarios de un asegurado fallecido por causa distinta a un riesgo de trabajo que se encontrara disfrutando de una pensión por incapacidad permanente derivada de un riesgo igual, si aquél tuviera acreditado el pago al Instituto de un mínimo de ciento cincuenta cotizaciones semanales y hubiese causado baja en el régimen obligatorio, cualquiera que fuere el tiempo transcurrido desde la fecha de su baja.

Si el asegurado disfrutaba de una pensión de incapacidad permanente total y fallece por causa distinta a un riesgo de trabajo, sin cumplir el requisito del párrafo anterior sus beneficiarios tendrán derecho a pensión, si la que gozó el fallecido no tuvo una duración mayor de cinco años.

### **Artículo 130**

Tendrá derecho a la pensión de viudez la que fue esposa del asegurado o pensionado por invalidez. A falta de esposa, tendrá derecho a recibir la pensión, la mujer con quien el asegurado o pensionado por invalidez vivió como si fuera su marido, durante los cinco años que precedieron inmediatamente a la muerte de aquél, o con la que hubiera tenido hijos, siempre que ambos hayan permanecido libres de matrimonio durante el concubinato. Si al morir el asegurado o pensionado por invalidez tenía varias concubinas, ninguna de ellas tendrá derecho a recibir la pensión.

La misma pensión le corresponderá al viudo o concubinario que dependiera económicamente de la trabajadora asegurada o pensionada por invalidez.

### **Artículo 131**

La pensión de viudez será igual al noventa por ciento de la que hubiera correspondido al asegurado en el caso de invalidez o de la que venía disfrutando el pensionado por este supuesto.

### **Artículo 132**

No se tendrá derecho a la pensión de viudez que establece el artículo anterior, en los siguientes casos:

- I.- Cuando la muerte del asegurado acaeciera antes de cumplir seis meses de matrimonio;
- II.- Cuando hubiese contraído matrimonio con el asegurado después de haber cumplido éste los cincuenta y cinco años de edad, a menos que a la fecha de la muerte haya transcurrido un año desde la celebración del enlace, y
- III.- Cuando al contraer matrimonio el asegurado recibía una pensión de invalidez, vejez o cesantía en edad avanzada, a menos de que a la fecha de la muerte haya transcurrido un año desde la celebración del matrimonio.

Las limitaciones que establece este Artículo no regirán cuando al morir el asegurado o pensionado la viuda compruebe haber tenido hijos con él.

### **Artículo 133**

El derecho al goce de la pensión de viudez comenzará desde el día del fallecimiento del asegurado o pensionado por invalidez y cesará con la muerte del beneficiario, o cuando la viuda, viudo, concubina o concubinario contrajeran matrimonio o entraran en concubinato. El disfrute de esta pensión no se suspenderá porque aquéllos desempeñe un trabajo remunerado.

La viuda, viudo, concubina o concubinario pensionados que contraigan matrimonio, recibirán una suma global equivalente a tres anualidades de la cuantía de la pensión que disfrutaban.

### **Artículo 134**

Tendrán derecho a recibir pensión de orfandad cada uno de los hijos menores de dieciséis años, cuando muera el padre o la madre y alguno de éstos hubiera tenido el carácter de asegurado, y acrediten tener ante el Instituto un mínimo de ciento cincuenta cotizaciones semanales o haber tenido la calidad de pensionados por invalidez.

El Instituto prorrogará la pensión de orfandad, después de alcanzar el huérfano la edad de dieciséis años, y hasta la edad de veinticinco, si se encuentra estudiando en planteles del sistema educativo nacional, tomando en consideración las condiciones económicas, familiares y personales del beneficiario, siempre que no sea sujeto del régimen obligatorio.

El huérfano mayor de dieciséis años que desempeñe un trabajo remunerado no tiene derecho a percibir esta pensión; salvo que no pueda mantenerse por su propio trabajo, debido a una enfermedad crónica, defecto físico o psíquico, en tanto no desaparezca la incapacidad que padece.

#### **Artículo 135**

La pensión del huérfano de padre o madre será igual al veinte por ciento de la pensión de invalidez que el asegurado estuviese gozando al fallecer o de la que le hubiera correspondido suponiendo realizado el estado de invalidez. Si el huérfano lo fuera de padre y madre, se le otorgará en las mismas condiciones una pensión igual al treinta por ciento de la misma base.

Si al iniciarse la pensión de orfandad el huérfano lo fuera de padre o de madre y posteriormente falleciera el otro progenitor, la pensión de orfandad se aumentará del veinte al treinta por ciento, a partir de la fecha de la muerte del ascendiente.

#### **Artículo 136**

El derecho al goce de la pensión de orfandad comenzará desde el día del fallecimiento del asegurado o pensionado por invalidez y cesará con la muerte del beneficiario, o cuando éste haya alcanzado los dieciséis años de edad, o una edad mayor, de acuerdo con las disposiciones de los dos artículos anteriores.

Con la última mensualidad se otorgará al huérfano un pago finiquito equivalente a tres mensualidades de su pensión.

#### **Artículo 137**

Si no existieran viuda, huérfanos ni concubina con derecho a pensión, ésta se otorgará a cada uno de los ascendientes que dependían económicamente del asegurado o pensionado por invalidez fallecido, por una cantidad igual al veinte por ciento de la pensión que el asegurado estuviese gozando al fallecer, o de la que le hubiera correspondido suponiendo realizado el estado de invalidez.

### Sección Cuarta

#### De las Asignaciones Familiares y Ayuda Asistencial

#### **Artículo 138**

Las asignaciones familiares consisten en una ayuda por concepto de carga familiar y se concederá a los beneficiarios del pensionado por invalidez, de acuerdo con las reglas siguientes:

I.- Para la esposa o concubina del pensionado, el quince por ciento de la cuantía de la pensión;

II.- Para cada uno de los hijos menores de dieciséis años del pensionado, el diez por ciento de la cuantía de la pensión;

III.- Si el pensionado no tuviera ni esposa o concubina, ni hijos menores de dieciséis años se concederá una asignación del diez por ciento para cada uno de los padres del pensionado si dependieran económicamente de él;

IV.- Si el pensionado no tuviera ni esposa o concubina, ni hijos, ni ascendientes que dependan económicamente de él, se le concederá una ayuda asistencial equivalente al quince por ciento de la cuantía de la pensión que le corresponda, y

V.- Si el pensionado sólo tuviera un ascendiente con derecho al disfrute de asignación familiar, se le concederá una ayuda asistencial equivalente al diez por ciento de la cuantía de la pensión que deba disfrutar.

Estas asignaciones familiares se entregarán de preferencia al propio pensionado, pero la correspondiente a los hijos podrá entregarse a la persona o institución que los tenga bajo su cargo directo, en el caso de no vivir con el pensionado.

Las asignaciones familiares cesarán con la muerte del familiar que la originó y, en el caso de los hijos, terminarán con la muerte de éstos o cuando cumplan los dieciséis años, o bien los veinticinco años, aplicándose en lo conducente lo dispuesto por el artículo 134 de esta Ley.

Las asignaciones familiares concedidas para los hijos del pensionado con motivo de no poderse mantener por sí mismos, debido a inhabilitación para trabajar por enfermedad crónica, física o psíquica, podrán continuarse pagando hasta en tanto no desaparezca la inhabilitación.

El Instituto concederá en los términos de este artículo, las asignaciones familiares a los hijos del pensionado, mayores de dieciséis años, si cumplen con las condiciones mencionadas.

#### **Artículo 139**

Para calcular el aguinaldo anual o las pensiones de viudez, de orfandad o a ascendientes no serán tomadas en cuenta las asignaciones familiares y las ayudas asistenciales que se otorguen.

Los pensionados por retiro, cesantía en edad avanzada y vejez recibirán, incluidas en la pensión que adquieran, las asignaciones familiares y las ayudas asistenciales que se establecen en esta sección, las cuales se financiarán con la cuota social que aporte el Estado en los términos de la fracción IV del artículo 168 de esta Ley.

#### **Artículo 140**

El Instituto concederá ayuda asistencial al pensionado por invalidez, con excepción de los casos comprendidos en las fracciones IV y V del artículo 138, así como a los viudos o viudas pensionados, cuando su estado físico requiera ineludiblemente, que lo asista otra persona de manera permanente o continua. Con base en el dictamen médico que al efecto se formule, la ayuda asistencial consistirá en el aumento hasta del veinte por ciento de la pensión de invalidez o viudez que esté disfrutando el pensionado.

Sección Quinta  
De la Cuantía de las Pensiones de Invalidez y Vida

#### **Artículo 141**

La cuantía de la pensión por invalidez será igual a una cuantía básica del treinta y cinco por ciento del promedio de los salarios correspondientes a las últimas quinientas semanas de cotización

anteriores al otorgamiento de la misma, actualizadas conforme al Índice Nacional de Precios al Consumidor, más las asignaciones familiares y ayudas asistenciales.

En el caso de que la cuantía de la pensión sea inferior a la pensión garantizada, el Estado aportará la diferencia a fin de que el trabajador pueda adquirir una pensión vitalicia.

En ningún caso la pensión de invalidez, incluyendo las asignaciones familiares y ayudas asistenciales, podrá ser inferior a la pensión garantizada establecida en el artículo 170 de esta Ley.

#### **Artículo 142**

El monto determinado conforme al artículo anterior, servirá de base para calcular las pensiones que se deriven de la muerte tanto del pensionado, como del asegurado, al igual que para fijar la cuantía del aguinaldo anual.

En todo caso, el monto del aguinaldo a que se refiere el párrafo anterior, no será inferior a treinta días.

#### **Artículo 143**

La pensión que se otorgue por invalidez incluyendo el importe de las asignaciones familiares y ayudas asistenciales que se concedan, no excederá del cien por ciento del salario promedio que sirvió de base para fijar la cuantía de la pensión.

#### **Artículo 144**

El total de las pensiones atribuidas a la viuda, o a la concubina y a los huérfanos de un asegurado fallecido no deberá exceder del monto de la pensión de invalidez que disfrutaba el asegurado o de la que le hubiera correspondido en el caso de invalidez. Si ese total excediera, se reducirán proporcionalmente cada una de las pensiones.

Cuando se extinga el derecho de alguno de los pensionados se hará una nueva distribución de las pensiones que queden vigentes, entre los restantes, sin que se rebasen las cuotas parciales ni el monto total de dichas pensiones.

#### **Artículo 145**

Las pensiones por invalidez y vida otorgadas serán incrementadas anualmente en el mes de febrero conforme al Índice Nacional de Precios al Consumidor.

Sección Sexta  
Del Régimen Financiero

#### **Artículo 146**

Los recursos necesarios para financiar las prestaciones y los gastos administrativos del seguro de invalidez y vida, así como la constitución de las reservas técnicas, se obtendrán de las cuotas que están obligados a cubrir los patrones, los trabajadores y demás sujetos obligados, así como de la contribución que corresponda al Estado.

#### **Artículo 147**

A los patrones y a los trabajadores les corresponde cubrir, para el seguro de invalidez y vida el uno punto setenta y cinco por ciento y el cero punto seiscientos veinticinco por ciento sobre el salario base de cotización, respectivamente.

#### **Artículo 148**

En todos los casos en que no esté expresamente prevista por la Ley o por convenio la cuantía de la contribución del Estado para los seguros de invalidez y vida, será igual al siete punto ciento cuarenta y tres por ciento del total de las cuotas patronales y la cubrirá en los términos del artículo 108 de esta Ley.

#### **Artículo 149**

El patrón es responsable de los daños y perjuicios que se causaren al trabajador o a sus familiares derechohabientes, cuando por falta de cumplimiento de la obligación de inscribirlo o de avisar su salario real o los cambios que sufriera éste, no pudieran otorgarse las prestaciones consignadas en este capítulo o bien dichas prestaciones se vieran disminuidas en su cuantía.

El Instituto, a solicitud del interesado, se subrogará en sus derechos y le otorgará las prestaciones que le correspondan. En este caso, el patrón está obligado a enterar al Instituto los capitales constitutivos respectivos.

Las disposiciones del artículo 79 de esta Ley y demás relativas para la integración, determinación y cobro de los capitales constitutivos son aplicables al seguro de invalidez y vida.

Sección Séptima  
De la Conservación y Reconocimiento de Derechos

#### **Artículo 150**

Los asegurados que dejen de pertenecer al régimen obligatorio, conservarán los derechos que tuvieran adquiridos a pensiones en el seguro de invalidez y vida por un período igual a la cuarta parte del tiempo cubierto por sus cotizaciones semanales, contado a partir de la fecha de su baja.

Este tiempo de conservación de derechos no será menor de doce meses.

#### **Artículo 151**

Al asegurado que haya dejado de estar sujeto al régimen obligatorio y reingrese a éste, se le reconocerá el tiempo cubierto por sus cotizaciones anteriores, en la forma siguiente:

I.- Si la interrupción en el pago de cotizaciones no fuese mayor de tres años, se le reconocerán, al momento de la reinscripción, todas sus cotizaciones;

II.- Si la interrupción excediera de tres años, pero no de seis, se le reconocerán todas las cotizaciones anteriores cuando, a partir de su reingreso, haya cubierto un mínimo de veintiséis semanas de nuevas cotizaciones;

III.- Si el reingreso ocurre después de seis años de interrupción, las cotizaciones anteriormente cubiertas se le acreditarán al reunir cincuenta y dos semanas reconocidas en su nuevo aseguramiento, y

IV. En los casos de pensionados por invalidez que reingresen al régimen obligatorio, cotizarán en todos los seguros, con excepción del de invalidez y vida.

En los casos de las fracciones II y III, si el reingreso del asegurado ocurriera antes de expirar el período de conservación de derechos establecido en el artículo anterior, se le reconocerán de inmediato todas sus cotizaciones anteriores.

## **CAPITULO VI**

### **Del seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez**

#### Sección Primera Generalidades

##### **Artículo 152**

Los riesgos protegidos por este capítulo son el retiro, la cesantía en edad avanzada y la vejez del asegurado, así como la muerte de los pensionados por este seguro, en los términos y con las modalidades previstas en esta Ley.

##### **Artículo 153**

El otorgamiento de las prestaciones contenidas en este capítulo requiere del cumplimiento de períodos de espera medidos en semanas de cotización reconocidas por el Instituto, conforme se señala en las disposiciones relativas a cada una de los ramos de aseguramiento amparados.

Las semanas de cotización amparadas por certificados de incapacidad médica para el trabajo, expedidos o reconocidos por el Instituto, serán consideradas únicamente para el otorgamiento de la pensión garantizada que en su caso corresponda.

#### Sección Segunda

##### Del Ramo de Cesantía en Edad Avanzada

##### **Artículo 154**

Para los efectos de esta Ley existe cesantía en edad avanzada cuando el asegurado quede privado de trabajos remunerados después de los sesenta años de edad.

Para gozar de las prestaciones de este ramo se requiere que el asegurado tenga reconocidas ante el Instituto un mínimo de mil doscientas cincuenta cotizaciones semanales.

El trabajador cesante que tenga sesenta años o más y no reúna las semanas de cotización señaladas en el párrafo precedente, podrá retirar el saldo de su cuenta individual en una sola exhibición o seguir cotizando hasta cubrir las semanas necesarias para que opere su pensión.

En este caso, si el asegurado tiene cotizadas un mínimo de setecientas cincuenta semanas tendrá derecho a las prestaciones en especie del seguro de enfermedades y maternidad, en los términos del capítulo IV de este Título.

##### **Artículo 155**

La contingencia consistente en la cesantía en edad avanzada, obliga al Instituto al otorgamiento de las prestaciones siguientes:

I.- Pensión;

II.- Asistencia médica, en los términos del capítulo IV de este Título;

III.- Asignaciones familiares, y

IV.- Ayuda asistencial.

#### **Artículo 156**

El derecho al goce de la pensión de cesantía en edad avanzada comenzará desde el día en que el asegurado cumpla con los requisitos señalados en el artículo 154 de esta Ley, siempre que solicite el otorgamiento de dicha pensión y acredite haber quedado privado de trabajo, si no fue recibido en el Instituto el aviso de baja.

#### **Artículo 157**

Los asegurados que reúnan los requisitos establecidos en esta sección podrán disponer de su cuenta individual con el objeto de disfrutar de una pensión de cesantía en edad avanzada. Para tal propósito podrá optar por alguna de las alternativas siguientes:

I.- Contratar con la institución de seguros de su elección una renta vitalicia, que se actualizará anualmente en el mes de febrero conforme al Índice Nacional de Precios al Consumidor, y

II.- Mantener el saldo de su cuenta individual en una Administradora de Fondos para el Retiro y efectuar con cargo a éste, retiros programados.

Ambos supuestos se sujetarán a lo establecido en esta Ley y de conformidad con las reglas de carácter general que expida la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro.

El asegurado que opte por la alternativa prevista en la fracción II podrá, en cualquier momento, contratar una renta vitalicia de acuerdo a lo dispuesto en la fracción I. El asegurado no podrá optar por la alternativa señalada si la renta mensual vitalicia a convenirse fuera inferior a la pensión garantizada.

#### **Artículo 158**

El asegurado podrá pensionarse antes de cumplir las edades establecidas, siempre y cuando la pensión que se le calcule en el sistema de renta vitalicia sea superior en más del treinta por ciento de la pensión garantizada, una vez cubierta la prima del seguro de sobrevivencia para sus beneficiarios.

El pensionado tendrá derecho a recibir el excedente de los recursos acumulados en su cuenta individual en una o varias exhibiciones, solamente si la pensión que se le otorgue es superior en más del treinta por ciento de la pensión garantizada, una vez cubierta la prima del seguro de sobrevivencia para sus beneficiarios. La disposición de la cuenta así como de sus rendimientos estará exenta del pago de contribuciones.

Lo dispuesto en este artículo es aplicable al ramo de vejez.

#### **Artículo 159**

Para efectos de esta Ley, se entenderá por:

I.- Cuenta individual, aquella que se abrirá para cada asegurado en las Administradoras de Fondos para el Retiro, para que se depositen en la misma las cuotas obrero-patronales y estatal por concepto del seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, así como los rendimientos. La cuenta individual se integrará por las subcuentas: de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez; de vivienda y de aportaciones voluntarias.

Respecto de la subcuenta de vivienda las Administradoras de Fondos para el Retiro deberán hacer entrega de los recursos al Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores en los términos de su propia Ley.

II.- Individualizar, el proceso mediante el cual se identifica la parte que se abona a las subcuentas correspondientes a cada trabajador de los pagos efectuados por el patrón y el estado, así como los rendimientos financieros que se generen.

III.- Pensión, la renta vitalicia o el retiro programado.

IV.- Renta vitalicia, el contrato por el cual la aseguradora a cambio de recibir los recursos acumulados en la cuenta individual se obliga a pagar periódicamente una pensión durante la vida del pensionado.

V.- Retiros programados, la modalidad de obtener una pensión fraccionando el monto total de los recursos de la cuenta individual, para lo cual se tomará en cuenta la esperanza de vida de los pensionados, así como los rendimientos previsibles de los saldos.

VI.- Seguro de sobrevivencia, aquél que se contrata por los pensionados, por riesgos de trabajo, por invalidez, por cesantía en edad avanzada o por vejez, con cargo a los recursos de la suma asegurada, adicionada a los recursos de la cuenta individual a favor de sus beneficiarios para otorgarles la pensión, ayudas asistenciales y demás prestaciones en dinero previstas en los respectivos seguros, mediante la renta que se les asignará después del fallecimiento del pensionado, hasta la extinción legal de las pensiones.

VII.- Monto constitutivo es la cantidad de dinero que se requiere para contratar los seguros de renta vitalicia y de sobrevivencia con una institución de seguros.

VIII.- Suma asegurada es la cantidad que resulta de restar al monto constitutivo el saldo de la cuenta individual del trabajador.

La renta vitalicia y el seguro de sobrevivencia, que otorguen de acuerdo a lo previsto en los seguros de riesgos de trabajo, invalidez y vida y retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, las instituciones de seguros se sujetarán a las reglas de carácter general que expida la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, oyendo previamente la opinión de Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro.

### **Artículo 160**

El pensionado que se encuentre disfrutando de una pensión de cesantía en edad avanzada, no tendrá derecho a una posterior de vejez o de invalidez.

Sección Tercera Del Ramo de Vejez

### **Artículo 161**

El ramo de vejez da derecho al asegurado al otorgamiento de las siguientes prestaciones:

I.- Pensión;

II.- Asistencia médica, en los términos del capítulo IV de este Título;

III.- Asignaciones familiares, y

IV.- Ayuda asistencial.

### **Artículo 162**

Para tener derecho al goce de las prestaciones del seguro de vejez, se requiere que el asegurado haya cumplido sesenta y cinco años de edad y tenga reconocidas por el Instituto un mínimo de mil doscientas cincuenta cotizaciones semanales.

En caso que el asegurado tenga sesenta y cinco años o más y no reúna las semanas de cotización señaladas en el párrafo precedente, podrá retirar el saldo de su cuenta individual en una sola exhibición o seguir cotizando hasta cubrir las semanas necesarias para que opere su pensión. Si el asegurado tiene cotizadas un mínimo de setecientas cincuenta semanas tendrá derecho a las prestaciones en especie del seguro de enfermedades y maternidad, en los términos del capítulo IV de este Título.

### **Artículo 163**

El otorgamiento de la pensión de vejez sólo se podrá efectuar previa solicitud del asegurado y se le cubrirá a partir de la fecha en que haya dejado de trabajar, siempre que cumpla con los requisitos señalados en el artículo 162 de esta Ley.

### **Artículo 164**

Los asegurados que reúnan los requisitos establecidos en esta sección podrán disponer de su cuenta individual con el objeto de disfrutar de una pensión de vejez. Para tal propósito podrá optar por alguna de las alternativas siguientes:

I.- Contratar con una compañía de seguros pública, social o privada de su elección una renta vitalicia, que se actualizará anualmente en el mes de febrero conforme al Índice Nacional de Precios al Consumidor, y

II.- Mantener el saldo de su cuenta individual en una Administradora de Fondos para el Retiro y efectuar con cargo a éste, retiros programados.

Ambos supuestos se sujetarán a lo establecido en esta Ley y de conformidad con las disposiciones administrativas que expida la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro.

El asegurado que opte por la alternativa prevista en la fracción II podrá, en cualquier momento, contratar una renta vitalicia de acuerdo a lo dispuesto en la fracción I. El asegurado no podrá optar por la alternativa señalada si la renta mensual vitalicia a convenirse fuera inferior a la pensión garantizada.

Sección Cuarta

De la Ayuda para Gastos de Matrimonio

### **Artículo 165**

El asegurado tiene derecho a retirar, como ayuda para gastos de matrimonio y proveniente de la cuota social aportada por el Gobierno Federal en su cuenta individual, una cantidad equivalente a treinta días de salario mínimo general que rija en el Distrito Federal, conforme a los siguientes requisitos:

I.- Que tenga acreditado un mínimo de ciento cincuenta semanas de cotización en el seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, en la fecha de celebración del matrimonio;

II.- Que compruebe con documentos fehacientes la muerte de la persona que registró como esposa en el Instituto o que, en su caso, exhiba el acta de divorcio, y

III.- Que la cónyuge no haya sido registrada con anterioridad en el Instituto como esposa.

Este derecho se ejercerá por una sola vez y el asegurado no tendrá derecho por posteriores matrimonios.

### **Artículo 166**

El asegurado que deje de pertenecer al régimen obligatorio conservará sus derechos a la ayuda para gastos de matrimonio, si lo contrae dentro de noventa días hábiles contados a partir de la fecha de su baja.

El asegurado que suministre datos falsos en relación a su estado civil, pierde todo derecho a la ayuda para gastos de matrimonio.

Sección Quinta  
Del Régimen Financiero

### **Artículo 167**

Los patrones y el Gobierno Federal, en la parte que les corresponde están obligados a enterar al Instituto el importe de las cuotas obrero patronales y la aportación estatal del seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez. Dichas cuotas se recibirán y se depositarán en las respectivas subcuentas de la cuenta individual de cada trabajador, en los términos previstos en la Ley para la Coordinación de los Sistemas de Ahorro para el Retiro.

### **Artículo 168**

Las cuotas y aportaciones a que se refiere el artículo anterior serán:

I.- En el ramo de retiro, a los patrones les corresponde cubrir el importe equivalente al dos por ciento del salario base de cotización del trabajador.

II.- En los ramos de cesantía en edad avanzada y vejez, a los patrones y a los trabajadores les corresponde cubrir las

cuotas del tres punto ciento cincuenta por ciento y uno punto ciento veinticinco por ciento sobre el salario base de cotización, respectivamente.

III.- En los ramos de cesantía en edad avanzada y vejez la contribución del Estado será igual al siete punto ciento cuarenta y tres por ciento del total de las cuotas patronales de estos ramos, y

IV.- Además, el Gobierno Federal aportará mensualmente, por concepto de cuota social, una cantidad inicial equivalente al cinco punto cinco por ciento del salario mínimo general para el Distrito Federal, por cada día de salario cotizado, la que se depositará en la cuenta individual de cada trabajador asegurado. El valor del mencionado importe inicial de la cuota social, se actualizará trimestralmente de conformidad con el Índice Nacional de Precios al Consumidor, en los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre de cada año.

Estas cuotas y aportaciones al destinarse, en su caso, al otorgamiento de pensiones, se entenderán destinadas al gasto público en materia de seguridad social.

#### **Artículo 169**

Los recursos depositados en la cuenta individual de cada trabajador son propiedad de éste con las modalidades que se establecen en esta Ley y demás disposiciones aplicables.

Estos recursos son inembargables y no podrán otorgarse como garantía. Lo anterior no será aplicable para los recursos depositados en la subcuenta de aportaciones voluntarias.

Sección Sexta  
De la pensión Garantizada

#### **Artículo 170**

Pensión garantizada es aquélla que el Estado asegura a quienes reúnan los requisitos señalados en los artículos 154 y

162 de esta Ley y su monto mensual será el equivalente a un salario mínimo general para el Distrito Federal, en el momento en que entre en vigor esta Ley, cantidad que se actualizará anualmente, en el mes de febrero, conforme al Índice Nacional de Precios al Consumidor, para garantizar el poder adquisitivo de dicha pensión.

#### **Artículo 171**

El asegurado, cuyos recursos acumulados en su cuenta individual resulten insuficientes para contratar una renta vitalicia o un retiro programado que le asegure el disfrute de una pensión garantizada y la adquisición de un seguro de sobrevivencia para sus beneficiarios, en los términos del capítulo V de este Título, recibirá del Gobierno Federal la aportación complementaria suficiente para ello.

En este caso, se deberá proceder siempre a otorgar una pensión bajo el sistema de retiros programados.

#### **Artículo 172**

El Gobierno Federal con recursos propios complementarios a los de la cuenta individual correspondiente, cubrirá la pensión garantizada, por conducto del Instituto.

El trabajador asegurado deberá solicitarla al Instituto y acreditar tener derecho a ella. Por su parte la Administradora de Fondos para el Retiro está obligada a proporcionar la información que el propio Instituto le requiera para este efecto.

Agotados los recursos de la cuenta individual, la Administradora de Fondos para el Retiro, notificará este hecho al Instituto con la finalidad de que éste continúe otorgando la pensión mínima garantizada.

Una vez agotados los recursos la pensión será cubierta directamente por el Instituto, con los recursos que para tal efecto le debe proporcionar el Gobierno Federal.

### **Artículo 173**

El Instituto suspenderá el pago de la pensión garantizada cuando el pensionado reingrese a un trabajo sujeto al régimen obligatorio..

El pensionado por cesantía en edad avanzada o vejez que disfrute de una pensión garantizada no podrá recibir otra de igual naturaleza.

La pensión que derive del seguro de sobrevivencia se entregará a los beneficiarios del pensionado fallecido, aun cuando éstos estuvieran gozando de otra pensión de cualquier naturaleza.

Con cargo a los recursos del seguro de sobrevivencia se cubrirá la pensión a que tienen derecho los beneficiarios por la muerte del pensionado por cesantía en edad avanzada y vejez.

### Sección Séptima

De la Cuenta Individual y de las Sociedades de Inversión Especializadas de Fondos para el Retiro

### **Artículo 174**

Para los efectos de este seguro, es derecho de todo trabajador asegurado contar con una cuenta individual, la que se integrará en los términos señalados en el artículo 159 fracción I de esta Ley.

### **Artículo 175**

La individualización y administración de los recursos de las cuentas individuales para el retiro estará a cargo de las Administradoras de Fondos para el Retiro.

Las Administradoras de Fondos para el Retiro deberán contar, para su constitución y funcionamiento, con autorización de la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, sujetándose en cuanto a su contabilidad, información, sistemas de comercialización y publicidad a los términos de la Ley para la Coordinación de los Sistemas de Ahorro para el Retiro.

En todo caso, dicha Ley dispondrá los requisitos de constitución, entre los que se incluirán las disposiciones relativas a impedir el conflicto de intereses sobre el manejo de los fondos respecto de la participación de las asociaciones gremiales del sector productivo y de las entidades financieras.

### **Artículo 176**

El trabajador asegurado tendrá, en los términos de las leyes respectivas, el derecho de elegir a la Administradora de Fondos para el Retiro que operará su cuenta individual.

La Ley para la Coordinación de los Sistemas de Ahorro para el Retiro determinará los mecanismos, procedimientos y términos aplicables a los recursos de las cuentas individuales de aquellos

trabajadores que no elijan la Administradora de Fondos para el Retiro que deba operar sus respectivas cuentas.

#### **Artículo 177**

Los patrones estarán obligados siempre que contraten un nuevo trabajador a solicitar su número de seguridad social y el nombre de la Administradora que opere su cuenta individual.

Los trabajadores sujetos al régimen previsto en esta Ley no deberán tener más de una cuenta individual, si tienen varias estarán obligados a promover los procedimientos de unificación o traspaso correspondientes que establezca la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro.

Los trabajadores que estén sujetos al régimen previsto en esta Ley y simultáneamente al previsto en otras leyes, o que con anterioridad hayan estado sujetos al régimen previsto en esta Ley, no deberán tener más de una cuenta individual por cada régimen, y su unificación o traspaso quedará a lo que establezca la Ley para la Coordinación de los Sistemas de Ahorro para el Retiro.

#### **Artículo 178**

El trabajador podrá, una vez en un año calendario contado a partir de la última ocasión que se ejercite este derecho, solicitar directamente a la Administradora de Fondos para el Retiro el traspaso de los recursos de su cuenta individual a otra Administradora.

#### **Artículo 179**

Al efectuarse el entero de las cuotas obrero patronales, la Administradora de Fondos para el Retiro identificará la parte que corresponde a cada trabajador, a efecto de que con dicha información, en los términos que establezca la Ley para la Coordinación de los Sistemas de Ahorro para el Retiro, se realicen las aplicaciones específicas a cada subcuenta de la cuenta individual.

#### **Artículo 180**

El patrón deberá entregar bimestralmente a los sindicatos o a cualquier otra organización representativa de los trabajadores asegurados, una relación de las aportaciones hechas en favor de cada uno de ellos. A falta de organización que los represente, el patrón deberá hacerlo individualmente a los interesados.

#### **Artículo 181**

La Administradora de Fondos para el Retiro deberá informar a cada trabajador titular de una cuenta individual, el estado de la misma, en los términos, periodicidad y forma que al efecto establezca la Ley para la Coordinación de los Sistemas de Ahorro para el Retiro, sin perjuicio de que el asegurado en todo tiempo tenga el derecho a solicitar cualquier tipo de información, relacionada con su cuenta individual, a la administradora.

#### **Artículo 182**

La documentación y demás características de estas cuentas, no previstas en esta Ley y en la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, se sujetarán a lo dispuesto por la Ley para la Coordinación de los Sistemas de Ahorro para el Retiro.

#### **Artículo 183**

Los gastos que genere el sistema de emisión, cobranza y control de aportaciones a las cuentas individuales de los trabajadores serán cubiertos al Instituto por las Administradoras de Fondos para el Retiro, en los términos que establezca la Ley para la Coordinación de los Sistemas de Ahorro para el Retiro.

#### **Artículo 184**

En caso de terminación de la relación laboral, el patrón deberá enterar al Instituto la cuota correspondiente al bimestre

de que se trate o, en su caso, la parte proporcional de dicha cuota en la fecha en que deba efectuar el pago de las correspondientes a ese período.

#### **Artículo 185**

El trabajador podrá notificar el incumplimiento de las obligaciones a cargo de los patrones, establecidas en este capítulo, al Instituto, directamente a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público o a través de la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro.

El Instituto o la Secretaría de Hacienda y Crédito Público tendrán, indistintamente, la facultad de practicar inspecciones domiciliarias y, en su caso, determinar créditos y las bases de su liquidación, así como la actualización y recargos que se generen en los términos de los artículos 15 fracción V, 251 fracciones XIV y XVIII, y demás relativos de esta Ley.

#### **Artículo 186**

El patrón es responsable de los daños y perjuicios que se causaren al trabajador o a sus beneficiarios, cuando por falta de cumplimiento de la obligación de inscribirlo o de avisar su salario real o los cambios que sufriera éste, no pudieran otorgarse las prestaciones consignadas en este capítulo, o bien dichas prestaciones se vieran disminuidas en su cuantía. En este caso el Instituto fincará los capitales constitutivos respectivos, en los términos del artículo 79 de esta Ley.

#### **Artículo 187**

Los trabajadores titulares de las cuentas individuales, y, en su caso, sus beneficiarios, deberán presentar directamente o a través de sus sindicatos o cualquier otra organización representativa, sus reclamaciones en contra de las Administradoras de Fondos para el Retiro o entidades financieras autorizadas por la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, ante esta misma Comisión. El procedimiento correspondiente ante la Comisión se sujetará a lo dispuesto en la Ley para la Coordinación de los Sistemas de Ahorro para el Retiro.

#### **Artículo 188**

Las Administradoras de Fondos para el Retiro, operarán las Sociedades de inversión especializadas de fondos para el retiro, éstas serán las responsables de la inversión de los recursos de las cuentas individuales de los trabajadores.

Las Sociedades de inversión especializadas de fondos para el retiro se sujetarán para su constitución, organización, funcionamiento, régimen de inversión, tipos de valores, publicidad, sistemas de comercialización y contabilidad, a lo establecido por la Ley para la Coordinación de los Sistemas de Ahorro para el Retiro.

La inspección y vigilancia de las Administradoras de Fondos para el Retiro y de las Sociedades de inversión especializadas de fondos para el retiro será realizada por la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro.

#### **Artículo 189**

Con cargo a los recursos acumulados de la cuenta individual del trabajador, la Administradora de Fondos para el Retiro adquirirá a nombre de éste y en favor de sus beneficiarios legales, en el momento de otorgarse la pensión, un seguro de sobrevivencia, en los términos que al efecto determine la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas, oyendo a la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, en los mismos porcentajes y condiciones que para tal efecto establece el capítulo V sección quinta de este Título.

#### **Artículo 190**

El trabajador o sus beneficiarios que adquieran el derecho a disfrutar de una pensión proveniente de algún plan establecido por su patrón o derivado de contratación colectiva, que haya sido autorizado y registrado por la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, debiendo cumplir los requisitos establecidos por ésta, tendrá derecho a que la Administradora de Fondos para el Retiro, que opere su cuenta individual, le entregue los recursos que lo integran, situándolos en la entidad financiera que el trabajador designe, a fin de adquirir una pensión en los términos del artículo 157 o bien entregándoselos en una sola exhibición, cuando la pensión de que disfrute sea mayor en un treinta por ciento a la garantizada.

#### **Artículo 191**

Durante el tiempo en que el trabajador deje de estar sujeto a una relación laboral, tendrá derecho a:

- I.- Realizar aportaciones a su cuenta individual, y
- II. Retirar de su subcuenta de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez la cantidad que resulte menor entre setenta y cinco días de su propio salario base de cotización de las últimas doscientas cincuenta semanas o el diez por ciento del saldo de la propia subcuenta, a partir del cuadragésimo sexto día natural contado desde el día en que quedó desempleado.

El derecho consignado en esta fracción sólo podrán ejercerlo los trabajadores, que acrediten con los estados de cuenta correspondientes, no haber efectuado retiros durante los cinco años inmediatos anteriores a la fecha citada. El trabajador deberá presentar la solicitud correspondiente.

#### **Artículo 192**

Los trabajadores tendrán en todo tiempo el derecho a realizar aportaciones voluntarias a su cuenta individual, ya sea por conducto de su patrón al efectuarse el entero de las cuotas o por sí mismos. En estos casos, las aportaciones se depositarán a la subcuenta de aportaciones voluntarias.

Asimismo, los patrones podrán hacer aportaciones adicionales a la subcuenta de aportaciones voluntarias, mismas que se entenderán adicionales a los beneficios establecidos en los contratos colectivos de trabajo.

El trabajador podrá hacer retiros de la subcuenta de aportaciones voluntarias por lo menos una vez cada seis meses, en los términos que establezca la Ley para la Coordinación de los Sistemas de Ahorro para el Retiro.

### **Artículo 193**

Los beneficiarios del trabajador titular de una cuenta individual del seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez serán los que establecen las fracciones III al IX del artículo 84, en relación con los artículos 129 al 137 de esta Ley.

En caso de fallecimiento del trabajador, si los beneficiarios legales ya no tienen derecho a pensión por el seguro de invalidez y vida, la Administradora de Fondos para el Retiro respectiva les entregará el saldo de la cuenta individual en partes iguales, previa autorización del Instituto.

El trabajador asegurado, deberá designar beneficiarios sustitutos de los indicados en el párrafo anterior, única y exclusivamente para el caso de que faltaren los beneficiarios legales. El trabajador podrá en cualquier tiempo cambiar esta última designación. Dicha designación deberá realizarla en la Administradora de Fondos para el Retiro que le opere su cuenta individual.

A falta de los beneficiarios legales y sustitutos, dicha entrega se hará en el orden de prelación previsto en el artículo 501 de la Ley Federal del Trabajo. Cualquier conflicto deberá ser resuelto ante la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje.

### **Artículo 194**

Para efectos del retiro programado, se calculará cada año una anualidad que será igual al resultado de dividir el saldo de su cuenta individual entre el capital necesario para financiar una unidad de renta vitalicia para el asegurado y sus beneficiarios, y, por lo menos, igual al valor correspondiente a la pensión garantizada. La pensión mensual corresponderá a la doceava parte de dicha anualidad.

Las tablas utilizadas para calcular la unidad de renta vitalicia a que se refiere este artículo se elaborarán anualmente por la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas.

### **Artículo 195**

La Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, atendiendo a consideraciones técnicas y asegurando los intereses de los trabajadores, mediante la expedición de disposiciones administrativas podrá autorizar mecanismos, procedimientos, formas y términos relacionados con el seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, conforme a lo establecido en esta Ley y la Ley para la Coordinación de los Sistemas de Ahorro para el Retiro.

### **Artículo 196**

El asegurado que goce de una pensión de cesantía en edad avanzada o de vejez, cuando reingrese al régimen obligatorio, no efectuará las cotizaciones a que se refiere el párrafo segundo del artículo 25 de esta Ley, ni las de los seguros de invalidez y vida.

El asegurado abrirá una nueva cuenta individual, en la Administradora de Fondos para el Retiro que elija de acuerdo con las normas generales establecidas en esta Ley. Una vez al año, en el mismo mes calendario en el que adquirió el derecho a la pensión, podrá el asegurado transferir a la Aseguradora que le estuviera pagando la renta vitalicia, el saldo acumulado de su cuenta individual, convalidando el incremento en la renta vitalicia o retiros programados que esta última le esté cubriendo.

### **Artículo 197**

Las Aseguradoras y las Administradoras de Fondos para el Retiro no podrán retener, bajo ningún concepto, el pago de rentas vencidas ni de retiros programados no cobrados por el pensionado, cuyos montos en todo momento estarán a disposición de éste.

#### **Artículo 198**

La disposición que realice el trabajador de los recursos de su cuenta individual por cualquiera de los supuestos previstos por esta Ley, disminuirá en igual proporción a las semanas de cotización efectuadas.

La mencionada disminución se calculará dividiendo el monto acumulado de los recursos de la cuenta individual entre el número de semanas cotizadas hasta el momento de realizarse la disposición de dichos recursos. El monto retirado se dividirá entre el cociente resultante de la anterior operación. El resultado se le restará a las semanas cotizadas.

#### **Artículo 199**

La disolución y liquidación de las Administradoras de Fondos para el Retiro y sociedades de inversión especializadas de fondos para el retiro se sujetará a la legislación aplicable, así como a las disposiciones administrativas que expida la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro para salvaguardar los derechos de los asegurados en los términos de esta Ley.

#### **Artículo 200**

Para los efectos de esta sección, la Ley para la Coordinación de los Sistemas de Ahorro para el Retiro preverá las disposiciones administrativas que sean necesarias para lograr el eficaz cumplimiento de las disposiciones contenidas en esta Ley.

### **CAPITULO VII**

#### **Del seguro de guarderías y de las prestaciones sociales**

##### Sección Primera

##### Del Ramo de Guarderías

#### **Artículo 201**

El ramo de guarderías cubre el riesgo de la mujer trabajadora y del trabajador viudo o divorciado que conserve la custodia de los hijos de no poder proporcionar cuidados durante su jornada de trabajo a sus hijos en la primera infancia, mediante el otorgamiento de las prestaciones establecidas en este capítulo.

#### **Artículo 202**

Estas prestaciones deben proporcionarse atendiendo a cuidar y fortalecer la salud del niño y su buen desarrollo futuro, así como a la formación de sentimientos de adhesión familiar y social, a la adquisición de conocimientos que promuevan la comprensión, el empleo de la razón y de la imaginación y a constituir hábitos higiénicos y de sana convivencia y cooperación en el esfuerzo común con propósitos y metas comunes, todo ello de manera sencilla y acorde a su edad y a la realidad social y con absoluto respeto a los elementos formativos de estricta incumbencia familiar.

#### **Artículo 203**

Los servicios de guardería infantil incluirán el aseo, la alimentación, el cuidado de la salud, la educación y la recreación de los menores a que se refiere el artículo 201. Serán proporcionados por el Instituto, en los términos de las disposiciones que al efecto expida el Consejo Técnico.

#### **Artículo 204**

Para otorgar la prestación de los servicios de guardería, el Instituto establecerá instalaciones especiales, por zonas convenientemente localizadas en relación a los centros de trabajo y de habitación, y en las localidades donde opere el régimen obligatorio.

#### **Artículo 205**

Las madres aseguradas, o los viudos o divorciados que conserven la custodia de sus hijos, mientras no contraigan nuevamente matrimonio o se unan en concubinato, tendrán derecho a los servicios de guardería, durante las horas de su jornada de trabajo, en la forma, y términos establecidos en esta Ley y en el reglamento relativo.

#### **Artículo 206**

Los servicios de guarderías se proporcionarán a los menores a que se refiere el artículo 201 desde la edad de cuarenta y tres días hasta que cumplan cuatro años.

#### **Artículo 207**

Los asegurados a que se refiere esta sección y que sean dados de baja del régimen obligatorio conservarán durante las cuatro semanas posteriores a dicha baja, el derecho a las prestaciones de este seguro.

Sección Segunda  
Del Ramo de las Prestaciones Sociales

#### **Artículo 208**

Las prestaciones sociales comprenden:

- I.- Prestaciones sociales institucionales, y
- II.- Prestaciones de solidaridad social.

#### **Artículo 209**

Las prestaciones sociales institucionales tienen como finalidad fomentar la salud, prevenir enfermedades y accidentes y contribuir a la elevación general de los niveles de vida de la población.

El Instituto proporcionará atención a pensionados y jubilados mediante servicios y programas de prestaciones sociales que fortalezcan la medicina preventiva y el autocuidado de la salud; mejoren su economía e integridad familiar. Para ello, fortalecerá la coordinación y concertación con Instituciones de la Administración Pública Federal, Estatal, Municipal, Entidades Privadas y Sociales, que hagan posible su acceso a preferencias, prerrogativas y servicios que contribuyan a su bienestar.

Asimismo, el Instituto establecerá y desarrollará los programas y servicios para pensionados y jubilados en términos de la disponibilidad financiera de los recursos destinados a prestaciones sociales de este seguro.

#### **Artículo 210**

Las prestaciones sociales institucionales serán proporcionadas mediante programas de:

I.- Promoción de la salud difundiendo los conocimientos necesarios a través de cursos directos y del uso de medios masivos de comunicación;

II.- Educación higiénica, materno infantil, sanitaria y de primeros auxilios;

III.- Mejoramiento de la alimentación y de la vivienda;

IV.- Impulso y desarrollo de actividades culturales y deportivas y en general de todas aquellas tendientes a lograr una mejor ocupación del tiempo libre;

V.- Regularización del estado civil;

VI.- Cursos de adiestramiento técnico y de capacitación para el trabajo a fin de lograr la superación del nivel de ingresos de los trabajadores;

VII.- Centros vacacionales y de readaptación para el trabajo;

VIII.- Superación de la vida en el hogar, a través de un adecuado aprovechamiento de los recursos económicos, de mejores prácticas de convivencia y,

IX.- Establecimiento y administración de velatorios, así como otros servicios similares.

Sección Tercera

Del Régimen Financiero

#### **Artículo 211**

El monto de la prima para este seguro será del uno por ciento sobre el salario base de cotización. Para prestaciones sociales solamente se podrá destinar hasta el veinte por ciento de dicho monto.

#### **Artículo 212**

Los patrones cubrirán íntegramente la prima para el financiamiento de las prestaciones de este capítulo, esto independientemente que tengan o no trabajadores de los señalados en el artículo 201 a su servicio.

#### **Artículo 213**

El Instituto podrá celebrar convenios de reversión de cuotas o subrogación de servicios, con los patrones que tengan instaladas guarderías en sus empresas o establecimientos, cuando reúnan los requisitos señalados en las disposiciones relativas.

Sección Cuarta  
De las Prestaciones de Solidaridad Social

**Artículo 214**

Las prestaciones o servicios de solidaridad social comprenden acciones de salud comunitaria, asistencia médica, farmacéutica e incluso hospitalaria, en la forma y términos establecidos en los artículos 215 al 217 de esta Ley.

**Artículo 215**

El Instituto organizará, establecerá y operará unidades médicas destinadas a los servicios de solidaridad social, los que serán proporcionados exclusivamente en favor de los núcleos de población que por el propio estado de desarrollo del país, constituyan polos de profunda marginación rural, suburbana y urbana, y que el Poder Ejecutivo Federal determine como sujetos de solidaridad social.

Queda facultado el Instituto para dictar las bases e instructivos a que se sujetarán estos servicios, pero, en todo caso, se coordinará con la Secretaría de Salud y demás instituciones de salud y seguridad social.

**Artículo 216**

El Instituto proporcionará el apoyo necesario a los servicios de solidaridad social que esta Ley le atribuye, sin perjuicio

del eficaz otorgamiento de las prestaciones a que tienen derecho los trabajadores y demás beneficiarios del régimen obligatorio.

**Artículo 217**

Las prestaciones de solidaridad social serán financiadas por la Federación y por los propios beneficiados.

Los beneficiados por estos servicios contribuirán con aportaciones en efectivo o con la realización de trabajos personales de beneficio para las comunidades en que habiten y que propicien que alcancen el nivel de desarrollo económico necesario para llegar a ser sujetos de aseguramiento en los términos de esta Ley.

**CAPITULO VIII**

**De la continuación voluntaria en el régimen obligatorio**

**Artículo 218**

El asegurado con un mínimo de cincuenta y dos cotizaciones semanales acreditadas en el régimen obligatorio, al ser dado de baja, tiene el derecho a continuar voluntariamente en el mismo, pudiendo continuar en los seguros conjuntos de invalidez y vida así como retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, debiendo quedar inscrito con el último salario o superior al que tenía en el momento de la baja. El asegurado cubrirá las cuotas que le correspondan por mensualidad adelantada y cotizará de la manera siguiente:

a) Respecto del seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, el asegurado cubrirá por cuanto hace al ramo primero, la totalidad de la cuota y por los otros dos ramos cubrirá el importe de las cuotas obrero patronales, debiendo el Estado aportar la parte que conforme a esta Ley le corresponde, incluyendo la cuota social, y

b) En el seguro de invalidez y vida el asegurado cubrirá las cuotas obrero patronales y el Estado la parte que le corresponda de acuerdo a los porcentajes señalados en esta Ley.

#### **Artículo 219**

El derecho establecido en el artículo anterior se pierde si no se ejercita mediante solicitud por escrito dentro de un plazo de doce meses a partir de la fecha de la baja.

#### **Artículo 220**

La continuación voluntaria del régimen obligatorio termina por:

I.- Declaración expresa firmada por el asegurado;

II.- Dejar de pagar las cuotas durante seis meses, y

III.- Ser dado de alta nuevamente en el régimen obligatorio, en los términos del artículo 12 de esta Ley.

#### **Artículo 221**

La conservación de derechos se rige por lo establecido en los capítulos relativos del régimen obligatorio.

### **CAPITULO IX**

#### **De la incorporación voluntaria al régimen obligatorio**

#### **Artículo 222**

La incorporación voluntaria de los sujetos a que se refiere el presente capítulo, se realizará por convenio y se sujetará a las siguientes modalidades:

I.- Podrá efectuarse en forma individual o de grupo a solicitud, por escrito, del sujeto o sujetos interesados. En el caso de incorporación colectiva cada uno de los asegurados será responsable de sus obligaciones frente al Instituto;

II.- El esquema de aseguramiento, para los sujetos que señala este capítulo, comprende:

a) Para los sujetos a que se refieren las fracciones I y III del artículo 13 de esta Ley, las prestaciones en especie del seguro de enfermedades y maternidad y las correspondientes de los seguros de invalidez y vida, así como de retiro y vejez, en los términos de los capítulos respectivos;

b) Para los sujetos a que se refiere la fracción II del artículo 13 de esta Ley, las prestaciones en especie de los seguros de riesgos de trabajo y de enfermedades y maternidad y las correspondientes de los seguros de invalidez y vida, así como de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, en los términos de los capítulos respectivos;

c) Para los sujetos a que se refiere la fracción IV del artículo 13 de esta Ley, las prestaciones del seguro de riesgos de trabajo, las prestaciones en especie del seguro de enfermedades y maternidad y las correspondientes de los seguros de invalidez y vida, así como de retiro y vejez, en los términos de los capítulos respectivos;

d) Para los sujetos a que se refiere la fracción V del artículo 13 de esta Ley, las prestaciones del seguro de riesgos de trabajo, las prestaciones en especie del seguro de enfermedades y maternidad y las correspondientes de los seguros de invalidez y vida, así como de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, en los términos de los capítulos respectivos, y

e) En caso de muerte del asegurado, se estará a lo dispuesto en el artículo 104 de esta Ley.

### **Artículo 223**

Aceptada la incorporación, serán aplicables las disposiciones del régimen obligatorio, con las salvedades y modalidades que establezca esta Ley.

Sólo se perderá la calidad de asegurado si se dejan de tener las características que originaron el aseguramiento.

### **Artículo 224**

Los sujetos de aseguramiento comprendidos en este capítulo cotizarán por anualidades adelantadas.

El Instituto en atención a las características de orden económico y de organización de los grupos solicitantes podrá autorizar una periodicidad diferente en el pago de las cuotas, en cuyo caso suspenderá el Instituto el otorgamiento de las prestaciones relativas cuando se deje de cubrir una de las parcialidades acordadas.

### **Artículo 225**

Al llevarse a cabo los actos que determinen la incorporación de los sujetos de aseguramiento de este capítulo y al abrirse los períodos de inscripción relativos, el Instituto podrá establecer plazos de espera para el disfrute de las prestaciones en especie del seguro de enfermedades y maternidad.

### **Artículo 226**

No procederá el aseguramiento voluntario, cuando de manera previsible éste pueda comprometer el equilibrio financiero del Instituto o la eficacia de los servicios que proporciona a los asegurados en el régimen obligatorio.

### **Artículo 227**

Las cuotas obrero patronales correspondientes a los sujetos de este capítulo se cubrirán con base en:

I.- Un salario mínimo del Distrito Federal vigente en el momento de la incorporación o de la renovación anual, para los sujetos a que se refieren las fracciones I, III y IV del artículo 13 de esta Ley, y

II.- Conforme al salario real integrado de acuerdo al artículo 27 de este ordenamiento, para los sujetos a que se refieren las fracciones II y V del artículo 13 de esta Ley.

Las bases de las fracciones anteriores serán aplicables, para todos los seguros que comprenda el aseguramiento en cada caso, con la excepción del seguro de enfermedades y maternidad, respecto del cual se estará a lo dispuesto por el artículo 106 de esta Ley.

El Consejo Técnico del Instituto ante las instancias competentes, proveerá lo necesario para que estas promuevan ante el Congreso de la Unión la revisión de estas bases de cotización, para propiciar que se mantenga o restituya, en su caso, el equilibrio financiero de estos seguros.

### **Artículo 228**

A las bases de cotización señaladas en el artículo anterior, se les aplicarán las primas de financiamiento que establece esta Ley y que corresponden a los seguros que, en cada caso, comprenda el esquema de protección, reduciendo la parte proporcional relativa a las prestaciones que se excluyen.

La cuota así determinada se cubrirá de la manera siguiente:

I.- Para los sujetos a que se refieren las fracciones II y V del artículo 13, de acuerdo a lo establecido tratándose de los sujetos del artículo 12 de esta Ley, y

II.- Para los sujetos a que se refieren las fracciones I, III y IV del artículo 13 de esta Ley, les corresponderá cubrir íntegramente la cuota obrero-patronal, contribuyendo el Estado conforme le corresponda a cada ramo de seguro, de acuerdo a lo dispuesto en esta Ley, incluyendo la cuota social.

### **Artículo 229**

En el caso de los sujetos a que se refieren las fracciones I y III del artículo 13 de esta Ley, el Instituto podrá convenir, previa conformidad de los sujetos de aseguramiento, con empresas, instituciones de crédito o entidades públicas o privadas, con las que aquéllos tengan relaciones comerciales o jurídicas derivadas de su actividad, que dichas entidades sean las que retengan y enteren las cuotas correspondientes, caso en el cual éstas serán solidariamente responsables.

### **Artículo 230**

Los sujetos a que se refiere el artículo 13 de esta Ley podrán gestionar y obtener que un tercero, persona física o moral, se obligue ante el Instituto a aportar la totalidad o parte de las cuotas a su cargo.

### **Artículo 231**

La incorporación voluntaria al régimen obligatorio termina:

I.- Para los sujetos a que se refieren las fracciones I, III, IV y V del artículo 13 de esta Ley por:

a) Declaración expresa firmada por el sujeto o grupo de asegurados, y

b) No pagar la cuota;

II.- Para los sujetos a que se refiere la fracción II del artículo 13 de esta Ley, cuando se termine la relación laboral que le dio origen y se comunique esta circunstancia al Instituto.

#### **Artículo 232**

Para la incorporación de personas que presten servicios a dependencias o entidades de las administraciones públicas Federal, estatales o municipales será indispensable la conformidad de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la que quedará solidariamente obligada.

#### **Artículo 233**

Tratándose de trabajadores al servicio de las administraciones públicas estatales o municipales, podrán realizar el pago de las cuotas con cargo a los subsidios o a las participaciones que en ingresos federales correspondan a dichas entidades, en los términos previstos en la Ley de Coordinación Fiscal.

### **CAPITULO X**

#### **De la seguridad social del campo**

#### **Artículo 234**

La seguridad social se extiende al campo mexicano, en los términos y formas que se establecen en la presente Ley y los reglamentos respectivos.

#### **Artículo 235**

Las mujeres y los hombres del campo que tengan el carácter de trabajadores independientes, respecto de quienes no medie ninguna relación de subordinación laboral, los ejidatarios, comuneros, colonos y pequeños propietarios; así como los ejidos y otras formas superiores de organización, podrán acceder a la seguridad social en la forma y términos que señala el artículo 13, a través de convenio de incorporación voluntaria al régimen obligatorio, o bien mediante el seguro de salud para la familia establecido en el artículo 240 de esta Ley.

#### **Artículo 236**

Aquellos productores del campo que estuvieran incorporados por la vía de Decreto Presidencial a la seguridad social, podrán afiliarse al Régimen de seguridad social de los previstos en la presente Ley, que resulte más conveniente a sus condiciones productivas y de ingreso. En el caso de los cañeros, tabacaleros y otras ramas de producción especializadas se incorporarán con las modalidades que correspondan, de acuerdo a lo establecido en la fracción III del artículo 12 de esta Ley.

#### **Artículo 237**

Los trabajadores asalariados, eventuales y permanentes en actividades del campo, se comprenden en el artículo 12, fracción I, de esta Ley y accederán a la seguridad social en los términos y formas que establezca la presente Ley, y conforme a las modalidades que para el efecto establezca el reglamento de afiliación.

#### **Artículo 238**

Los indígenas, campesinos temporaleros de zonas de alta marginalidad y todas aquellas familias campesinas, cuya condición económica se ubique en pobreza extrema, tendrán acceso a las prestaciones de solidaridad social, bajo la forma y términos que establecen los artículos 214 a 217 de esta Ley.

#### **Artículo 239**

El acceso a la seguridad social de los sujetos a que se refiere el presente capítulo, podrá ser apoyado por el tercer aportante establecido en el artículo 230 de esta Ley. En cualquier caso éstos podrán acceder al seguro de salud para la familia regulado por este ordenamiento.

### TITULO TERCERO Del Régimen Voluntario

#### **CAPITULO I**

##### **Del seguro de salud para la familia**

#### **Artículo 240**

Todas las familias en México tienen derecho a un seguro de salud para sus miembros y para ese efecto, podrán celebrar con el Instituto Mexicano del Seguro Social convenio para el otorgamiento de las prestaciones en especie del seguro de enfermedades y maternidad, en los términos del reglamento respectivo.

#### **Artículo 241**

Los sujetos amparados por el seguro de salud para la familia son los señalados en el artículo 84 de esta Ley y se sujetarán a los requisitos que se indican en el mismo.

Adicionalmente, este seguro podrá extenderse a los familiares que vivan con el asegurado y dependan económicamente de éste. Este mismo derecho podrá extenderse a los sujetos del régimen obligatorio.

#### **Artículo 242**

Todos los sujetos que voluntariamente se incorporen al seguro de salud para la familia pagarán anualmente una cuota equivalente al veintidós punto cuatro por ciento de un salario mínimo general diario para el Distrito Federal.

Por cada familiar adicional, a que se refiere el artículo anterior, se pagará una cuota equivalente al sesenta y cinco por ciento de la que corresponde a este seguro.

El Estado contribuirá conforme a lo dispuesto en la fracción III del artículo 106 de la presente Ley.

#### **Artículo 243**

El Instituto, también, podrá celebrar este tipo de convenios, en forma individual o colectiva con trabajadores mexicanos que se encuentren laborando en el extranjero, a fin de que se proteja a sus familiares residentes en el territorio nacional y a ellos mismos cuando se ubiquen en éste. Estos asegurados cubrirán íntegramente la prima establecida en el artículo anterior.

#### **Artículo 244**

Los seguros de salud para la familia se organizarán en sección especial, con contabilidad y administración de fondos separadas de la correspondiente a los seguros obligatorios, en las cifras consolidadas.

#### **Artículo 245**

El Instituto elaborará un informe financiero y actuarial de los seguros de salud para la familia, en los términos y plazos fijados para la formulación del correspondiente a los seguros obligatorios.

## **CAPITULO II**

### **De los seguros adicionales**

#### **Artículo 246**

El Instituto podrá contratar seguros adicionales para satisfacer las prestaciones económicas pactadas en los contratos Ley o en los contratos colectivos de trabajo que fueran superiores a las de la misma naturaleza que establece el régimen obligatorio del Seguro Social.

#### **Artículo 247**

Las condiciones superiores de las prestaciones pactadas sobre las cuales pueden versar los convenios, son: aumentos de las cuantías; disminución de la edad mínima para su disfrute; modificación del salario promedio base del cálculo y en general todas aquellas que se traduzcan en coberturas y prestaciones superiores a las legales o en mejores condiciones de disfrute de las mismas.

Las prestaciones económicas a que se refiere el presente artículo corresponderán a los ramos de los seguros de riesgo de trabajo y de invalidez y vida así como retiro, cesantía en edad avanzada y vejez.

#### **Artículo 248**

La prima, cuota, períodos de pago y demás modalidades en la contratación de los seguros adicionales, serán convenidos por el Instituto con base en las características de los riesgos y de las prestaciones protegidas, así como en las valuaciones actuariales de los contratos correspondientes.

#### **Artículo 249**

Las bases de la contratación de los seguros adicionales se revisarán cada vez que las prestaciones sean modificadas por los contratos de trabajo, si pueden afectar las referidas bases, a fin de que el Instituto con apoyo en la valuación actuarial de las modificaciones, fije el monto de las nuevas primas y demás modalidades pertinentes.

#### **Artículo 250**

Los seguros adicionales se organizarán en sección especial, con contabilidad y administración de fondos separada de la correspondiente a los seguros obligatorios.

## **TITULO CUARTO**

Del Instituto Mexicano del Seguro Social

## **CAPITULO I**

### **De las atribuciones, recursos y órganos**

#### ***Artículo 251***

El Instituto Mexicano del Seguro Social tiene las facultades y atribuciones siguientes:

I.- Administrar los seguros de riesgos de trabajo, enfermedades y maternidad, invalidez y vida, guarderías y prestaciones sociales, salud para la familia y adicionales, que integran al Seguro Social y prestar los servicios de beneficio colectivo que señala esta Ley;

II.- Satisfacer las prestaciones que se establecen en esta Ley;

III.- Invertir sus fondos de acuerdo con las disposiciones de esta Ley;

IV.- Realizar toda clase de actos jurídicos necesarios para cumplir con sus fines, así como aquellos que fueren necesarios para la administración de las finanzas institucionales;

V.- Adquirir bienes muebles e inmuebles, para los fines que le son propios;

VI.- Establecer clínicas, hospitales, guarderías infantiles, farmacias, centros de convalecencia y vacacionales, velatorios, así como centros de capacitación, deportivos, de seguridad social para el bienestar familiar y demás establecimientos para el cumplimiento de los fines que le son propios, sin sujetarse a las condiciones salvo las sanitarias, que fijen las leyes y reglamentos respectivos para empresas privadas, con actividades similares;

VII.- Establecer y organizar sus dependencias;

VIII.- Expedir sus reglamentos interiores;

IX.- Difundir conocimientos y prácticas de previsión y seguridad social;

X.- Registrar a los patrones y demás sujetos obligados, inscribir a los trabajadores asalariados e independientes y precisar su base de cotización aun sin previa gestión de los interesados, sin que ello libere a los obligados de las responsabilidades y sanciones por infracciones en que hubiesen incurrido;

XI.- Dar de baja del régimen a los sujetos asegurados, verificada la desaparición del supuesto de hecho que dio origen a su aseguramiento, aun cuando el patrón o sujeto obligado hubiese omitido presentar el aviso de baja respectivo;

XII.- Recaudar y cobrar las cuotas de los seguros de riesgos de trabajo, enfermedades y maternidad, invalidez y vida, guarderías y prestaciones sociales, salud para la familia y adicionales, los capitales constitutivos, así como sus accesorios y percibir los demás recursos del Instituto; así como la recaudación y el cobro de las cuotas del seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez;

XIII.- Establecer los procedimientos para la inscripción, cobro de cuotas y otorgamiento de prestaciones;

XIV.- Determinar los créditos a favor del Instituto y las bases para la liquidación de cuotas y recargos, así como sus accesorios y fijarlos en cantidad líquida, cobrarlos y percibirlos, de conformidad con la presente Ley y demás disposiciones aplicables.

Las liquidaciones de las cuotas del seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez podrán ser emitidas y notificadas conjuntamente con las liquidaciones de las aportaciones y descuentos correspondientes al Fondo Nacional de la Vivienda por el personal del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, previo convenio de coordinación con el citado Instituto;

XV.- Determinar la existencia, contenido y alcance de las obligaciones incumplidas por los patrones y demás sujetos obligados en los términos de esta Ley y demás disposiciones relativas, aplicando en su caso, los datos con los que cuente, en función del último mes cubierto o con apoyo en los hechos que conozca con motivo del ejercicio de las facultades de comprobación de que goza como autoridad o bien a través de los expedientes o documentos proporcionados por otras autoridades fiscales;

XVI.- Ratificar o rectificar la prima, la clasificación y el grado de riesgo de las empresas para efectos de la cobertura de las cuotas del seguro de riesgos de trabajo;

XVII.- Determinar y hacer efectivo el monto de los capitales constitutivos en los términos de esta Ley;

XVIII.- Ordenar y practicar visitas domiciliarias con el personal que al efecto se designe y requerir la exhibición de libros y documentos a fin de comprobar el cumplimiento de las obligaciones que establece la Ley del Seguro Social y demás disposiciones aplicables;

XIX.- Ordenar y practicar las investigaciones correspondientes en los casos de sustitución patronal y emitir los dictámenes respectivos;

XX.- Establecer coordinación con las dependencias y entidades de las Administraciones Públicas Federal, Estatales y Municipales, para el cumplimiento de sus objetivos;

XXI.- Revisar los dictámenes formulados por contadores públicos sobre el cumplimiento de las disposiciones contenidas en esta Ley y sus reglamentos;

XXII.- Realizar inversiones en sociedades o empresas que tengan objeto social complementario o afín al del propio Instituto, y

XXIII.- Las demás que le otorguen esta Ley, sus reglamentos y cualesquiera otra disposición aplicable.

### **Artículo 252**

Las autoridades federales y locales deberán prestar el auxilio que el Instituto solicite para el mejor cumplimiento de sus funciones.

El Instituto tendrá acceso a toda clase de material estadístico, censal y fiscal y, en general, a obtener de las oficinas públicas cualquier dato o informe que se considere necesario, de no existir prohibición legal.

### **Artículo 253**

Constituyen los recursos del Instituto:

I.- Las cuotas a cargo de los patrones, trabajadores y demás sujetos que señalan esta Ley, así como la contribución del Estado, respecto de los seguros de riesgos de trabajo, enfermedades y maternidad, invalidez y vida, guarderías y prestaciones sociales, así como de salud para la familia y adicionales;

II.- Los intereses, realización de activos, alquileres, rentas, rendimientos, utilidades y frutos de cualquier clase, que produzcan sus bienes;

III.- Las donaciones, herencias, legados, subsidios y adjudicaciones que se hagan a su favor, y

IV. Cualesquier otros ingresos que le señalen las leyes y reglamentos.

#### **Artículo 254**

El Instituto Mexicano del Seguro Social, sus dependencias y servicios, no serán sujetos de contribuciones federales, estatales y municipales. La Federación, los Estados, el Gobierno del Distrito Federal y los Municipios, no podrán gravar con impuestos su capital, ingresos, rentas, contratos, actos jurídicos, títulos, documentos, operaciones o libros de contabilidad, aun en el caso de que las contribuciones, conforme a una Ley general o especial fueran a cargo del Instituto como organismo público o como patrón. En estos supuestos se consideran comprendidos los impuestos indirectos y el franqueo postal. El Instituto y demás entidades que formen parte o dependan de él, estarán sujetos únicamente al pago de los derechos de carácter municipal que causen sus inmuebles en razón de pavimentos, atarjeas y limpia, así como por el agua potable de que dispongan, en las mismas condiciones en que deben pagar los demás causantes. Igualmente estarán sujetos a los derechos de carácter federal correspondientes a la prestación de servicios públicos.

#### **Artículo 255**

El Instituto Mexicano del Seguro Social se considera de acreditada solvencia y no estará obligado, por tanto, a constituir depósitos o fianzas legales, ni aun tratándose del juicio de amparo. Los bienes del Instituto afectos a la prestación directa de sus servicios serán inembargables.

#### **Artículo 256**

Las relaciones entre el Instituto y sus trabajadores se regirán por lo dispuesto en la Ley Federal del Trabajo.

#### **Artículo 257**

Los órganos superiores del Instituto son:

I.- La Asamblea General;

II.- El Consejo Técnico;

III.- La Comisión de Vigilancia, y

IV.- La Dirección General.

## **CAPITULO II**

### **De la asamblea general**

#### **Artículo 258**

La autoridad suprema del Instituto es la Asamblea General, integrada por treinta miembros que serán designados en la forma siguiente:

- I.- Diez por el Ejecutivo Federal;
- II.- Diez por las organizaciones patronales, y
- III.- Diez por las organizaciones de trabajadores.

Dichos miembros durarán en su encargo seis años, pudiendo ser reelectos.

#### **Artículo 259**

El Ejecutivo Federal establecerá las bases para determinar las organizaciones de trabajadores y de patronos que deban intervenir en la designación de los miembros de la Asamblea General.

#### **Artículo 260**

La Asamblea General será presidida por el Director General y deberá reunirse ordinariamente una o dos veces al año y extraordinariamente en cuantas ocasiones sea necesario, de acuerdo con lo que disponga el reglamento relativo.

#### **Artículo 261**

La Asamblea General discutirá anualmente, para su aprobación o modificación, en su caso, el estado de ingresos y gastos, el balance contable, el informe financiero y actuarial, el informe de actividades presentado por el Director General, el programa de actividades y el presupuesto de ingresos y egresos para el año siguiente, así como el informe de la Comisión de Vigilancia.

#### **Artículo 262**

La suficiencia de los recursos para todos y cada uno de los seguros de riesgos de trabajo, enfermedades y maternidad, invalidez y vida y guarderías y prestaciones sociales así como de salud para la familia y adicionales, debe ser examinada anualmente al realizar el informe financiero y actuarial.

Si el balance actuarial acusare superávit, éste se destinará a constituir un fondo de emergencia hasta el límite máximo del cincuenta por ciento de los ingresos anuales respectivos. Después de alcanzar este límite, el superávit se aplicará, según la decisión de la Asamblea General al respecto, a mejorar las prestaciones de los seguros que se encuentren en este supuesto.

## **CAPITULO III**

### **Del consejo técnico**

#### **Artículo 263**

El Consejo Técnico es el órgano de gobierno, representante legal y el administrador del Instituto y estará integrado hasta por doce miembros, correspondiendo designar cuatro de ellos a los representantes patronales en la Asamblea General, cuatro a los representantes de los trabajadores y cuatro a los representantes del Estado, con sus respectivos suplentes y el Ejecutivo Federal cuando lo estime conveniente, podrá disminuir a la mitad la representación estatal.

El Secretario de Salud y el Director General serán siempre Consejeros del Estado, presidiendo este último el Consejo Técnico.

Cuando deba renovarse el Consejo Técnico, los sectores representativos del Estado, de los patronos y de los trabajadores propondrán miembros propietarios y suplentes para los cargos de Consejero. La designación será hecha por la Asamblea General en los términos que fije el reglamento respectivo.

Los Consejeros así electos durarán en su cargo seis años, pudiendo ser reelectos.

La designación será revocable, siempre que la pidan los miembros del sector que hubiese propuesto al Consejero de que se trate o por causas justificadas para ello. En todo caso, el acuerdo definitivo corresponde a la Asamblea General, la que resolverá lo conducente en los términos del reglamento, mediante procedimientos en que se oiga en defensa al Consejero cuya remoción se solicite.

#### **Artículo 264**

El Consejo Técnico tendrá las atribuciones siguientes;

I.- Decidir sobre las inversiones de las reservas y demás recursos del Instituto, con sujeción a lo previsto en esta Ley y sus reglamentos, excepto los provenientes del seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez;

II.- Vigilar y promover el equilibrio financiero de todos los ramos de aseguramiento comprendidos en esta Ley;

III.- Resolver sobre las operaciones del Instituto, exceptuando aquellas que por su importancia ameriten acuerdo expreso de la Asamblea General, de conformidad con lo que al respecto determine esta Ley y el reglamento;

IV.- Establecer y suprimir direcciones regionales, delegaciones, subdelegaciones y oficinas para cobros del Instituto, señalando su circunscripción territorial;

V.- Convocar a Asamblea General ordinaria o extraordinaria;

VI.- Discutir y, en su caso, aprobar el presupuesto de ingresos y egresos, así como el programa de actividades que elabore la Dirección General;

VII.- Expedir el reglamento de reversión de cuotas para los seguros que expresamente establece esta Ley; así como los demás que fueran necesarios para la exacta observancia de la misma;

VIII.- Conceder, rechazar y modificar las pensiones, que conforme a esta Ley le corresponde otorgar al Instituto, pudiendo delegar estas facultades a las dependencias competentes;

IX.- Nombrar y remover al secretario general, a los directores, directores regionales, coordinadores generales, y coordinadores, así como a los delegados, en los términos de la fracción VII del artículo 268 de esta Ley;

X.- Aprobar las bases para la celebración de convenios de incorporación voluntaria al régimen obligatorio;

XI.- Establecer los procedimientos para la inscripción, cobro de cuotas y otorgamiento de prestaciones;

XII.- Autorizar la celebración de convenios relativos al pago de cuotas pudiendo delegar estas facultades a las dependencias competentes;

XIII.- Conceder a derechohabientes del régimen, en casos excepcionales y previo el estudio socioeconómico respectivo, el disfrute de prestaciones médicas y económicas previstas por esta Ley, cuando no esté plenamente cumplido algún requisito legal y el otorgamiento del beneficio sea evidentemente justo o equitativo;

XIV.- Autorizar, en la forma y términos que establezca el reglamento relativo a los Consejos Consultivos Delegacionales para tramitar y, en su caso resolver el recurso de inconformidad a que se refiere el artículo 294 de esta Ley;

XV.- Conocer y resolver de oficio o a petición de los directores regionales, aquellos asuntos competencia de los Consejos Consultivos Regionales que por su importancia, trascendencia o características especiales así lo ameriten;

XVI.- Establecer bases especiales de aseguramiento y de cotización para los trabajadores de la marina mercante;

XVII.- Expedir las bases para extender, hasta los veinticinco años de edad, los derechos a las prestaciones en especie del seguro de enfermedades y maternidad, que se otorgarán dentro del territorio nacional, a los hijos de trabajadores mexicanos asegurados que laboren en el extranjero y que se encuentren estudiando fuera del país en planteles educativos equiparables a los del sistema educativo nacional;

XVIII.- Decidir sobre la aplicación de los recursos que tenga el fondo de beneficio colectivo para los trabajadores de la industria de la construcción, escuchando a los representantes de los trabajadores y patrones, y

XIX.- Las demás que señalen esta Ley y sus reglamentos.

## **CAPITULO IV**

### **De la comisión de vigilancia**

#### **Artículo 265**

La Asamblea General designará a la Comisión de Vigilancia que estará compuesta por seis miembros. Para formar esta Comisión cada uno de los sectores representativos que constituyen la Asamblea, propondrá dos miembros propietarios y dos suplentes, quienes durarán en sus cargos seis años y podrán ser reelectos. La elección puede recaer en personas que no formen parte de dichos sectores. El Ejecutivo Federal cuando lo estime conveniente podrá disminuir a la mitad la representación estatal. La designación será revocable, siempre que la pidan los miembros del

sector que hubiese propuesto al representante de que se trate o porque medien causas justificadas para ello. En todo caso, el acuerdo definitivo corresponde a la Asamblea General, la que resolverá lo conducente en los términos del reglamento, mediante procedimiento en que oiga en defensa al miembro cuya remoción se solicite.

#### **Artículo 266**

La Comisión de Vigilancia tendrá las atribuciones siguientes:

I.- Vigilar que las inversiones se hagan de acuerdo con las disposiciones de esta Ley y sus reglamentos;

II.- Practicar la auditoría de los balances contables y comprobar los avalúos de los bienes materia de operaciones del Instituto;

III.- Sugerir a la Asamblea General, al Consejo Técnico, y a la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, en su caso, las medidas que juzgue convenientes para mejorar el funcionamiento de los seguros que ampara esta Ley;

IV.- Presentar ante la Asamblea General un dictamen sobre el informe de actividades y los estados financieros presentados por el Consejo Técnico, para cuyo efecto éstos le serán dados a conocer con la debida oportunidad, y

V.- En casos graves y bajo su responsabilidad, citar a Asamblea General Extraordinaria.

### **CAPITULO V**

#### **De la dirección general**

#### **Artículo 267**

El Director General será nombrado por el Presidente de la República debiendo ser mexicano por nacimiento que no adquiera otra nacionalidad y estar en pleno goce y ejercicio de sus derechos civiles y políticos.

#### **Artículo 268**

El Director General tendrá las siguientes atribuciones:

I.- Presidir las sesiones de la Asamblea General y del Consejo Técnico;

II.- Ejecutar los acuerdos del propio Consejo;

III.- Representar al Instituto Mexicano del Seguro Social, como organismo fiscal autónomo, ante todas las autoridades con la suma de facultades generales y especiales que requiera la Ley; así como representar legalmente al Instituto como persona moral con todas las facultades que corresponden a los mandatarios generales para pleitos y cobranzas, actos de administración y de dominio, y las especiales que requieran cláusula especial conforme al Código Civil para el Distrito Federal.

El Director General podrá delegar la representación, incluyendo la facultad expresa para conciliar ante las Juntas de Conciliación y Arbitraje.

IV.- Presentar anualmente al Consejo el informe de actividades, así como el programa de labores y el presupuesto de ingresos y egresos para el siguiente período;

V.- Presentar anualmente al Consejo Técnico el balance contable y el estado de ingresos y gastos;

VI.- Presentar anualmente al Consejo Técnico el informe financiero y actuarial;

VII.- Proponer al Consejo la designación o destitución de los funcionarios mencionados en la fracción IX del artículo 264;

VIII.- Nombrar y remover a los demás funcionarios y trabajadores;

IX.- Realizar toda clase de actos jurídicos necesarios para cumplir con los fines del Instituto, y

X. Las demás que señalen las disposiciones de esta Ley y sus reglamentos.

### **Artículo 269**

El Director General tendrá derecho de veto sobre las resoluciones del Consejo Técnico, en los casos que fije el reglamento. El efecto del veto será suspender la aplicación de la resolución del Consejo, hasta que resuelva en definitiva la Asamblea General.

## **CAPITULO VI**

### **De los órganos regionales y delegacionales**

#### **Artículo 270**

Los Consejos Consultivos Regionales se integrarán en la forma que determine el Consejo Técnico, debiendo estar representados en los mismos todas las delegaciones que correspondan a la región e invariablemente deberán mantener la proporcionalidad entre las representaciones de los trabajadores, de los patrones y del gobierno. Dichos Consejos sesionarán bimestralmente en forma ordinaria y en forma extraordinaria en cualquier tiempo, cuando así se requiera.

#### **Artículo 271**

Los Consejos Consultivos Regionales tendrán las atribuciones siguientes:

I.- Resolver sobre las operaciones del Instituto en la región respectiva que excedan las facultades de los Consejos Consultivos Delegacionales;

II.- Conceder, rechazar y modificar prestaciones económicas diferidas, en los términos de esta Ley;

III.- Conceder a derechohabientes del régimen, en casos excepcionales y previo el estudio socioeconómico respectivo, el disfrute de prestaciones médicas y económicas previstas por esta Ley, cuando no esté plenamente cumplido algún requisito legal y el otorgamiento del beneficio sea evidentemente justo o equitativo;

IV.- Opinar en todo aquello en que el Director Regional o cualesquiera de los órganos del Instituto en este nivel sometan a su consideración, y

V.- Las demás que señalen esta Ley, sus Reglamentos, el Consejo Técnico y la Dirección General.

### **Artículo 272**

Son atribuciones de los Directores Regionales en su ámbito de circunscripción territorial las siguientes:

- I.- Convocar y presidir las sesiones ordinarias o extraordinarias, del Consejo Consultivo Regional;
- II.- Autorizar las actas de las sesiones celebradas por el Consejo Técnico Consultivo Regional y vetar los acuerdos de éste cuando no observen lo dispuesto por la Ley del Seguro Social, sus reglamentos y demás disposiciones legales, o no se ajusten a los criterios del H. Consejo Técnico o a las políticas institucionales, en cuyo caso la resolución definitiva será dictada por el propio H. Consejo Técnico;
- III.- Ejecutar y vigilar el cumplimiento de los acuerdos y resoluciones emitidos por el H. Consejo Técnico, la Dirección General y los Consejos Consultivos Regionales, y
- IV.- Las demás que le señalen esta Ley, sus Reglamentos y demás disposiciones legales.

### **Artículo 273**

Los Consejos Consultivos Delegacionales estarán integrados por el delegado que fungirá como presidente del mismo; un representante del gobierno de la entidad federativa sede de la Delegación; dos del sector obrero y dos del sector patronal, con sus respectivos suplentes. En el caso de las Delegaciones del Distrito Federal la representación del Gobierno se integrará con el titular de la Delegación respectiva. El Consejo Técnico podrá ampliar la representación de los sectores cuando lo considere conveniente.

Los integrantes del Consejo Consultivo Delegacional representativos de los sectores permanecerán en su cargo seis años. Las organizaciones que los hubiesen designado, tendrán derecho a removerlos libremente.

### **Artículo 274**

Las facultades de los Consejos Consultivos Delegacionales del Instituto, son:

- I.- Vigilar el funcionamiento de los servicios del Seguro Social en la circunscripción de la delegación y sugerir las medidas conducentes al mejor funcionamiento de los servicios médicos, técnicos, administrativos y sociales a cargo de la misma;
- II.- Opinar en todo aquello en que el delegado o cualesquiera de los órganos del Instituto en este nivel, sometan a su consideración;
- III.- Ser el portavoz autorizado de la delegación ante los sectores representados y de éstos ante la delegación, a fin de lograr las mejores relaciones y la colaboración de los sectores en las labores y servicios que el Instituto tiene a su cargo;
- IV.- Tramitar y resolver en el ámbito de la circunscripción territorial de la delegación, el recurso de inconformidad establecido en el artículo 294, en los términos autorizados por el Consejo Técnico, y
- V.- Las demás que le señalen el Consejo Técnico y la Dirección General.

### **Artículo 275**

Los Delegados del Instituto tendrán las facultades y atribuciones siguientes:

I.- Presidir las sesiones del Consejo Consultivo Delegacional;

II.- Autorizar las actas de las sesiones celebradas con el Consejo Consultivo Delegacional y vetar los acuerdos de éste cuando no observen lo dispuesto por la Ley del Seguro Social, sus reglamentos y demás disposiciones legales, no se ajusten a los criterios del Consejo Técnico o a las políticas institucionales;

III.- Ejecutar los acuerdos y resoluciones emitidos por el Consejo Técnico, la Dirección General y los Consejos Consultivos Delegacionales;

IV.- Conceder, rechazar y modificar las pensiones, que conforme a esta Ley le corresponde otorgar al Instituto;

V.- Recibir los escritos de inconformidad y turnarlos al Consejo Consultivo Delegacional, con los antecedentes y documentos del caso, para su resolución;

VI.- Autorizar las certificaciones que expida la delegación;

VII.- Ejercer en el ámbito de la circunscripción territorial de la delegación, las facultades previstas en las fracciones X a XII y XIV a XX del artículo 251 de esta Ley, y

VIII. Las demás que señalen esta Ley, sus reglamentos y demás disposiciones legales.

#### **Artículo 276**

Los subdelegados del Instituto, tendrán las facultades y atribuciones siguientes:

I.- Ejecutar los acuerdos y resoluciones emitidos por el Consejo Técnico, la Dirección General, el Consejo Consultivo Delegacional y la Delegación;

II.- Recibir los escritos de inconformidad y turnarlos a la delegación con los antecedentes y documentos del caso, para su resolución por el Consejo Consultivo Delegacional;

III.- Ejercer en el ámbito de la circunscripción territorial de la subdelegación, las facultades previstas en las fracciones X, XII, XIV, XV y XVIII del artículo 251 de esta Ley, y

IV.-Las demás que señalen esta Ley, sus reglamentos y demás disposiciones legales.

#### **Artículo 277**

Los jefes de las oficinas para cobros del Instituto Mexicano del Seguro Social, tendrán las facultades y atribuciones siguientes:

I.- Hacer efectivos dentro del ámbito de su circunscripción territorial, los créditos por concepto de cuotas, capitales constitutivos, actualización y accesorios legales;

II.- Aplicar el procedimiento administrativo de ejecución en los términos del Código Fiscal de la Federación;

III.- Ventilar y resolver los recursos previstos en el Código Fiscal de la Federación relativos al procedimiento administrativo de ejecución que lleven a cabo;

IV.- Requerir a las compañías afianzadoras el pago de fianzas otorgadas en favor del Instituto para garantizar las obligaciones fiscales a cargo de terceros e instaurar el procedimiento administrativo de ejecución, conforme a lo previsto por el artículo 143 del Código Fiscal de la Federación cuando el caso lo requiera, y

V.- Las demás que señalan esta Ley, sus reglamentos y demás disposiciones legales.

## **CAPITULO VII**

### **De la inversión de las reservas**

#### ***Artículo 278***

La inversión de las reservas debe hacerse en las mejores condiciones de seguridad, rendimiento y liquidez.

#### ***Artículo 279***

Al concurrir similitud de circunstancias sobre seguridad y rendimiento, se preferirá la inversión que garantice mayor utilidad social.

#### ***Artículo 280***

Las reservas deberán invertirse en valores a cargo del Gobierno Federal o, en su defecto, de emisores de más alta calidad crediticia, que paguen una tasa de interés competitiva.

#### ***Artículo 281***

El Instituto depositará en instituciones de crédito del país las cantidades necesarias para hacer frente a sus obligaciones inmediatas.

#### ***Artículo 282***

Previa autorización del Consejo Técnico podrán utilizarse recursos de las reservas en apoyo al flujo de efectivo del Instituto por plazos que no excedan de noventa días a cuyo término, se reintegrarán adicionados con los productos financieros que se hubieran generado a tasas equivalentes al rendimiento de valores emitidos por el Gobierno Federal en los términos del artículo 280.

La autorización prevista en el párrafo que antecede no podrá concederse más de dos veces en un ejercicio fiscal. Asimismo, el monto máximo de las autorizaciones no podrá ser superior al ingreso promedio de un mes calendario del año inmediato anterior.

#### ***Artículo 283***

Los ingresos y egresos de los seguros de riesgos de trabajo, enfermedades y maternidad, invalidez y vida, guarderías y prestaciones sociales, así como de salud para la familia y adicionales, se registrarán contablemente por separado.

Los recursos de cada ramo de los seguros citados sólo podrán utilizarse para cubrir las prestaciones y formar reservas que correspondan a cada uno de los respectivos seguros.

La diferencia del importe de las cuotas del seguro de invalidez y vida y demás ingresos de dicho seguro, por un lado, y el pago de las prestaciones y demás egresos del mismo, por el otro, se aplicarán a incrementar la reserva respectiva en términos de este Capítulo.

En todo caso, el Instituto deberá constituir una reserva por cada seguro. Dichas reservas deberán administrarse de manera independiente. Lo dispuesto en este artículo no será aplicable al seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, cuyas aportaciones se depositarán en las cuentas individuales de los trabajadores.

Los ingresos de cada seguro deberán invertirse de inmediato en la reserva que corresponda a cada uno de ellos.

#### **Artículo 284**

Las reservas del seguro de invalidez y vida deberán invertirse en activos financieros y el producto que se obtenga de su inversión se destinará exclusivamente para cubrir las prestaciones del mencionado seguro.

#### **Artículo 285**

Las inversiones en acciones y valores emitidas por sociedades mexicanas deberán ser de las autorizadas por la Comisión Nacional Bancaria y de Valores para Inversiones de Instituciones de Crédito, de Seguros y de Fianzas y en ningún caso excederán del 5% del total de las reservas.

#### **Artículo 286**

El Instituto podrá participar en el capital social de sociedades o empresas que tengan objeto social complementario o

afín al del propio Instituto, previstas en la fracción XXII del artículo 251 de esta Ley. Para ello, se requerirá la aprobación unánime del Consejo Técnico.

En ningún caso se podrán emplear los recursos de las reservas a cargo del Instituto para constituir, invertir, o, en su caso, estabilizar o eliminar el riesgo de llegar a un estado de insolvencia de las sociedades o empresas que tengan objeto social complementario o afín al del propio Instituto.

### TITULO QUINTO

De los Procedimientos, de la Caducidad y Prescripción

#### **CAPITULO I Generalidades**

#### **Artículo 287**

El pago de las cuotas, los capitales constitutivos, su actualización y los recargos tienen el carácter de fiscal.

#### **Artículo 288**

Para los efectos del artículo anterior, el Instituto tiene el carácter de organismo fiscal autónomo, con facultades para determinar los créditos y las bases para su liquidación, así como para fijarlos en cantidad líquida, cobrarlos y percibirlos, de conformidad con la presente Ley y sus disposiciones reglamentarias.

#### **Artículo 289**

En los casos de concurso u otros procedimientos, en los que se discuta la prelación de créditos, los del Instituto serán preferentes a los fiscales, en los términos del Código Fiscal de la Federación.

#### **Artículo 290**

En caso de sustitución de patrón, el sustituido será solidariamente responsable con el nuevo de las obligaciones derivadas de esta Ley y nacidas antes de la fecha en que se avise al Instituto, por escrito, la sustitución, hasta por el término de dos años, concluido el cual todas las responsabilidades serán atribuibles al nuevo patrón. Se considera que hay sustitución de patrón en el caso de transmisión, por cualquier título, de los bienes esenciales afectos a la explotación, con ánimo de continuarla. El propósito de continuar la explotación se presumirá en todos los casos.

El Instituto deberá, al recibir el aviso de sustitución, comunicar al patrón sustituto las obligaciones que adquiere conforme al párrafo anterior. Igualmente deberá, dentro del plazo de dos años, notificar al nuevo patrón el estado de adeudo del sustituido.

Cuando los trabajadores de una empresa, reciban los bienes de ésta en pago de prestaciones de carácter contractual por laudo o resolución de la autoridad del trabajo y directamente se encarguen de su operación, no se considerará como sustitución patronal para los efectos de esta Ley.

## **CAPITULO II**

### **De los procedimientos**

#### **Artículo 291**

El procedimiento administrativo de ejecución para el cobro de las liquidaciones que no hubiesen sido cubiertas oportunamente al Instituto Mexicano del Seguro Social se aplicará por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público o por el propio Instituto a través de oficinas para cobros del citado Instituto Mexicano del Seguro Social.

Las oficinas para cobros del Instituto Mexicano del Seguro Social aplicarán el procedimiento administrativo de ejecución, con sujeción a las normas del Código Fiscal de la Federación y demás disposiciones aplicables. Las propias oficinas conocerán y resolverán los recursos previstos en el Código Fiscal de la Federación relativos al procedimiento administrativo de ejecución que lleven a cabo.

Asimismo podrán hacer efectivas las fianzas que se otorguen a favor del Instituto para garantizar obligaciones fiscales a cargo de terceros caso en que se estará exclusivamente a lo dispuesto por el Código Fiscal de la Federación.

Las cantidades que se obtengan respecto del seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez de acuerdo a lo señalado en este artículo, deberán ser puestas a disposición de la Administradora de Fondos para el Retiro que lleve la cuenta individual del trabajador de que se trate, a más tardar dentro de los diez días hábiles siguientes a la fecha de su cobro efectivo. En caso de no hacerlo se causarán recargos y actualización a cargo del Instituto o de la Secretaría de Hacienda y Crédito

Público, según corresponda, y a favor del trabajador, en los términos establecidos en el Código Fiscal de la Federación.

### **Artículo 292**

En los acuerdos relativos a la concesión, al rechazo, o a la modificación de una pensión, se expondrán los motivos y preceptos legales en que se funden y, asimismo, se expresará la cuantía de tal prestación, el método de cálculo empleado para determinarla, y, en su caso, la fecha a partir de la cual tendrá vigencia.

En el oficio en que se comunique el acuerdo relativo, se hará saber al interesado el término en que puede impugnarlo, mediante el recurso de inconformidad.

### **Artículo 293**

En los casos en que una pensión u otra prestación en dinero se haya concedido por error que afecte a su cuantía o a sus condiciones, la modificación que se haga entrará en vigor:

I.- Si la modificación es en favor del asegurado o beneficiario:

a) Desde la fecha de la vigencia de la prestación, si el error se debió al Instituto o a la Administradora de Fondos para el Retiro, que administre la cuenta individual del trabajador o a la Aseguradora respectiva.

b) Desde la fecha en que se dicte el acuerdo de modificación, si el error se debió a datos falsos suministrados por el interesado.

II.- Si la modificación es en perjuicio del asegurado o beneficiario:

a) Desde la fecha en que se dicte el acuerdo de modificación, si el error se debió al Instituto, o a la Administradora de Fondos para el Retiro, que administre la cuenta individual del trabajador o a la Aseguradora respectiva.

b) Desde la fecha de la vigencia de la prestación, si se comprueba que el interesado proporcionó al Instituto informaciones o datos falsos. En este caso se reintegrarán al Instituto las cantidades que hubiese pagado en exceso con motivo del error.

### **Artículo 294**

Cuando los patrones y demás sujetos obligados, así como los asegurados o sus beneficiarios consideren impugnables algún acto definitivo del Instituto, acudirán en inconformidad, en la forma y términos que establezca el reglamento, ante los Consejos Consultivos Delegacionales, los que resolverán lo procedente.

Las resoluciones, acuerdos o liquidaciones del Instituto que no hubiesen sido impugnados en la forma y términos que señale el reglamento correspondiente, se entenderán consentidos.

### **Artículo 295**

Las controversias entre los asegurados o sus beneficiarios y el Instituto, sobre las prestaciones que esta Ley otorga, podrán tramitarse ante la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje, debiéndose agotar previamente el recurso de inconformidad que establece el artículo anterior.

### **Artículo 296**

El asegurado, sus derechohabientes, el pensionado o sus beneficiarios podrán interponer ante el Instituto queja administrativa, la cual tendrá la finalidad de conocer las insatisfacciones de los usuarios por actos u omisiones del personal institucional vinculados con la prestación de los servicios médicos, siempre que los mismos no constituyan un acto definitivo impugnado a través del recurso de inconformidad.

El procedimiento administrativo de queja deberá agotarse previamente al conocimiento que deba tener otro órgano o autoridad de algún procedimiento administrativo, recurso o instancia jurisdiccional.

La resolución de la queja corresponderá al Consejo Técnico, a los Consejos Consultivos Regionales, así como a los Consejos Consultivos Delegacionales, en los términos que establezca el instructivo respectivo.

## **CAPITULO III**

### **De la caducidad y prescripción**

#### **Artículo 297**

El derecho del Instituto a fijar en cantidad líquida los créditos a su favor se extingue en el término de cinco años no

sujeto a interrupción, contado a partir de la fecha de la presentación por el patrón o por cualquier otro sujeto obligado en términos de esta Ley, del aviso o liquidación o de aquella en que el propio Instituto tenga conocimiento del hecho generador de la obligación.

El plazo de caducidad señalado en este artículo sólo se suspenderá cuando se interponga el recurso de inconformidad o juicio.

#### **Artículo 298**

La obligación de enterar las cuotas y los capitales constitutivos, prescribirá a los cinco años de la fecha de su exigibilidad.

La prescripción se regirá en cuanto a su consumación e interrupción, por las disposiciones aplicables del Código Fiscal de la Federación.

#### **Artículo 299**

Las cuotas enteradas sin justificación legal serán devueltas por el Instituto sin causar intereses en ningún caso, siempre y cuando sean reclamadas dentro de los cinco años siguientes a la fecha del entero correspondiente, excepto las provenientes del seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez; por lo que se refiere a estas últimas, se estará a lo previsto en las disposiciones legales y reglamentarias respectivas. Tratándose de las otras ramas de aseguramiento, el Instituto podrá descontar el costo de las prestaciones que hubiera otorgado.

#### **Artículo 300**

El derecho de los asegurados o sus beneficiarios para reclamar el pago de las prestaciones en dinero, respecto a los seguros de riesgos de trabajo, enfermedades y maternidad, invalidez y vida y guarderías y prestaciones sociales prescribe en un año de acuerdo con las reglas siguientes:

I.- Cualquier mensualidad de una pensión, asignación familiar o ayuda asistencial, así como el aguinaldo;

II.- Los subsidios por incapacidad para el trabajo por enfermedad no profesional y maternidad;

III.- La ayuda para gastos de funeral, y

IV.- Los finiquitos que establece la Ley.

Los subsidios por incapacidad para trabajar derivada de un riesgo de trabajo, prescriben en dos años a partir del día en que se hubiera generado el derecho a su percepción.

### **Artículo 301**

Es inextinguible el derecho al otorgamiento de una pensión, ayuda asistencial o asignación familiar, siempre y cuando el asegurado satisfaga todos y cada uno de los requisitos establecidos en la presente Ley para gozar de las prestaciones correspondientes. En el supuesto de que antes de cumplir con los requisitos relativos a número de cotizaciones o edad se termine la relación laboral, el asegurado no habrá adquirido el derecho a recibir la pensión; sin perjuicio de lo anterior, para la conservación y reconocimiento de sus derechos se aplicará lo dispuesto en los artículos 150 o 151 de esta Ley, según sea el caso.

### **Artículo 302**

El derecho del trabajador o pensionado y, en su caso, sus beneficiarios a recibir los recursos de la subcuenta de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez prescribe en favor del Instituto a los diez años de que sean exigibles. Cualquier mensualidad de una pensión, asignación familiar o ayuda asistencial prescribirá en favor del Instituto en un año calendario.

## TITULO SEXTO

De las responsabilidades y Sanciones

### **CAPITULO UNICO**

#### **Artículo 303**

El Director General del Instituto, los consejeros, el Secretario General, los directores, los directores regionales, los coordinadores generales, los coordinadores, los delegados, los subdelegados, los jefes de oficinas para cobros del Instituto Mexicano del Seguro Social y demás personas que desempeñen cualquier empleo, cargo o comisión dentro del Instituto, aun cuando fuese por tiempo determinado estarán sujetos a las responsabilidades civiles o penales en que pudieran incurrir como encargados de un servicio público. Tan alto deber obliga a exigir de éstos el más alto sentido de responsabilidad y ética profesionales, buscando alcanzar la excelencia y calidad en la prestación de los servicios y en la atención a los derechohabientes. El incumplimiento de las obligaciones administrativas, que en su caso correspondan, serán sancionadas en los términos previstos en la Ley Federal de Responsabilidades de los Servidores Públicos, salvo los que se encuentren comprendidos en el artículo 5o. de dicho ordenamiento.

#### **Artículo 304**

Cuando los actos u omisiones, que realicen los patrones y demás sujetos obligados, impliquen el incumplimiento del pago de los conceptos fiscales que establece el artículo 287, aquéllos se sancionarán con multa del setenta al cien por ciento del concepto omitido. Los demás actos u omisiones que perjudiquen a los trabajadores o al Instituto se sancionarán con multa de cincuenta hasta trescientas cincuenta veces el importe del salario mínimo general que rija en el Distrito Federal. Estas sanciones serán impuestas por el Instituto Mexicano del Seguro Social, de conformidad con el reglamento de la materia.

### **Artículo 305**

Se equiparan al delito de defraudación fiscal y serán sancionadas con las mismas penas que establece el Código Fiscal de la Federación las conductas desplegadas por los patrones y demás sujetos obligados que:

I.- No cubran el importe de las cuotas obrero patronales, durante doce meses o más, que están obligados a enterar en los términos de esta Ley y sus reglamentos, y

II.- No formulen los avisos de inscripción o proporcionen al Instituto datos falsos evadiendo el pago o reduciendo el importe de las cuotas obrero patronales, en perjuicio del instituto o de los trabajadores, en un porcentaje de veinticinco por ciento o más de la obligación fiscal.

En estos casos la declaratoria de perjuicio o posible perjuicio, así como la querrela respectiva, la hará la Secretaría de Hacienda y Crédito Público en los términos que establezca el Código Fiscal de la Federación.

Los ilícitos previstos en esta Ley se configurarán sin perjuicio de que cualquiera otra conducta de los patrones o sujetos obligados encuadre en los supuestos regulados por el Código Fiscal de la Federación como delitos y serán sancionados en la forma y términos que establezca ese ordenamiento.

Lo anterior, sin perjuicio de que se exija al patrón el cumplimiento de sus obligaciones para con el Instituto.

## **TRANSITORIOS**

### **Artículo Primero**

Esta Ley entrará en vigor en toda la República el día primero de julio de mil novecientos noventa y siete.

A partir de la entrada en vigor de esta Ley, se derogan la Ley del Seguro Social publicada en el Diario Oficial de la Federación el día doce de marzo de 1973, la Ley que incorpora al Régimen del Seguro Social obligatorio a los Productores de Caña de Azúcar y a sus trabajadores, publicada el siete de diciembre de 1963 en dicho órgano oficial, así como todas las disposiciones legales que se opongan a la presente Ley.

### **Artículo Segundo**

En tanto se expidan las disposiciones reglamentarias correspondientes continuarán aplicándose los Reglamentos de la Ley del Seguro Social que se deroga, en lo que no se opongan al presente ordenamiento.

### **Artículo Tercero**

Los asegurados inscritos con anterioridad a la fecha de entrada en vigor de esta Ley, así como sus beneficiarios, al momento de cumplirse, en términos de la Ley que se deroga, los supuestos legales o el siniestro respectivo para el disfrute de cualquiera de las pensiones, podrán optar por acogerse al beneficio de dicha Ley o al esquema de pensiones establecido en el presente ordenamiento.

#### **Artículo Cuarto**

Para el caso de los trabajadores que hayan cotizado en términos de la Ley del Seguro Social que se deroga, y que llegaren a pensionarse durante la vigencia de la presente Ley, el Instituto Mexicano del Seguro Social, estará obligado, a solicitud de cada trabajador, a calcular estimativamente el importe de su pensión para cada uno de los regímenes, a efecto de que éste pueda decidir lo que a sus intereses convenga.

#### **Artículo Quinto**

Los derechos adquiridos por quienes se encuentran en período de conservación de los mismos, no serán afectados por la entrada en vigor de esta Ley y sus titulares accederán a las pensiones que les correspondan conforme a la Ley que se deroga. Tanto a ellos como a los demás asegurados inscritos, les será aplicable el tiempo de espera de ciento cincuenta semanas cotizadas, para efectos del seguro de invalidez y vida.

#### **Artículo Sexto**

El asegurado que a la entrada en vigor de esta Ley se encuentre laborando por semana o jornada reducidas y cotice con base en un salario inferior al mínimo, continuará cotizando en los mismos términos en que lo viene haciendo, mientras dure la relación laboral que origine ese pago. De terminarse esa relación e iniciarse otra similar, aun en el supuesto que el salario percibido fuere inferior al mínimo, cotizará en los términos de esta Ley.

#### **Artículo Séptimo**

Los asegurados a que se refieren los artículos 12 fracción III y 13 de la Ley del Seguro Social, que se deroga, y los comprendidos en la Ley que Incorpora al Régimen del Seguro Social Obligatorio a los Productores de Caña de Azúcar y a sus Trabajadores, que también se deroga, conservarán sus derechos adquiridos, esquemas de aseguramiento y bases de cotización.

Los asegurados a que se refiere el párrafo anterior, en un plazo no mayor de un año computado a partir de la fecha en que entre en vigor esta Ley, deberán ratificar su voluntad de permanecer en el régimen obligatorio o continuar incorporados voluntariamente a dicho régimen a través del convenio que para tal fin se formalice con el Instituto, de acuerdo a las bases y términos que establece esta Ley.

#### **Artículo Octavo**

Los seguros facultativos establecidos con anterioridad a la entrada en vigor de esta Ley, continuarán vigentes en sus términos hasta la fecha de su vencimiento.

#### **Artículo Noveno**

Los patrones inscritos en el Instituto antes de la entrada en vigor de esta Ley continuarán sujetos hasta el primer bimestre de 1998 a las mismas cuotas que venían cubriendo en el seguro de riesgos de trabajo.

A partir del segundo bimestre de 1998, estos patrones deberán determinar su prima conforme a su siniestralidad registrada del periodo comprendido del 1 de enero al 31 de diciembre de 1997.

Los patrones inscritos o que cambien de actividad bajo la vigencia de esta Ley determinarán su prima en términos del artículo 73 de esta Ley y la modificación anual de la prima conforme a la siniestralidad ocurrida durante el lapso que se establezca en el Reglamento respectivo.

#### **Artículo Décimo**

La fórmula contenida en el artículo 72 deberá ser revisada por el Instituto al cumplirse un año de vigencia de la Ley,

para el efecto de determinar el factor de prima que permita, en su caso, mantener el equilibrio financiero del Seguro de Riesgos de Trabajo. De requerirse alguna adecuación a esta fórmula se llevarán a cabo, por parte del Instituto, los trámites administrativos necesarios ante las instancias que corresponda, para que éstas a su vez, promuevan lo conducente ante el Congreso de la Unión.

#### **Artículo Décimo Primero**

Los asegurados inscritos con anterioridad a la fecha de entrada en vigor de esta Ley, al momento de cumplirse los supuestos legales o el siniestro respectivo que, para el disfrute de las pensiones de vejez, cesantía en edad avanzada o riesgos de trabajo, se encontraban previstos por la Ley del Seguro Social que se deroga, podrán optar por acogerse a los beneficios por ella contemplados o a los que establece la presente Ley.

#### **Artículo Décimo Segundo**

Estarán a cargo del Gobierno Federal las pensiones que se encuentren en curso de pago, así como las prestaciones o pensiones de aquellos sujetos que se encuentren en período de conservación de derechos y las pensiones que se otorguen a los asegurados que opten por el esquema establecido por la Ley que se deroga.

#### **Artículo Décimo Tercero**

Por cuanto hace a los fondos de los trabajadores acumulados en las subcuentas de retiro se estará a lo siguiente:

a) Los sujetos que se encuentren en conservación de derechos y que se pensionen bajo el régimen de la Ley anterior, recibirán además de la pensión que corresponda, sus fondos acumulados en la subcuenta del seguro de retiro en una sola exhibición.

b) Los sujetos que lleguen a la edad de pensionarse por cesantía en edad avanzada y vejez bajo la vigencia de esta ley

pero que opten por lo beneficios de pensiones regulados por la Ley anterior, recibirán la pensión indicada bajo los supuestos de la Ley que se deroga y además los fondos que se hubieran acumulado en su subcuenta del seguro de retiro. Los acumulados en los ramos de cesantía en edad avanzada y vejez serán entregados por las Administradoras de Fondos para el Retiro al Gobierno Federal.

#### **Artículo Décimo Cuarto**

Quienes estuvieran asegurados con anterioridad a la entrada en vigor de esta Ley tendrán derecho a solicitar a la Institución de crédito o entidad autorizada, se transfieran a la Administradora de Fondos para el Retiro la totalidad de los recursos que integran la subcuenta del seguro de retiro de su cuenta individual del Seguro de Ahorro para el Retiro.

Las instituciones de crédito deberán transferir las cuentas individuales que operen a las Administradoras de Fondos para el Retiro que los trabajadores elijan. Las propias instituciones de crédito deberán transferir las cuentas individuales de los trabajadores que no elijan Administradora de Fondos para el Retiro a aquéllas que les indique la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, mediante disposiciones de carácter general que a tal efecto expida.

#### ***Artículo Décimo Quinto***

Las instituciones de crédito que estuvieran operando cuentas individuales del sistema de ahorro para el retiro, con anterioridad a la vigencia de la presente Ley, deberán de abstenerse de seguir captando nuevas cuentas, a partir de la entrada en vigor de este ordenamiento.

Las instituciones de crédito quedarán sujetas a la normatividad anterior a la vigencia de la presente Ley en todas y cada una de las obligaciones a su cargo relacionadas con las cuentas del sistema de ahorro para el retiro. Asimismo quedarán sujetas a la inspección y vigilancia de la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, en tanto manejen cuentas del mencionado sistema.

#### ***Artículo Décimo Sexto***

Al iniciar la vigencia de la presente Ley, subsistirá la subcuenta del seguro de retiro prevista por la legislación que se deroga, misma que seguirá generando los rendimientos respectivos y a la cual no podrán hacerse nuevos depósitos a partir de la entrada en vigor de este Decreto.

#### ***Artículo Décimo Séptimo***

Los fondos de las subcuentas del seguro de retiro, se transferirán a las Administradoras de Fondos para el Retiro, las que los mantendrán invertidos en estas subcuentas separadas de las subcuentas a que se refiere el artículo 159 fracción I.

Los trabajadores tendrán el derecho de elegir la Administradora de Fondos para el Retiro que administre su cuenta individual.

La Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro expedirá reglas de carácter general a que se sujetarán las instituciones de crédito para transferir aquellas cuentas de los trabajadores que no ejerzan el derecho a que se refiere el párrafo que antecede.

#### ***Artículo Décimo Octavo***

A los asegurados que al momento de entrar en vigor esta Ley opten por acogerse al nuevo sistema de pensiones, les serán reconocidas las semanas cotizadas bajo el régimen anterior, con la finalidad de que al cumplirse los requisitos legales, se les conceda la pensión que corresponda.

#### ***Artículo Décimo Noveno***

La tasa sobre el salario mínimo general diario del Distrito Federal a que se refiere la fracción I del artículo 106, se incrementará el primero de julio de cada año en sesenta y cinco centésimas de punto porcentual. Estas modificaciones comenzarán en el año de 1998 y terminarán en el año 2007.

Las tasas a que se refiere la fracción II del artículo 106, se reducirán el primero de julio de cada año en cuarenta y nueve centésimas de punto porcentual la que corresponde a los patrones y en dieciséis centésimas de punto porcentual la que corresponde pagar a los trabajadores. Estas modificaciones comenzarán en el año de 1998 y terminarán en el año 2007.

### ***Artículo Vigésimo***

La incorporación al régimen obligatorio de los trabajadores de entidades paraestatales descentralizadas cuyos contratos colectivos de trabajo consignen prestaciones superiores a las de la presente Ley, se efectuará a partir de la fecha de la aprobación del estudio correspondiente.

### ***Artículo Vigésimo Primero***

La Asamblea General del Instituto podrá determinar qué parte de la reserva correspondiente al seguro de invalidez y vida, que se empezó a constituir a partir del 2 de enero de 1991 y hasta el 31 de diciembre de 1996, pueda invertirse en activos distintos a los señalados en el artículo 284, conforme a las bases siguientes:

I.- La inversión en activos distintos a los señalados en el artículo 284, en ningún caso podrá ser superior al 50% del total de la propia reserva;

II.- La Asamblea General del Instituto determinará anualmente la reducción en el porcentaje que pueda invertirse en activos no financieros, y

III.- En todo caso a más tardar dentro de los cuatro años contados a partir del 2 de febrero de 1997, la reserva deberá estar totalmente invertida en términos del artículo 284.

### ***Artículo Vigésimo Segundo***

En un plazo que no exceda de cuatro años a partir del día 2 de enero de 1997, el Instituto deberá adecuar la inversión de su reserva correspondiente al seguro de invalidez y vida, acumulada hasta el 31 de diciembre de 1990, al régimen previsto en el artículo 284 del presente ordenamiento.

La Asamblea General del Instituto, a propuesta del Director General, determinará cada año el programa de ajuste relativo para dar cumplimiento a lo dispuesto en el párrafo inmediato anterior.

### ***Artículo Vigésimo Tercero***

Las sociedades cooperativas de producción que se encuentren inscritas en los términos de la Ley del Seguro Social que se deroga, continuarán cubriendo el cincuenta por ciento de las primas totales y el Gobierno Federal contribuirá con el otro cincuenta por ciento.

### ***Artículo Vigésimo Cuarto***

Los trámites y procedimientos pendientes de resolución con anterioridad a la vigencia de esta Ley, se resolverán conforme a las disposiciones de la derogada Ley del Seguro Social.

### ***Artículo Vigésimo Quinto***

El artículo 28 de esta Ley entrará en vigor el 1 de enero del año 2007, en lo relativo al seguro de invalidez y vida, así

como en los ramos en cesantía en edad avanzada y vejez. Los demás ramos de aseguramiento tendrán como límite superior desde el inicio de la vigencia de esta ley el equivalente a veinticinco veces el salario mínimo general que rija en el Distrito Federal.

A partir de la entrada en vigor de esta Ley el límite del salario base de cotización en veces salario mínimo para el seguro

de invalidez y vida, así como para los ramos de cesantía en edad avanzada y vejez, será de quince veces el salario mínimo general vigente en el Distrito Federal, el que se aumentará un salario mínimo por cada año subsecuente hasta llegar a veinticinco en el año 2007.

### ***Artículo Vigésimo Sexto***

El Reglamento de Afiliación que normará el procedimiento a través del cual se inscribirán los trabajadores asalariados a

que se refiere el capítulo X del Título II de esta Ley, se expedirá dentro de los ciento ochenta días posteriores a la entrada en vigor del presente ordenamiento.

### ***Artículo Vigésimo Séptimo***

El pago de las cuotas obrero patronales respecto del seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, continuará realizándose en forma bimestral, hasta en tanto no se homológuen los períodos de pago de las Leyes del ISSSTE e INFONAVIT.

### ***Artículo Vigésimo Octavo***

A fin de que el marco normativo que regula a las Administradoras de Fondos para el Retiro y a las sociedades de inversión especializadas de fondos para el retiro guarde congruencia con esta Ley, previamente a la entrada en vigor a la misma, se deberá reformar la Ley para la Coordinación de los Sistemas de Ahorro para el Retiro.

La Ley para la Coordinación de los Sistemas de Ahorro para el Retiro deberá prever la prohibición de que los recursos invertidos en las sociedades de inversión especializadas de fondos para el retiro se destinen al financiamiento de Partidos Políticos, inversiones en el extranjero o cualquier fin distinto al resguardo e incremento de los mismos.

La Ley para la Coordinación de los Sistemas de Ahorro para el Retiro preverá la forma y términos en que la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, enviará un informe por escrito al Congreso de la Unión en forma Semestral, independientemente de los reportes sobre comisiones, número de afiliados, estado de situación financiera, estado de resultados, composición de cartera y rentabilidad de las sociedades de inversión especializadas de fondos para el retiro, que cuando menos en forma trimestral, se den a conocer a la opinión pública.

La canalización de los fondos deberá ajustarse a la inversión en valores cuyo rendimiento proteja los intereses de los asegurados que tienen el carácter de socios en las sociedades de inversión especializadas de fondos para el retiro. Para lo anterior, conforme a la multicitada Ley, se establecerán los mecanismos que garanticen la optimización de estos recursos. La Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, tomará en cuenta las recomendaciones que le haga la Comisión Nacional Bancaria y de Valores a este respecto.

Las Administradoras de Fondos para el Retiro, de conformidad con las disposiciones legales aplicables, deberán contar con un procedimiento sencillo y expedito para la contratación de la renta vitalicia y el seguro de sobrevivencia, para lo anterior, se deberá divulgar dicho procedimiento en forma amplia y uniforme.

México, D.F., a 12 de diciembre de 1995.- Dip. Oscar Cantón Zetina, Presidente.- Sen. Gustavo Carvajal Moreno, Presidente.- Dip. Emilio Solórzano Solís, Secretario.- Sen. Jorge G. López Tijerina, Secretario.- Rúbricas".

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los diecinueve días del mes de diciembre de mil novecientos noventa y cinco.- Ernesto Zedillo Ponce de León.- Rúbrica.- El Secretario de Gobernación, Emilio Chuayffet Chemor.- Rúbrica.

## **C O N T E N I D O**

- I. Presentación del señor Director General.
- II. Exposición de Motivos de las Reformas a la Ley, con vigencia a partir del 1° de julio de 1997.
- III. Índice Temático de la Ley del INFONAVIT.
- IV. Ley del INFONAVIT.

## **P R E S E N T A C I O N**

El Gobierno de la República ha adoptado políticas que constituyen la garantía para alcanzar un crecimiento vigoroso y sustentable, que genere una mayor justicia social a favor del bienestar de la población.

Con políticas y programas acordes a la realidad de México y comprometidas con las demandas de su pueblo, se asume la determinación de avanzar hacia la plena materialización y aplicación de los derechos sociales. En el marco de la seguridad social, ocupa un lugar prioritario la vivienda para los trabajadores, la cual es una necesidad básica y cuyo rezago constituye un gran reto para todas y cada una de las instancias responsables de atender la demanda de habitación digna y

decorosa.

Entre las instituciones sociales de la República responsables en materia de vivienda, está el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores. Su base de creación y razón de ser, se encuentran en el artículo 123, apartado A, fracción XII de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Desde su creación los principios y objetivos del Instituto han permanecido vigentes y cumpliéndose de acuerdo con el mandato constitucional. Para lograr su mejor realización es necesario adoptar medios y mecanismos más creativos e imaginativos, a través de los cuales se fortalezca la naturaleza y acción social del INFONAVIT y se potencialicen sus recursos financieros.

A pesar de las limitaciones de recursos institucionales y de condiciones económicas adversas para el país, los numerosos mexicanos beneficiados a través del quehacer del INFONAVIT son muestra irrefutable de la participación de esta institución en la construcción de un México más justo, próspero y moderno. Por su razón de ser y resultados logrados, el INFONAVIT es un sólido pilar del bienestar social de México. Por ello, es herramienta para alcanzar por las vías institucionales una mayor justicia social.

El INFONAVIT cumple con una definida responsabilidad social y su personalidad jurídica lo convierte en vínculo democrático de los sectores de la actividad económica con los ideales sociales de la República y los mandatos del Derecho Social.

Las Reformas a la Ley del INFONAVIT propuestas por el Titular del Poder Ejecutivo, aprobadas por el H. Congreso de la Unión y publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997, forman parte de la sólida base sobre la que México construye la protección y bienestar de los trabajadores.

Las Reformas a la Ley del INFONAVIT, cuya vigencia se inicia a partir del 1° de julio de 1997, constituyen el sustento jurídico que permite al INFONAVIT:

Contribuir a la construcción de una mayor justicia social en favor del bienestar de los mexicanos.

Brindar un mayor acceso al crédito y una más amplia protección a los derechos de los trabajadores derechohabientes.

Articular eficientemente su actividad con el nuevo sistema de pensiones.

Contribuir con la simplificación administrativa gubernamental.

Obtener un mejor cumplimiento de las obligaciones patronales y de acreditados.

Participar en el fomento del ahorro interno y la generación de una mayor captación de recursos.

Fortalecer la eficiencia y administración financiera.

Con las Reformas que se incorporan a la Ley del INFONAVIT, se asegura y se fortalece el objetivo y la acción social de la institución, con una solidez financiera.

De esta forma, el INFONAVIT se integra comprometidamente a la trascendente transformación y modernización del sistema de seguridad social, que impulsa el señor Presidente de la República, Dr. Ernesto Zedillo Ponce de León.

**C.P. OSCAR J. JOFFRE VELAZQUEZ**  
**Director General.**

## **EXPOSICION DE MOTIVOS**

**CC. SECRETARIOS DE LA  
CAMARA DE DIPUTADOS DEL  
CONGRESO DE LA UNION,**

### **PRESENTES**

*El Estado Mexicano tiene el compromiso de mejorar las condiciones de vida de los trabajadores, por lo que la política económica y social del Gobierno de la República debe orientarse hacia un crecimiento económico vigoroso y sustentable, que genere y asegure una mayor justicia social y que logre las condiciones de bienestar deseadas para la población.*

*En ese sentido se debe avanzar hacia la plena materialización y aplicación de los derechos sociales consagrados en nuestra Constitución, entre los que ocupa un lugar prioritario la vivienda para los trabajadores. Lo anterior hace necesario dar soluciones eficaces al rezago habitacional, lo que constituye un gran reto para*

*todas y cada una de las instancias responsables de atender la demanda por una vivienda digna y decorosa.*

*Entre las instituciones sociales de la República responsables en materia de vivienda, destaca el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, cuya creación se sustenta en el artículo 123, apartado A, fracción XII de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y que tiene como principal objetivo administrar los recursos del Fondo Nacional de la Vivienda con el fin de otorgar créditos al alcance de los trabajadores para que puedan adquirir en propiedad su casa habitación.*

*Para lograr la realización óptima de dicho objetivo, es necesario adoptar medios y mecanismos más creativos e imaginativos, a través de los cuales se potencialicen los recursos financieros administrados por el Instituto a efecto de aumentar en número y calidad la cobertura de beneficios.*

*La tarea de actualización del Instituto debe estar vinculada y acorde a las políticas y programas del Gobierno de la República en materia social. Dentro de dichos programas destaca el fortalecimiento de los sistemas de ahorro para el retiro, enfocados a la protección y bienestar de los trabajadores sujetos al régimen obligatorio del Instituto Mexicano del Seguro Social, del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores y del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado.*

*La operación de los sistemas de ahorro para el retiro tiene como base procurar la reducción y simplificación de la información entre las entidades participantes y de las cargas administrativas de los obligados a enterar las cuotas y aportaciones correspondientes, lo que demanda una amplia participación y coordinación entre los institutos de seguridad social, las dependencias e instituciones gubernamentales, y las entidades financieras.*

*El nuevo sistema asegura el otorgamiento de pensiones sobre bases dignas y justas y permite una mayor captación de recursos en beneficio de los trabajadores del país con lo que se logrará impulsar decididamente el ahorro y la inversión productiva.*

*En este contexto es inminente que el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, se sume al esfuerzo de transformación y adecue su marco normativo y quehacer institucio-nal al nuevo sistema de seguridad social.*

*A efecto de contar con ese marco normativo, el Ejecutivo a mi cargo somete a consideración del Poder Legislativo la reforma a diversos artículos de la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores que permitirán la articulación apropiada de dicho Instituto con los sistemas de ahorro para el retiro y una mayor simplificación administrativa que fortalezca los procesos de captación*

*de recursos en beneficio de los trabajadores derechohabientes.*

*Estas reformas también serán el sustento para ejercer una administración financiera que permita una mejor aplicación de los recursos del Fondo Nacional de la Vivienda, y con ello se logre contribuir al crecimiento económico, vigoroso y sustentable, que genere un mayor bienestar social para los mexicanos.*

*Entre los aspectos principales de la reforma destaca el establecimiento de un proceso de simplificación administrativa que da mayor certidumbre en la afiliación, facilita la emisión-notificación de cédulas de determinación de pagos, y favorece la recaudación y fiscalización, sumando esfuerzos con el Instituto Mexicano del Seguro Social para que, a través de procedimientos homogéneos y acciones únicas, se obtenga un mayor control y mejores resultados sobre las obligaciones patronales y de los trabajadores.*

*Con ese propósito, se establecen mecanismos para la unificación de la información correspondiente a la identificación de los datos y al registro de los movimientos de los patrones y trabajadores para la emisión conjunta de cédulas de determinación INFONAVIT-IMSS. Dicha información se concentrará en un sistema de información común que se enviará a las empresas operadoras de la Base de Datos Nacional SAR para la identificación correspondiente de las aportaciones efectuadas a favor de cada trabajador y su registro en las administradoras de fondos para el retiro. Por su parte, esas empresas operadoras proporcionarán al Instituto la información correspondiente a las aportaciones y descuentos en los términos previstos por la Ley de los Sistemas de Ahorro para el Retiro y su Reglamento.*

*A efecto de mantener actualizados sus registros, el Instituto podrá registrar patrones e inscribir trabajadores con su respectivo salario base de aportación, sin previa gestión de los mismos y sin que por ello se releve al patrón de responsabilidades y sanciones.*

*Al realizar el pago de aportaciones, el patrón queda obligado a proporcionar la información correspondiente a cada trabajador en los términos y periodicidad que se prevé en la Ley. De esta forma se logra la identificación de la cuenta del trabajador y el adecuado registro de la información.*

*Con el propósito de brindar una mayor protección al trabajador en el cumplimiento del pago de sus aportaciones patronales, se establece que el patrón sustituido será solidariamente responsable con el nuevo patrón, respecto de las obligaciones derivadas de la Ley hasta por dos años después del cambio de patrón. En todo momento los patrones deberán inscribir a sus trabajadores con el salario que reciban al momento de su inscripción.*

*Dado que la emisión-notificación de cédulas de determinación podrá llevarse a cabo de manera conjunta y unificada, en uso de sus facultades que le*

*corresponden al Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores y al Instituto Mexicano del Seguro Social, se proponen adiciones conforme a las cuales se determine la forma de pago de aportaciones y descuentos.*

*Se establece que el período de pago será de acuerdo al mes natural, se precisan definiciones para determinar el salario diario base de aportación y descuentos en relación a elementos fijos y variables y se propone que los cambios en el salario base de aportación y de descuentos surtirán efectos a partir de la fecha en que éstos ocurran. El pago correspondiente se efectuará en las entidades receptoras, que se seleccionarán conforme a la normatividad de los sistemas de ahorro para el retiro y actuarán por cuenta y orden del INFONAVIT e IMSS. Las aportaciones y descuentos deberán ser depositados en la cuenta del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores en el Banco de México.*

*En concordancia con las facultades del Instituto como organismo fiscal autónomo, se establece la realización de inspecciones domiciliarias y la obligación patronal de atender los requerimientos de pago e información que se les formule; asimismo, los patrones que se dediquen en forma permanente o esporádica a la actividad de la construcción, deberán expedir y entregar a cada trabajador constancia escrita del número de días trabajados y del salario percibido, lo que permitirá obtener los elementos necesarios para precisar la existencia, naturaleza y cuantía de las obligaciones a cargo de los patrones.*

*Para efectuar una fiscalización indirecta con el consecuente incremento de ingresos, se prevé la obligación de las empresas que están sujetas a dictaminar sus estados financieros, a presentar al Instituto copia del mismo con firma autógrafa.*

*Para permitir una mejor actuación del Instituto, se precisan las facultades para determinar la existencia, contenido y alcance de las obligaciones incumplidas por patrones y demás sujetos obligados; la realización de investigaciones en los casos de sustitución patronal; la posibilidad de hacer efectivas las garantías de interés fiscal ofrecidas a favor del Instituto, y para conocer y resolver las solicitudes de devolución y compensación de cantidades pagadas indebidamente por los patrones.*

*Se contempla también la confidencialidad de los documentos, datos e informes proporcionados por los sujetos obligados, con la aclaración de que la información relativa a las aportaciones de vivienda será proporcionada directamente por las empresas operadoras de la Base de Datos Nacional SAR.*

*Con el objeto de determinar el monto de las aportaciones del cinco por ciento sobre el salario de los trabajadores al servicio de un patrón, se propone la homologación de la integración de la base y límite superior salarial del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores con la del Instituto Mexicano del Seguro Social, con lo que se evita una doble labor administrativa y se simplifica la información correspondiente obteniéndose una mejor captación de*

*recursos en beneficio de los trabajadores derecho-habientes.*

*Acorde a lo señalado en la Ley del Seguro Social, se propone establecer la facultad de los trabajadores para realizar aportaciones voluntarias las cuales, previo consentimiento del trabajador, podrán ser transferidas a la subcuenta de vivienda, a fin de que sean utilizadas para el financiamiento de un crédito a su favor. De igual forma, los trabajadores podrán realizar depósitos extraordinarios destinados específicamente a los programas de financiamiento de vivienda que apruebe el Consejo de Administración del Instituto.*

*Con el propósito de fortalecer el patrimonio del Instituto y para el mejor cumplimiento de sus fines, se propone que reciba los ingresos por comisiones y servicios que determine a diversas personas físicas o morales en el desarrollo de sus propias actividades, así como los montos que obtenga de actualizaciones, recargos, multas y sanciones.*

*Se hace una separación entre el patrimonio del INFONAVIT y el Fondo Nacional de la Vivienda. En consecuencia, se distingue entre los recursos del INFONAVIT para el cumplimiento de sus obligaciones y los recursos de las subcuentas de vivienda, propiedad de los trabajadores.*

*Asimismo, se establece que el derecho del trabajador y, en su caso, de los beneficiarios a recibir los recursos de la subcuenta de vivienda según la forma prevista en esta Ley, prescriba a favor del Fondo Nacional de la Vivienda a los 10 años de que sean exigibles. En consecuencia, esos recursos no pasan al patrimonio del INFONAVIT.*

*Para brindar una mayor flexibilidad en el régimen de inversión de las reservas del Instituto, se establece que las mismas, además de aplicarse en instrumentos y valores a cargo del Gobierno Federal, también se puedan invertir en instrumentos de la Banca de Desarrollo. Asimismo, el Instituto, podrá descontarles a las entidades financieras autorizadas por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, los financiamientos y créditos para vivienda otorgados a derechohabientes.*

*Con el objeto de asegurar el rendimiento real de los recursos de la subcuenta de vivienda, se establece que la tasa de interés que se aplique a dicha subcuenta debe incrementarse en una proporción mayor al incremento del salario mínimo en el Distrito Federal. Será el Consejo de Administración del Instituto quien determine la tasa de interés referida.*

*Por otra parte, en beneficio de los trabajadores y para procurar una administración más eficiente del Instituto, se precisa la facultad de dicho Consejo de disminuir gradualmente el presupuesto de gastos de administración, operación y vigilancia del 0.75% de los recursos totales que maneje el Instituto, al 0.55% para el año 2000.*

*En concordancia con los fines del Instituto y con el propósito de otorgarle*

*seguridad en la titularidad de su vivienda al derecho-habiente que pierda su empleo, se prevé la posibilidad de que el trabajador solicite una prórroga en el pago de su crédito sin causa de intereses moratorios, la cual podrá ser por un periodo que no exceda de dos años y en plazos no mayores a doce meses.*

*En protección de aquellos trabajadores que pudieran perder su empleo, se prevé que de darse tal supuesto, el saldo de su sub-cuenta de vivienda podrá darse en garantía para que pueda aplicarse a cubrir la falta de pago en que pueda incurrir el acreditado con otra institución financiera. Dicha garantía se incrementará con las aportaciones patronales subsecuentes abonadas a la sub-cuenta de vivienda del trabajador. Asimismo, en los créditos del INFONAVIT otorgados en cofinanciamiento con otras entidades financieras, se aplicarán íntegramente las aportaciones patronales subsecuentes para reducir el saldo insoluto del crédito que haya otorgado el Instituto. La garantía se constituirá sobre el saldo de la subcuenta de vivienda al momento del otorgamiento del crédito.*

*El Instituto promoverá con empresas públicas o privadas programas de aseguramiento que resulten económicos y que permitan ampliar la cobertura del seguro para proteger el patrimonio de los trabajadores. La aceptación será voluntaria por parte de los acreditados y el costo quedará a su cargo.*

*Por otra parte, se prevé el derecho del trabajador acreditado para enajenar o gravar su vivienda a quien así lo decida, sujeto a la autorización del Instituto. De esta manera se le otorga el derecho al trabajador de disponer de su vivienda en la forma que mejor convenga a sus intereses, lo que promoverá un mercado integrado de vivienda.*

*En protección a los intereses de los trabajadores, se establece la obligación a cargo de las administradoras de fondos para el retiro de informar al trabajador sobre el estado de la subcuenta de vivienda de la cuenta individual. En todo momento, el trabajador tendrá derecho a solicitar y obtener de dichas administradoras información sobre el monto de las aportaciones registradas a su favor. Los trabajadores titulares de las cuentas individuales y sus beneficiarios, directamente o a través de un representante, así como los patrones, podrán presentar reclamos, ante la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, en contra de entidades financieras autorizadas para participar en los sistemas de ahorro para el retiro.*

*En concordancia con la Ley del Seguro Social se prevé que cuando se den los supuestos para la obtención de una pensión o la entrega de fondos de la subcuenta de vivienda en términos de lo dispuesto por dicha Ley y la de los Sistemas de Ahorro para el Retiro, el trabajador o sus beneficiarios pueden solicitar al Instituto la transferencia del saldo de la subcuenta de vivienda a las administradoras de fondos para el retiro, ya sea para realizar retiros programados o para la contratación de una renta vitalicia con una compañía de seguros.*

*Con el propósito de incentivar el mejor cumplimiento de las obligaciones de los patrones que atraviesan por una situación de falta de liquidez, se otorga la facultad al Instituto para conceder una prórroga de adeudos provenientes de aportaciones o de amortizaciones de crédito. Esta prórroga, previa solicitud del interesado, causará actualización y recargos en los términos del Código Fiscal de la Federación. A fin de otorgarles un tratamiento equitativo a los trabajadores cuyos patrones hubiesen sido omisos en el cumplimiento de sus obligaciones, se establece que una vez que se haya efectuado el cobro, se abonarán en su subcuenta de vivienda los intereses que correspondan al período de omisión, así como aquéllos que se generen durante la prórroga. El Instituto deberá informar a la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro sobre las prórrogas otorgadas a los patrones en relación a los adeudos derivados de aportaciones y amortizaciones de crédito.*

*A efecto de apoyar el cumplimiento de las funciones del Instituto, se establece la posibilidad de celebrar convenios de coordinación con las autoridades federales, estatales y municipales, y se le exime del pago de contribuciones federales, con excepción de los derechos de carácter federal relativos a la prestación de servicios públicos.*

*A pesar de las limitaciones de los recursos institucionales y de las condiciones económicas adversas para el país, los numerosos mexicanos beneficiados a través del quehacer de esta institución son muestra irrefutable en la construcción de un México más justo, próspero y moderno. Por su razón de ser y logros obtenidos, el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores es un sólido pilar del bienestar social de México.*

*En la vida y desarrollo de un país, el Estado de Derecho se hace necesario no sólo para el mantenimiento del orden social, sino porque todo individuo necesita de una firme protección y de medios jurídicos para expresar y alcanzar sus legítimas demandas. La Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores representa la garantía para el trabajador mexicano de obtener un crédito para la adquisición de una vivienda digna. Aunado a lo anterior, la aplicación de las políticas económicas gubernamentales fundadas en el ahorro interno y la simplificación administrativa, permitirán avanzar hacia la materialización de un crédito habitacional para más trabajadores.*

*Por lo anteriormente expuesto y con fundamento en los artículos 71, fracción I y 73, fracción X, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, someto a la consideración del H. Congreso de la Unión, la siguiente Iniciativa de*  
**DECRETO QUE REFORMA Y ADICIONA DIVERSAS DISPOSICIONES DE LA**

## **LEY DEL INSTITUTO DEL FONDO NACIONAL DE LA VIVIENDA PARA LOS TRABAJADORES.**

.....  
.....  
.....

*Palacio Nacional, a los ocho días del mes de noviembre de mil novecientos noventa y seis.*

---

### **REFORMA AÑADIDA POR LA H. CAMARA DE DIPUTADOS.**

En uso de sus facultades constitucionales, la H. Cámara de Diputados introdujo una reforma adicional a las propuestas por el Titular del Poder Ejecutivo, relativa al descuento del 1% al salario del acreditado a efecto de ser aplicado a la administración, operación y mantenimiento de conjuntos habitacionales financiados por el INFONAVIT.

En virtud de lo anterior, se modificó el Artículo 64 de la Ley del INFONAVIT. Las razones para tal reforma fueron expuestas de la siguiente forma:

*“..., las Comisiones Unidas han considerado conveniente formular una reforma a través de la cual se elimina el descuento del 1% al salario integrado de los acreditados, que los patrones efectúan a los trabajadores por concepto de administración, operación y mantenimiento de los conjuntos habitacionales financiados por el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores. Por ello se modifican los Artículos 29, fracción III, y 64. Las causas princi-pales que llevaron a esta conclusión son: los trabajadores deben resolver autónoma e independientemente los mecanismos, montos y formas de organización para la recaudación de sus cuotas de mantenimiento; el descuento se instrumentó básicamente para los conjuntos de línea I que fueron suspendidos a partir de 1992, por tanto los créditos pendientes de liquidar van disminuyendo y en consecuencia también los recursos para ese fin; el 1% es insuficien-te para los requerimientos de administración, mantenimiento y operación; el descuento es inequitativo pues su base es el salario integrado vigente del acreditado, independientemente del tipo de vivienda del trabajador y porque los acreditados que se encuentran al corriente en la amortización de su crédito subsidian a los que han caído en cartera vencida; en un número importante de conjuntos habitacionales no se retiran los recursos debido a los bajos montos que representan o bien porque sus representaciones vecinales no se han constituido o no han renovado la vigencia de sus mesas directivas; asimismo, el Instituto incurre en gastos administrativos generados por todo el proceso del 1%. En consecuencia*

*también se deroga la parte correspondiente al Artículo 64”.*

# **LEY DEL INSTITUTO DEL FONDO NACIONAL DE LA VIVIENDA PARA LOS TRABAJADORES**

**NOTA:** Los artículos que aparecen en negrillas se refieren a las reformas y adiciones a la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997.

Los títulos y las notas a pie de página, no forman parte del texto legal.

## **INDICE TEMATICO**

### **A**

	<b>ARTICULO</b>
Acreditada solvencia del Instituto.	68
Actualizaciones, recargos, sanciones y multas.	5 - III
Actualización y recargos por pagos	56

extemporáneos.

Adjudicación de financiamientos. Subastas públicas.	51 - Bis
Administración de recursos del Fondo de Vivienda.	43
AFORES. Confidencialidad de su información.	38, párrafo quinto
AFORES. Entrega de estados de cuenta.	38, párrafo tercero
Aplicación de la subcuenta para el pago de créditos.	43 Bis
Aportaciones del Gobierno Federal	5 - I
Aportaciones voluntarias.	59
Asamblea General. Atribuciones y funciones.	10
	<b>ARTICULO</b>
Asamblea General. Bases para su integración.	8
Asamblea General. Integración.	7
Asamblea General. Periodicidad de sesiones.	9
Asamblea General. Presidencia.	11
Atender requerimientos del Instituto.	29 - VI
Ausencias e incapacidades.	29 - IX
Avisos.	31, párrafo segundo

Balance anual.	21
Beneficios del crédito.	51, párrafo sexto
Bienes y derechos.	5 - IV

**C**

Cantidad básica.	39, párrafo segundo
------------------	---------------------

**ARTICULO**

Cobro de garantías fiscales.	30 - IX
Cobro y ejecución.	30 - III
Cofinanciamiento.	43 - Bis párrafo quinto
Comisiones.	5 - II
Comisiones Consultivas Regionales. Atribuciones y funciones.	27
Comisiones Consultivas Regionales. Integración.	26
Comisión de Inconformidades y de Valuación. Integración.	25
Comisión de Vigilancia. Atribuciones y funciones.	18
Comisión de Vigilancia. Auditor Externo.	19
Comisión de Vigilancia. Dictamen sobre estados financieros.	20
Comisión de Vigilancia. Integración, presidencia y duración.	17
Confidencialidad de la información.	31, párrafo sexto

**ARTICULO**

Consejo de Administración. Atribuciones y funciones.	16
Consejo de Administración. Duración de consejeros.	13
Consejo de Administración. Integración.	12
Consejo de Administración. Periodicidad de sesiones.	15
Consejo de Administración. Presidencia.	14
Controversias de valuación.	25, párrafo tercero
Convenio de coordinación con autoridades fiscales.	30 - V párrafo tercero
Convenios de coordinación y colaboración.	69
Coordinación con otros organismos.	4
Convocatorias de subastas.	45
Creación del Instituto.	2
Criterios de distribución de recursos.	46
CURP.	29 - I párrafo segundo <b>ARTICULO</b>

## D

Defraudación fiscal.	57
Delegación de representación y ejercicio de facultades fiscales.	23 - I párrafo segundo
Descuentos a entidades financieras.	42 - I párrafo segundo 42 - II

	párrafo segundo
Destino de recursos.	42
Depósito de recursos en el Banco de México.	43, párrafo segundo
Depósitos extraordinarios.	59, párrafo tercero
Derecho del trabajador a obtener información.	34
Derecho de los trabajadores a proporcionar información.	32
Determinación del alcance de las obligaciones.	30 - VI
Determinación de aportaciones y descuentos.	30 - I

#### **ARTICULO**

Dictamen fiscal del INFONAVIT. Revisión.	30 - VIII
Dictamen fiscal. Presentación de copia.	29 - VIII
Director General. Atribuciones y funciones.	23
Director General. Nombramiento.	22
Directores Sectoriales. Nombramientos.	24

#### **E**

Elección de vivienda.	41
Emisión conjunta de liquidaciones IMSS.	35 párrafo segundo
Entero de descuentos en entidades receptoras.	29 - III

Escrituración privada.	42 párrafo tercero
Exención de contribuciones de contratos y operaciones.	42 párrafo segundo
Exención de contribuciones federales.	70
Exención de impuestos de los fondos de vivienda.	36

## ARTICULO

### F

Financiamientos para construcción.	42 - I
Formalización de la adjudicación del financiamiento.	51 Bis 5

### G

Garantías en las subastas.	51 Bis 2
----------------------------	----------

### I

Imposición de multas por parte del Instituto.	55
Imposición de sanciones.	30 - V párrafo segundo
Indexación de saldos de créditos.	44
Individualización de recursos en las AFORES.	29 - II párrafo cuarto
Inscripción.	29 - I
Inscripción de patrones y trabajadores.	31
Inscripción directa del Instituto.	33

## ARTICULO

Integración del patrimonio.	5
Intereses de créditos.	44, párrafo segundo
<b>J</b>	
Junta Federal de Conciliación y Arbitraje. Controversias.	53
<b>M</b>	
Montos máximos de créditos.	48
<b>N</b>	
Naturaleza fiscal de aportaciones y descuentos.	30, párrafo primero
No participación del Instituto en la administración de los conjuntos.	64
<b>O</b>	
Objeto del Instituto.	3
Obligación de pago mientras exista relación laboral.	29 - II párrafo quinto
Obligaciones patronales.	29 <b>ARTICULO</b>
Observancia general.	1
Organismo fiscal autónomo. Facultades.	30, párrafo segundo
Organos del Instituto.	6
Operadora de la Base de Datos Nacional SAR.	38
Otorgamiento de créditos.	42 - II

**P**

Pago de aportaciones en entidades receptoras. Integración y cálculo.	29 - II
Pago de intereses a la subcuenta de vivienda.	39, párrafo primero
Pagos en exceso. Devolución y compensación.	30 - X
Patrimonio de los trabajadores.	5 - V párrafo segundo
Periodicidad y plazo de pago.	35
Permitir visitas domiciliarias.	29 - V
Prescripción de derechos de los trabajadores.	37

**ARTICULO**

Presentación de avisos. Plazos.	31, párrafo tercero
Proporcionar constancia de días trabajados. Patronos eventuales de la construcción.	29 - VII
Proporcionar elementos para precisar la obligación.	29 - IV
Prórrogas a trabajadores para el pago de créditos.	41, párrafo segundo
Prórrogas. Plazos máximos.	41, párrafo tercero

**R**

Recepción de pagos por cobros coactivos.	30 - II
Reclamaciones.	38, párrafo cuarto
Recursos de inconformidad.	25, párrafo segundo 52

Reglas para otorgamiento de créditos.	47
Regulación de los remanentes de operación.	63
Regulación de relación laboral del Instituto.	62

## **ARTICULO**

Remanente de operación.	39, párrafo cuarto
Rendimientos.	5 - V
Representación legal.	23 - I
Requerimientos de información.	30 - V
Resolución de recursos y de solicitudes de prescripción y caducidad.	30 - IV
Responsabilidad de contratistas.	51 Bis 6

## **S**

Saldo de subcuenta como garantía.	43 Bis párrafo tercero
Seguro para la liberación de adeudo.	51
Sobretasa de interés de los financiamientos.	51 Bis 3
Solicitud de transferencia de recursos.	40, párrafo segundo
Sustitución patronal. Investigaciones.	30 - VII

## **T**

Transferencia de fondos de subcuenta a AFORES.	40, párrafo primero
--	---------------------

## **ARTICULO**

Transitorios 1972. Pág. I - II	
--------------------------------	--

Transitorios 1974.	Pág. III
Transitorios 1981.	Pág. IV
Transitorios 1982.	Pág. V - VI
Transitorios 1983.	Pág. VII - VIII
Transitorios 1985.	Pág. IX
Transitorios 1986.	Pág. X
Transitorios 1989.	Pág. XI - XII
Transitorios 1992.	Pág. XIII - XVII
Transitorios 1994.	Pág. XVIII - XX
Transitorios 1997.	Pág. XXI - XXVI
Tribunal Fiscal de la Federación. Controversias.	54

## V

Vencimiento anticipado de créditos.	49
Vigilancia por parte de la SHCP y CNBS.	66

## ARTICULO

Visitas domiciliarias.	30 - I
Votación en los órganos colegiados.	28

## LEY DEL INSTITUTO DEL FONDO NACIONAL DE LA VIVIENDA PARA LOS TRABAJADORES

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.  
Presidencia de la República.

**LUIS ECHEVERRIA ALVAREZ, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes, sabed:**

Que el H. Congreso de la Unión se ha servido dirigirme el siguiente

## **DECRETO**

El Congreso de los Estados Unidos Mexicanos, decreta:

### **LEY DEL INSTITUTO DEL FONDO NACIONAL DE LA VIVIENDA PARA LOS TRABAJADORES**

#### *Observancia General*

**ARTICULO 1°.** Esta Ley es de utilidad social y de observancia general en toda la República.

#### *Creación del Instituto*

**ARTICULO 2°.** Se crea un organismo de servicio social con personalidad jurídica y patrimonio propio, que se denomina “Instituto del

2 - 3

Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores”, con domicilio en la Ciudad de México.

#### *Objeto del Instituto*

**ARTICULO 3°.** El Instituto tiene por objeto:

Administrar los recursos del Fondo Nacional de la Vivienda;

Establecer y operar un sistema de financiamiento que permita a los trabajadores obtener crédito barato y suficiente para:

La adquisición en propiedad de habitaciones cómodas e higiénicas,

La construcción, reparación, ampliación o mejoramiento de sus habitaciones, y

El pago de pasivos contraídos por los conceptos anteriores;

Coordinar y financiar programas de construcción de habitaciones destinadas a ser adquiridas en propiedad por los trabajadores; y

Lo demás a que se refiere la Fracción XII del Apartado A del Artículo 123 constitucional y el Título Cuarto, Capítulo III de la Ley Federal del Trabajo, así como lo que esta ley establece.

4 - 5

*Coordinación con otros organismos*

**ARTICULO 4°.** El Instituto cuidará que sus actividades se realicen dentro de una política integrada de vivienda y desarrollo urbano. Para ello podrá coordinarse con otros organismos públicos.

*Integración del patrimonio*

**ARTICULO 5°.** El patrimonio del Instituto se integra:

*Aportaciones del Gobierno Federal*

**Con las aportaciones en numerario, servicios y subsidios que proporcione el Gobierno Federal;**

*Comisiones*

**Con las cantidades y comisiones que obtenga por los servicios que preste, los cuales se determinarán en los términos de los reglamentos respectivos;**

*Actualizaciones, recargos, sanciones y multas*

**Con los montos que se obtengan de las actualizaciones, recargos, sanciones y multas;**

*Bienes y derechos*

**Con los bienes y derechos que adquiera por cualquier título, y**

5 - 7

*Rendimientos*

**Con los rendimientos que obtenga de la inversión de los recursos a que se**

**refiere este artículo.**

*Patrimonio de los trabajadores*

**Las aportaciones de los patrones a las subcuentas de vivienda son patrimonio de los trabajadores.**

*Organos del Instituto*

**ARTICULO 6°.** Los órganos del Instituto serán: la Asamblea General, el Consejo de Administración, la Comisión de Vigilancia, el Director General, dos Directores Sectoriales, la Comisión de Inconformidades y de Valuación y las Comisiones Consultivas Regionales.

*Asamblea General. Integración*

**ARTICULO 7°.** La Asamblea General es la autoridad suprema del Instituto, y se integrará en forma tripartita con cuarenta y cinco miembros, designados:

Quince por el Ejecutivo Federal,  
Quince por las organizaciones nacionales de trabajadores, y  
Quince por las organizaciones nacionales patronales.

Por cada miembro propietario se designará un suplente.

7 - 10

Los miembros de la Asamblea General durarán en su cargo seis años y podrán ser removidos libremente por quien los designe.

*Asamblea General. Bases para su integración*

**ARTICULO 8°.** El Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, fijará las bases para determinar las organizaciones nacionales de trabajadores y patrones que intervendrán en la designación de los miembros de la Asamblea General.

*Asamblea General. Periodicidad de sesiones*

**ARTICULO 9°.** La Asamblea General deberá reunirse por lo menos dos veces al año.

**ARTICULO 10.** La Asamblea General, tendrá las atribuciones y funciones siguientes:

Examinar y en su caso aprobar, dentro de los últimos tres meses del año, el presupuesto de ingresos y egresos y los planes de labores y de financiamientos del Instituto para el siguiente año;

Examinar y en su caso aprobar, dentro de los cuatro primeros meses del año, los estados financieros que resulten de la operación en el último ejercicio, los dictámenes de la Comisión de Vigilancia y el informe de actividades de la institución;

10 - 12

Decidir, señalando su jurisdicción, sobre el establecimiento y modificación o supresión de las Comisiones Consultivas Regionales del Instituto;

Expedir los reglamentos del Instituto;

SE DEROGA.

SE DEROGA.

SE DEROGA.

Las demás, necesarias para el cumplimiento de los fines del Instituto, que no se encuentren encomendadas a otro órgano del mismo.

**ARTICULO 11.** Las sesiones de la Asamblea General serán presididas en forma rotativa, en el orden que establece el artículo 7° por el miembro que cada una de las representaciones designe.

**ARTICULO 12.** El Consejo de Administración estará integrado por quince miembros, designados por la Asamblea General en la forma siguiente: cinco a proposición de los representantes del Gobierno Federal, cinco a proposición de los representantes de los trabaja-

12 - 15

dores y cinco a proposición de los representantes patronales, ante la misma Asamblea General. Por cada consejero propietario se designará un suplente.

Los miembros del Consejo de Administración no lo podrán ser de la Asamblea General.

*Consejo de Administración. Duración de Consejeros*

**ARTICULO 13.** Los consejeros durarán en su cargo seis años y serán removidos por la Asamblea General, a petición de la representación que los hubiere propuesto.

La solicitud de remoción que presente el Sector se hará por conducto del Director General.

En tanto se reúne la Asamblea General, los consejeros cuya remoción se haya solicitado, quedarán de inmediato suspendidos en sus funciones.

*Consejo de Administración. Presidencia*

**ARTICULO 14.** Los miembros del Consejo de Administración presidirán las sesiones en forma rotativa por las representaciones en el orden a que se refiere el artículo 12, y dentro de cada una de ellas, por orden alfabético.

*Consejo de Administración. Periodicidad de sesiones*

**ARTICULO 15.** El Consejo de Administración sesionará por lo menos una vez al mes.

16

*Consejo de Administración. Atribuciones y funciones*

**ARTICULO 16.** El Consejo de Administración, tendrá las atribuciones y funciones siguientes:

Decidir, a propuesta del Director General, sobre las inversiones de los fondos y los financiamientos del Instituto, conforme a lo dispuesto por el artículo 66, fracción II;

Resolver sobre las operaciones del Instituto, excepto aquéllas que por su importancia, a juicio de alguno de los sectores o del Director General, ameriten acuerdo expreso de la Asamblea General; la que deberá celebrarse dentro de los quince días siguientes a la fecha en que se haga la petición correspondiente;

Proponer a la Asamblea General el establecimiento, modificación, supresión y jurisdicción de las Comisiones Consultivas Regionales del Instituto;

Examinar y en su caso aprobar, la presentación a la Asamblea General, de los

presupuestos de ingresos y egresos, los planes de labores y de financiamientos, así como los estados financieros y el informe de actividades formulados por la Dirección General;

Presentar a la Asamblea General para su examen y aprobación, los reglamentos del Instituto;

Estudiar y en su caso aprobar, los nombramientos del personal directivo y de los delegados regionales que proponga el Director General;

16

**Aprobar anualmente el presupuesto de gastos de administración, operación y vigilancia del Instituto, los que no deberán exceder del 0.55% de los recursos totales que maneje.**

**Los gastos de administración, operación y vigilancia serán las erogaciones derivadas del manejo y control del Fondo Nacional de la Vivienda, así como las de recuperación de los créditos que otorgue el Instituto.**

**El Consejo de Administración deberá someter a dictamen de auditores externos el ejercicio de presupuesto de gastos, previamente a que lo presente a la Asamblea General para su aprobación;**

Estudiar y en su caso aprobar, los tabuladores y prestaciones correspondientes al personal del Instituto, propuestos por el Director General y conforme al presupuesto de gastos de administración autorizado por la Asamblea General;

Establecer las reglas para el otorgamiento de créditos;

**Determinar la tasa de interés que generará el saldo de la subcuenta de vivienda en los términos del artículo 39.**

16

**Determinar las reservas que deban constituirse para asegurar la operación del Fondo Nacional de la Vivienda y el cumplimiento de los demás fines y obligaciones del Instituto. Dichas reservas deberán invertirse en valores a cargo del Gobierno Federal e instrumentos de la Banca de Desarrollo.**

Resolver sobre las circunstancias específicas no previstas en la presente Ley y en la Ley para la Coordinación de los Sistemas de Ahorro para el Retiro en

relación a las subcuentas del Fondo Nacional de la Vivienda de las cuentas individuales del sistema de ahorro para el retiro. Con fines de coordinación, en la elaboración de las resoluciones que se adopten conforme a esta fracción, el Consejo escuchará previamente la opinión de la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro. Dichas resoluciones se publicarán en el Diario Oficial de la Federación.

Lo anterior, es sin perjuicio de las facultades que, en relación con dichas cuentas, correspondan a la citada Comisión o a otras autoridades del sistema financiero de conformidad con lo previsto en otras disposiciones legales;<sup>11</sup>

Designar en el propio Consejo, a los miembros de la Comisión de Inconformidades y de Valuación, a propuesta de los representantes del Gobierno Federal, de los trabajadores y de los patrones, respectivamente, y<sup>12</sup>

16 - 17

Las demás que le señale la Asamblea General.<sup>13</sup>

*Comisión de Vigilancia. Integración, presidencia y duración*

**ARTICULO 17.** La Comisión de Vigilancia se integrará con nueve miembros designados por la Asamblea General. Cada una de las representaciones propondrá el nombramiento de tres miembros, con sus respectivos suplentes.

Los miembros de esta Comisión, no podrán serlo de la Asamblea General ni del Consejo de Administración.

**La Comisión de Vigilancia será presidida en forma rotativa, en el orden en que las representaciones que propusieron el nombramiento de sus miembros, se encuentran mencionadas en el artículo 7o.<sup>14</sup>**

Los miembros de la Comisión de Vigilancia durarán en su cargo seis años y serán removidos por la Asamblea General, a petición de la representación que les hubiere propuesto.

La solicitud de remoción que presente el Sector, se hará por conducto del Director General.

En tanto se reúne la Asamblea General, los miembros de la Comisión de Vigilancia cuya remoción se haya solicitado, quedarán de inmediato suspendidos en su funciones.

18 - 19

**ARTICULO 18.** La Comisión de Vigilancia tendrá las siguientes atribuciones y funciones:

Vigilar que la administración de los recursos y los gastos, así como las operaciones se hagan de acuerdo con las disposiciones de esta Ley y de sus Reglamentos;

Practicar la auditoría de los estados financieros y comprobar, cuando lo estime conveniente los avalúos de los bienes, materia de operación del Instituto;

Proponer a la Asamblea y al Consejo de Administración, en su caso, las medidas que juzgue convenientes para mejorar el funcionamiento del Instituto, y

En los casos que a su juicio lo ameriten, citar a Asamblea General.

La Comisión de Vigilancia dispondrá del personal y de los elementos que requiera para el eficaz cumplimiento de sus atribuciones y funciones.

**ARTICULO 19.** La Comisión de Vigilancia designará a un Auditor Externo que será Contador Público en ejercicio de su profesión, para auditar y certificar los estados financieros del Instituto. El auditor externo tendrá las más amplias facultades para revisar la

19 - 22

contabilidad y los documentos de la Institución y podrá sugerir a la Comisión de Vigilancia las modificaciones y reformas que a su juicio convenga introducir, poniendo a su disposición los informes y documentos que requiera el ejercicio de sus atribuciones y funciones.

**ARTICULO 20.** La Comisión de Vigilancia presentará ante la Asamblea General, un dictamen sobre los estados financieros de cada ejercicio social del Instituto, acompañado del dictamen del auditor externo; para cuyo efecto les serán dados a conocer, por lo menos treinta días antes de la fecha en que se vaya a celebrar la Asamblea General correspondiente.

**ARTICULO 21.** El Balance Anual del Instituto deberá publicarse dentro de los treinta días siguientes a la fecha en que sea aprobado por la Asamblea General, por lo menos en dos de los diarios que tengan mayor circulación.

*Director General. Nombramiento*

**ARTICULO 22.** El Director General será nombrado por la Asamblea General, a proposición del Presidente de la República. Para ocupar dicho cargo, se requiere ser mexicano por nacimiento, de reconocida honorabilidad y experiencia técnica y administrativa.

23

*Director General. Atribuciones y funciones*

**ARTICULO 23.** El Director General tendrá las siguientes atribuciones y funciones:

*Representación legal*

Representar legalmente al Instituto con todas las facultades que corresponden a los mandatarios generales para pleitos y cobranzas, actos de administración y de dominio, y las especiales que requieran cláusula especial conforme a la Ley, en los términos de los tres primeros párrafos del artículo 2554 del Código Civil para el Distrito Federal. Estas facultades las ejercerá en la forma en que acuerde el Consejo de Administración.<sup>15</sup>

*Delegación de representación y ejercicio de facultades fiscales*

El Director General podrá delegar la representación, incluyendo la facultad expresa para conciliar ante las Juntas de Conciliación y Arbitraje así como otorgar y revocar poderes generales o especiales, pero cuando sean en favor de personas ajenas al Instituto deberá recabar previamente el acuerdo del Consejo de Administración.<sup>16</sup>

Las facultades que correspondan al Instituto, en su carácter de organismo fiscal autónomo, de conformidad con el artículo 30 de esta Ley, se ejercerán por el Director General, el

23

Subdirector General Jurídico y de Fiscalización, los Delegados Regionales y

el demás personal que expresamente se indique en el Reglamento Interior del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, en materia de facultades como organismo fiscal autónomo;<sup>17</sup>

Asistir a las sesiones de la Asamblea General y del Consejo de Administración, con voz, pero sin voto;

Ejecutar los acuerdos del Consejo de Administración;

Presentar anualmente al Consejo de Administración, dentro de los dos primeros meses del año siguiente, los estados financieros y el informe de actividades del ejercicio anterior;

Presentar al Consejo de Administración, a más tardar el último día de octubre de cada año, los presupuestos de ingresos y egresos, el proyecto de gastos y los planes de labores y de financiamientos para el año siguiente;

Presentar a la consideración del Consejo de Administración, un informe mensual sobre las actividades del Instituto;

Presentar al Consejo de Administración, para su consideración y en su caso aprobación, los programas de financiamientos y créditos a que se refieren las fracciones I y II del artículo 42, a

23 - 25

ser subastados y otorgados, según corresponda, por el Instituto.<sup>18</sup>

Nombrar y remover al personal del Instituto, señalándole sus funciones y remuneraciones; y

Las demás que le señalen esta Ley y sus disposiciones reglamentarias.

*Directores Sectoriales. Nombramientos*

**ARTICULO 24.** La Asamblea General, a propuesta de los representantes de los trabajadores y de los patrones, nombrará a dos Directores Sectoriales, uno por cada sector, que tendrán como función el enlace entre el Sector que representan y el Director General. Los Directores Sectoriales asistirán a las sesiones del Consejo de Administración, con voz, pero sin voto.

El Director General y los Directores Sectoriales no podrán ser miembros de la

Asamblea General, del Consejo de Administración, ni de la Comisión de Vigilancia.

*Comisión de Inconformidades y de Valuación. Integración*

**ARTICULO 25.** La Comisión de Inconformidades y de Valuación se integrará en forma tripartita con un miembro por cada representación, designados conforme a lo dispuesto por el artículo 16. Por cada miembro propietario se designará un suplente.<sup>19</sup>

25 - 26

*Recursos de inconformidad*

La Comisión conocerá, substanciará y resolverá los recursos que promuevan ante el Instituto, los patrones, los trabajadores o sus causahabientes y beneficiarios; en los términos del reglamento correspondiente y con sujeción a los criterios que sobre el particular, establezca el Consejo de Administración.

*Controversias de valuación*

La Comisión conocerá de las controversias que se susciten sobre el valor de las prestaciones que las empresas estuvieren otorgando a los trabajadores, en materia de habitación, para decidir si son inferiores, iguales o superiores al porcentaje consignado en el artículo 136 de la Ley Federal del Trabajo y poder determinar las aportaciones que deban enterar al Instituto o si quedan exentas de tal aportación. Una vez tramitadas las controversias en los términos del reglamento respectivo, la Comisión presentará un dictamen sobre las mismas al Consejo de Administración, que resolverá lo que a su juicio proceda.

*Comisiones Consultivas Regionales. Integración*

**ARTICULO 26.** Las Comisiones Consultivas Regionales, se integrarán en forma tripartita y actuarán en las áreas territoriales que señale la Asamblea General. Su funcionamiento se determinará conforme al Reglamento que para tales efectos apruebe la propia Asamblea.

27 - 28

*Comisiones Consultivas Regionales. Atribuciones y funciones*

**ARTICULO 27.** Las Comisiones Consultivas Regionales tendrán las atribuciones y funciones siguientes:

Sugerir al Consejo de Administración, a través del Director General, la localización más adecuada de las áreas y características de las habitaciones de la región, susceptibles de ser financiadas;

Opinar sobre los proyectos de habitaciones a financiar en sus respectivas regiones;

Las de carácter administrativo que establezca el Reglamento de las Delegaciones Regionales; y

Las demás de carácter consultivo que les encomiende el Director General.

*Votación en los órganos colegiados*

**ARTICULO 28.** En la Asamblea General, corresponderá emitir un voto a los representantes del Gobierno Federal, uno a los representantes de los Trabajadores y uno a los representantes de los Patrones. En el Consejo de Administración, en la Comisión de Vigilancia y en la Comisión de Inconformidades y de Valuación, cada uno de sus miembros tendrá un voto.

29

*Obligaciones patronales*

**ARTICULO 29.** Son obligaciones de los patrones:

*Inscripción*

Proceder a inscribirse e inscribir a sus trabajadores en el Instituto y dar los avisos a que se refiere el artículo 31 de esta Ley;

*CURP*

**Los patrones estarán obligados, siempre que contraten un nuevo trabajador, a solicitarle su número de Clave Unica de Registro de Población.<sup>20</sup>**

**Los patrones inscribirán a sus trabajadores con el salario que perciban al momento de su inscripción;<sup>21</sup>**

*Pago de aportaciones en entidades receptoras. Integración y cálculo*

**Determinar el monto de las aportaciones del cinco por ciento sobre el salario**

de los trabajadores a su servicio y efectuar el pago en las entidades receptoras que actúen por cuenta y orden del Instituto, para su abono en la subcuenta de vivienda de las cuentas individuales de los trabajadores previstas en los sistemas de ahorro para el retiro, en los términos de la presente Ley y sus reglamentos, así como en lo conducente, conforme a lo previsto en la Ley del Seguro Social y en la Ley Federal del Trabajo. En lo que corresponde a la integración y cálculo de la base

29

y límite superior salarial para el pago de aportaciones, se aplicará lo contenido en la Ley del Seguro Social.

Estas aportaciones son gastos de previsión de las empresas y forman parte del patrimonio de los trabajadores.

Los patrones, al realizar el pago, deberán proporcionar la información relativa a cada trabajador en la forma y con la periodicidad que al efecto establezca la presente Ley y, en lo aplicable, la Ley del Seguro Social y la Ley de los Sistemas de Ahorro para el Retiro.

#### *Individualización de recursos en las AFORES*

El registro sobre la individualización de los recursos de la subcuenta de vivienda de las cuentas individuales de los sistemas de ahorro para el retiro, estará a cargo de las administradoras de fondos para el retiro, en los términos que se establecen en la Ley de los Sistemas de Ahorro para el Retiro y su Reglamento. Lo anterior, independientemente de los registros individuales que determine llevar el Instituto.

#### *Obligación de pago mientras exista relación laboral*

Es obligación del patrón pagar las aportaciones por cada trabajador mientras exista la relación laboral y subsistirá hasta que se presente el aviso de baja correspondiente. Si se comprueba que dicho trabajador fue inscrito por otro patrón, el Instituto devolverá al patrón omiso, a su solicitud,

29

el importe de las aportaciones pagadas en exceso, a partir de la fecha de la nueva alta;<sup>22</sup>

#### *Entero de descuentos en entidades receptoras*

**Hacer los descuentos a sus trabajadores en sus salarios, conforme a lo previsto en los artículos 97 y 110 de la Ley Federal del Trabajo, que se destinen al pago de abonos para cubrir préstamos otorgados por el Instituto, así como enterar el importe de dichos descuentos en las entidades receptoras que actúen por cuenta y orden del Instituto, en la forma y términos que establece esta Ley y sus disposiciones reglamentarias. La integración y cálculo de la base salarial para efectos de los descuentos será la contenida en la fracción II del presente artículo.**

**A fin de que el Instituto pueda individualizar dichos descuentos, los patrones deberán proporcionarle la información relativa a cada trabajador en la forma y periodicidad que al efecto establezcan esta Ley y sus disposiciones reglamentarias.<sup>23</sup>**

*Proporcionar elementos para precisar la obligación*

**Proporcionar al Instituto los elementos necesarios para precisar la existencia, naturaleza y cuantía de las obliga-**

29

**ciones a su cargo, establecidas en esta Ley y sus disposiciones reglamentarias;<sup>24</sup>**

*Permitir visitas domiciliarias*

**Permitir las inspecciones y visitas domiciliarias que practique el Instituto, las que se sujetarán a lo establecido por esta Ley, el Código Fiscal de la Federación y sus disposiciones reglamentarias. A efecto de evitar duplicidad de acciones, el Instituto podrá convenir con el Instituto Mexicano del Seguro Social la coordinación de estas acciones fiscales;<sup>25</sup>**

*Atender requerimientos del Instituto*

**Atender los requerimientos de pago e información que les formule el Instituto, de conformidad con las disposiciones legales y reglamentarias correspondientes;<sup>26</sup>**

*Proporcionar constancia de días trabajados. Patrones eventuales de la construcción*

**Expedir y entregar, semanal o quincenalmente, a cada trabajador constancia**

escrita del número de días trabajados y del salario percibido, conforme a los períodos de pago establecidos, tratándose de patrones que se dediquen en forma permanente o esporádica a la actividad de la construcción.

29

Asimismo, deberán cubrir las aportaciones, aun en el caso de que no sea posible determinar el o los trabajadores a quienes se deban aplicar, en cuyo caso su monto se depositará en una cuenta específica que se manejará en los mismos términos que los recursos individualizados del Fondo Nacional de la Vivienda, hasta en tanto se esté en posibilidad de individualizar los pagos a favor de sus titulares, en los términos de esta Ley. Lo anterior, sin perjuicio de que aquellos trabajadores que acrediten sus derechos, se les abonen a sus cuentas individuales de los sistemas de ahorro para el retiro, los importes que les correspondan.

La administradora de fondos para el retiro en la que el trabajador se encuentre registrado tendrá a petición del mismo, la obligación de individualizar las aportaciones a que se refiere esta fracción contra la presentación de las constancias mencionadas;<sup>27</sup>

*Dictamen fiscal - Presentación de copia*

Presentar al Instituto copia con firma autógrafa del informe sobre la situación fiscal del contribuyente con los anexos referentes a las contribuciones por concepto de aportaciones patronales de conformidad con lo dispuesto en el Reglamento del Código Fiscal de la Federación, cuando en los términos de dicho Código, estén obligados a dictaminar por contador público autorizado sus estados financieros;

29

Cualquier otro patrón podrá optar por dictaminar por contador público autorizado el cumplimiento de sus obligaciones ante el Instituto en los términos de las disposiciones reglamentarias correspondientes, y<sup>28</sup>

Las demás previstas en la Ley y sus reglamentos.<sup>29</sup>

*Ausencias e incapacidades*

La obligación de efectuar las aportaciones y hacer los descuentos a que se refieren las fracciones II y III anteriores, se suspenderá cuando no se paguen salarios por ausencias en los términos de la Ley del Seguro Social, siempre

que se dé aviso oportuno al Instituto, en conformidad al artículo 31. Tratándose de incapacidades expedidas por el Instituto Mexicano del Seguro Social, subsistirá la obligación del pago de aportaciones.<sup>30</sup>

En caso de sustitución patronal, el patrón sustituido será solidariamente responsable con el nuevo de las obligaciones derivadas de esta Ley, nacidas antes de la fecha de la sustitución, hasta por el término de dos años, concluido el cual todas las responsabilidades serán atribuibles al nuevo patrón.<sup>31</sup>

30

*Naturaleza fiscal de aportaciones y descuentos*

**ARTICULO 30.** Las obligaciones de efectuar las aportaciones y enterar los descuentos a que se refiere el artículo anterior, así como su cobro, tienen el carácter de fiscales.<sup>32</sup>

*Organismo fiscal autónomo. Facultades*

El Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, en su carácter de organismo fiscal autónomo, está facultado, en los términos del Código Fiscal de la Federación, para:<sup>33</sup>

*Determinación de aportaciones y descuentos  
Visitas domiciliarias*

Determinar, en caso de incumplimiento, el importe de las aportaciones patronales y de los descuentos omitidos, así como calcular su actualización y recargos que se generen, señalar las bases para su liquidación, fijarlos en cantidad líquida y requerir su pago. Para este fin podrá ordenar y practicar, con el personal que al efecto designe, visitas domiciliarias, auditorías e inspecciones a los patrones, requiriéndoles la exhibición de libros y documentos que acrediten el cumplimiento de las obligaciones que en materia habitacional les impone esta Ley.<sup>34</sup>

Las facultades del Instituto para comprobar el cumplimiento de las disposiciones de esta Ley, así como para determinar las

30

aportaciones omitidas y sus accesorios, se extinguen en el término de cinco años no sujeto a interrupción contado a partir de la fecha en que el propio Instituto tenga conocimiento del hecho generador de la obligación. El plazo señalado en este párrafo sólo se suspenderá cuando se interponga el

recurso de inconformidad previsto en esta Ley o se entable juicio ante el Tribunal Fiscal de la Federación.

La prescripción de los créditos fiscales correspondientes se sujetará a lo dispuesto en el Código Fiscal de la Federación;<sup>35</sup>

*Recepción de pagos por cobros coactivos*

**Recibir en sus oficinas o a través de las entidades recep-toras, los pagos que deban efectuarse conforme a lo previsto por este artículo.**

**Las entidades receptoras son aquellas autorizadas por los institutos de seguridad social para recibir el pago de las cuotas del seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, previsto en la Ley del Seguro Social, de aportaciones y descuentos de vivienda al Fondo Nacional de la Vivien-da y de aportaciones voluntarias.**

**El Instituto deberá abonar a la subcuenta de vivienda del trabajador el importe de las aportaciones recibidas con-forme a este artículo, así como los intereses determinados**

30

**de conformidad a lo previsto en el artículo 39, que correspondan al período de omisión del patrón. En caso de que no se realice el abono dentro de los diez días hábiles siguientes a la fecha de cobro efectivo, los intereses se calcularán hasta la fecha en que éste se acredite en la subcuenta de vivienda del trabajador;<sup>36</sup>**

*Cobro y ejecución*

Realizar por sí o a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público el cobro y la ejecución correspondiente a las aportaciones patronales y a los descuentos omitidos, sujetán-dose a las normas del Código Fiscal de la Federación;<sup>37</sup>

*Resolución de recursos y de solicitudes de prescripción y caducidad*

**Resolver en los casos en que así proceda, los recursos previstos en el Código Fiscal de la Federación relativos al procedimiento administrativo de ejecución, así como las solicitudes de prescripción y caducidad planteadas por los patrones;<sup>38</sup>**

Requerir a los patrones que omitan el cumplimiento de las obligaciones que esta Ley establece, la información necesaria para determinar la existencia o no de la relación laboral con

30

las personas a su servicio, así como la que permita establecer en forma presuntiva y conforme al procedimiento que al efecto el Instituto señale, el monto de las aportaciones omitidas.

*Imposición de sanciones*

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público y el Instituto, indistintamente, sancionarán aquellos casos en que el incumplimiento de las obligaciones que esta Ley establece, origine la omisión total o parcial en el pago de las aportaciones y el entero de los descuentos, en los términos del Código Fiscal de la Federación.<sup>39</sup>

*Convenio de coordinación con autoridades fiscales*

Previa solicitud del Instituto, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, el Instituto Mexicano del Seguro Social y las autoridades fiscales locales, en los términos de los convenios de coordinación que al efecto se celebren, indistintamente y conforme a las disposiciones legales aplicables, están facultados para determinar, en caso de incumplimiento, el importe de las aportaciones patronales y de los descuentos omitidos. Para estos efectos, podrán ordenar y practicar visitas domiciliarias, auditorías e inspecciones a los patrones y requerir la exhibición de los libros y documentos que acrediten el cumplimiento de las obligaciones que en materia habitacional les impone esta Ley.<sup>40</sup>

30

*Determinación del alcance de las obligaciones*

**Determinar la existencia, contenido y alcance de las obligaciones incumplidas por los patrones y demás sujetos obligados en los términos de esta Ley y demás disposiciones relativas, para lo cual podrá aplicar los datos con los que cuente, en función del último mes cubierto o con apoyo en los hechos que conozca con motivo del ejercicio de las facultades de comprobación de que goza como autoridad o bien a través de los expedientes o documentos proporcionados por otras autoridades fiscales;<sup>41</sup>**

**Ordenar y practicar, en los casos de sustitución patronal, las investigaciones correspondientes así como emitir los dictámenes respectivos;<sup>42</sup>**

**Revisar los dictámenes formulados por contadores públicos sobre el cumplimiento de las disposiciones contenidas en esta Ley y sus disposiciones reglamentarias respectivas;<sup>43</sup>**

**Hacer efectivas las garantías del interés fiscal ofrecidas a favor del Instituto, incluyendo fianza, en los términos del Código Fiscal de la Federación;<sup>44</sup>**

30 - 31

**Conocer y resolver las solicitudes de devolución y compensación de cantidades pagadas indebidamente o en exceso, de conformidad a lo previsto en las disposiciones legales y reglamentarias, y<sup>45</sup>**

**Las demás previstas en la Ley.<sup>46</sup>**

**ARTICULO 31. Para la inscripción de los patrones y de los trabajadores se deberá proporcionar la información que se determine en esta Ley y sus disposiciones reglamentarias correspondientes.**

**Los patrones deberán dar aviso al Instituto de los cambios de domicilio y de denominación o razón social, aumento o disminución de obligaciones fiscales, suspensión o reanudación de actividades, clausura, fusión, escisión, enajenación y declaración de quiebra y suspensión de pagos. Asimismo harán del conocimiento del Instituto las altas, bajas, modificaciones de salarios, ausencias e incapacidades y demás datos de los trabajadores, necesarios al Instituto para dar cumplimiento a las obligaciones contenidas en este artículo. El Instituto podrá convenir con el Instituto Mexicano del Seguro Social los términos y requisitos para simplificar y unificar los procesos antes descritos.**

31

**El registro de los patrones y la inscripción de los trabajadores, así como los demás avisos a que se refieren los párrafos anteriores, deberán presentarse al Instituto dentro de un plazo no mayor de cinco días hábiles, contados a partir de que se den los supuestos a que se refiere el párrafo anterior.**

**Los cambios en el salario base de aportación y de descuentos, surtirán efectos a partir de la fecha en que éstos ocurran.**

**La información a que se refiere este artículo, podrá proporcionarse en dispositivos magnéticos o de telecomunicación, en los términos que señale el Instituto.**

*Confidencialidad de la información*

**Los documentos, datos e informes que los trabajadores, patrones y demás personas proporcionen al Instituto en cumplimiento de las obligaciones que les impone esta Ley, serán estrictamente confidenciales y no podrán comunicarse o darse a conocer en forma nominativa e individual, salvo cuando se trate de juicios y procedimientos en que el Instituto fuere parte y en los casos previstos por Ley.<sup>47</sup>**

32 - 34

*Derecho de los trabajadores a proporcionar información*

**ARTICULO 32. En el caso de que el patrón no cumpla con la obligación de inscribir al trabajador, o de enterar al Instituto las aportaciones y descuentos a los salarios, los trabajadores tienen derecho de acudir al Instituto y proporcionarle los informes correspondientes; sin que ello releve al patrón del cumplimiento de su obligación y lo exima de las sanciones en que hubiere incurrido.<sup>48</sup>**

*Inscripción directa del Instituto*

**ARTICULO 33. El Instituto podrá registrar a los patrones e inscribir a los trabajadores y precisar su salario base de aportación, aun sin previa gestión de los interesados y sin que ello releve al patrón de su obligación y de las responsabilidades y sanciones por infracciones en que hubieren incurrido.<sup>49</sup>**

**ARTICULO 34.** El trabajador tendrá derecho, en todo momento, a solicitar información a las administradoras de fondos para el retiro sobre el monto de las aportaciones registradas a su favor. La información anterior, también podrá solicitarla el trabajador a través del Instituto o del patrón al que preste sus servicios.

Tratándose de los trabajadores que reciban crédito de vivienda por parte del Instituto, tendrán derecho a solicitar y obtener información directa de éste o a través del patrón al que preste

34 - 36

sus servicios sobre el monto de los descuentos, incluyendo las aportaciones aplicadas a cubrir su crédito, y el saldo del mismo.

Al terminarse la relación laboral, el patrón deberá entregar al trabajador una constancia de la clave de su registro.<sup>50</sup>

*Periodicidad y plazo de pago*

**ARTICULO 35.** El pago de las aportaciones y descuentos señalados en el artículo 29 será por mensualidades vencidas, a más tardar los días diecisiete del mes inmediato siguiente.

*Emisión conjunta de liquidaciones IMSS*

El Instituto podrá emitir y notificar liquidaciones para el cobro de las aportaciones y descuentos a que se refiere el artículo 29. Estas liquidaciones podrán ser emitidas y notificadas por el Instituto Mexicano del Seguro Social conjuntamente con las liquidaciones del seguro de retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, previo convenio de coordinación entre ambas instituciones.<sup>51</sup>

*Exención de impuestos de los fondos de vivienda*

**ARTICULO 36.** Las aportaciones previstas en esta Ley, así como los intereses de las subcuentas de vivienda a que se refiere el

36 - 38

artículo 39, estarán exentos de toda clase de impuestos.<sup>52</sup>

**ARTICULO 37.** El derecho del trabajador y, en su caso, de los beneficiarios, a recibir los recursos de la subcuenta de vivienda en los términos descritos en el artículo 40, prescribe a favor del Fondo Nacional de la Vivienda a los diez años de que sean exigibles.<sup>53</sup>

**ARTICULO 38.** Las empresas operadoras de la Base de Datos Nacional SAR proporcionarán al Instituto la información correspondiente a las aportaciones y descuentos realizados en los términos de la Ley de los Sistemas de Ahorro para el Retiro y su Reglamento, así como toda aquella necesaria para el cumplimiento de sus fines.

El Instituto proporcionará directamente al Instituto Mexicano del Seguro Social y a las empresas operadoras de la Base de Datos Nacional SAR, la información relativa a patrones y trabajadores, así como las actualizaciones periódicas de dicha información.

38

Las administradoras de fondos para el retiro deberán informar a cada trabajador el estado de su subcuenta de vivienda dentro del estado de la cuenta individual en los términos, periodicidad y forma que al efecto establezca la Ley de los Sistemas de Ahorro para el Retiro, sin perjuicio de que el asegurado en todo tiempo tenga el derecho a solicitar cualquier tipo de información relacionada con la subcuenta de vivienda a la propia administradora.

Los trabajadores titulares de las cuentas individuales y sus beneficiarios, directamente o a través de sus apoderados o representantes sindicales, así como sus patrones, podrán presentar sus reclamaciones en contra de las administradoras de fondos para el retiro o entidades financieras autorizadas por la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, ante esta misma Comisión, en los términos dispuestos por la Ley de los Sistemas de Ahorro para el Retiro.

La información que manejen las administradoras de fondos para el retiro, así como las empresas operadoras estará sujeta, en materia de confidencialidad, a las disposiciones de carácter general que emita la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, en términos de la Ley correspondiente.

38 - 39

La documentación y demás características de estas cuentas no previstas en esta Ley y en la Ley del Seguro Social se sujetarán a lo dispuesto por la Ley de los Sistemas de Ahorro para el Retiro.<sup>54</sup>

*Pago de intereses a la subcuenta de vivienda*

**ARTICULO 39.** El saldo de las subcuentas de vivienda causará intereses a la tasa que determine el Consejo de Administración del Instituto, la cual deberá ser superior al incremento del salario mínimo del Distrito Federal.

*Cantidad básica*

El interés anual que se acreditará a las subcuentas de vivienda, se integrará con una cantidad básica que se abonará en doce exhibiciones al final de cada uno de los meses de enero a diciembre, más una cantidad de ajuste al cierre del ejercicio.

Para obtener la cantidad básica, se aplicará al saldo de las subcuentas de vivienda, la tasa de incremento del salario mínimo del Distrito Federal que resulte de la revisión que para ese año haya aprobado la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos.

*Remanente de operación*

El Consejo de Administración procederá, al cierre de cada ejercicio, a calcular los ingresos y egresos del Instituto de acuerdo con los criterios aplicables y ajustándose a sanas técnicas contables y a las disposiciones emitidas por la Comi-

39 - 40

sión Nacional Bancaria y de Valores para determinar el remanente de operación. No se considerarán remanentes de operación las cantidades que se lleven a las reservas previstas en esta Ley.

Una vez determinado por el Consejo de Administración el remanente de operación del Instituto en los términos del párrafo anterior, se le disminuirá la cantidad básica para obtener la cantidad de ajuste resultante. Dicha cantidad de ajuste se acreditará en las subcuentas de vivienda a más tardar en el mes de marzo de cada año.<sup>55</sup>

**ARTICULO 40.** Los fondos de la subcuenta de vivienda que no hubiesen sido aplicados de acuerdo al artículo 43 Bis, serán transferidos a las administradoras de fondos para el retiro para la contratación de la pensión correspondiente o su entrega, según proceda, en los términos de lo dispuesto por las Leyes del Seguro Social, en particular en sus artículos 119, 120, 127, 154, 159, 170, 190 y 193 y de los Sistemas de Ahorro para el Retiro, particularmente, en sus artículos 3°, 18, 80, 82 y 83.

*Solicitud de transferencia de recursos*

A efecto de lo anterior, el trabajador o sus beneficiarios deberán solicitar al Instituto la transferencia de los recursos de la subcuenta de vivienda a las administradoras de fondos para el retiro. El Instituto podrá convenir con el Instituto Mexicano

40 - 41

del Seguro Social los términos y requisitos para simplificar y unificar los procesos para autorizar la disponibilidad de los recursos a que se refiere el párrafo anterior.<sup>56</sup>

*Elección de vivienda*

**ARTICULO 41.** El trabajador tendrá derecho de elegir la vivienda nueva o usada, a la que se aplique el importe del crédito que reciba con cargo al Fondo Nacional de la Vivienda, misma que podrá o no ser parte de conjuntos habitacionales financiados con recursos de dicho Fondo.

*Prórrogas a trabajadores para el pago de créditos*

Cuando un trabajador hubiere recibido crédito del Instituto, éste le otorgará a partir de la fecha en que haya dejado de percibir ingresos salariales, prórrogas en los pagos de la amortización que tenga que hacer por concepto de capital e intereses ordinarios. Para tal efecto, el trabajador acreditado deberá presentar su solicitud al Instituto dentro del mes siguiente a la fecha en que deje de percibir ingresos salariales. Durante dichas prórrogas los pagos de principal y los intereses ordinarios que se generen se capitalizarán al saldo insoluto del crédito. En caso de que el trabajador no solicite la prórroga en el plazo de 30 días, ésta no se le autorizará.<sup>57</sup>

41 - 42

**Las prórrogas que se otorguen al trabajador de conformidad con el párrafo anterior no podrán ser mayores de doce meses cada una, ni exceder en su conjunto más de veinticuatro meses y terminarán anticipadamente cuando el trabajador inicie una nueva relación laboral.<sup>58</sup>**

**En caso de que hayan transcurrido treinta años contados a partir de la fecha de otorgamiento del crédito, el Instituto lo liberará del saldo pendiente excepto en caso de pagos omisos del trabajador o por prórrogas concedidas.<sup>59</sup>**

**ARTICULO 42.** Los recursos del Instituto se destinarán:

**En línea uno al financiamiento de la construcción de conjuntos de habitaciones para ser adquiridas por los trabajadores, mediante créditos que les otorgue el Instituto. Estos financiamientos sólo se concederán por concurso, tratándose de programas habitacionales aprobados por el Instituto y que se ajusten a las disposiciones aplicables en materia de construcción.**

42

**Asimismo, el Instituto podrá descontar a las entidades financieras que cuenten con la respectiva autorización emitida para tal efecto por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, los financiamientos que hayan otorgado para aplicarse a la construcción de conjuntos habitacionales. Estos descuentos serán con la responsabilidad de esas entidades financieras.**

**El Instituto en todos los financiamientos que otorgue para la realización de conjuntos habitacionales, establecerá la obligación para quienes los construyan, de adquirir con preferencia, los materiales que provengan de empresas ejidales, cuando se encuentren en igualdad de calidad, precio y oportunidad de suministro a los que ofrezcan otros proveedores;<sup>60</sup>**

**Al otorgamiento de créditos a los trabajadores que sean titulares de depósitos constituidos a su favor en el Instituto:**

**En línea dos a la adquisición en propiedad de habitaciones;**

**En línea tres a la construcción de vivienda;**

**En línea cuatro a la reparación, ampliación o mejoras de habitaciones,  
y**

**En línea cinco al pago de pasivos adquiridos por cualquiera de los conceptos anteriores.**

42

*Descuentos a entidades financieras*

**Asimismo, el Instituto podrá descontar a las entidades financieras que cuenten con la respectiva autorización emitida para tal efecto por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, los créditos que haya otorgado para aplicarse a los conceptos señalados en los incisos anteriores. Estos descuentos serán con la responsabilidad de esas entidades financieras.<sup>61</sup>**

**Al pago de capital e intereses de la subcuenta de vivienda de los trabajadores en los términos de ley;<sup>62</sup>**

**A cubrir los gastos de administración, operación y vigilancia del Instituto;<sup>63</sup>**

**A la inversión de inmuebles destinados a sus oficinas, y de muebles estrictamente necesarios para el cumplimiento de sus fines;<sup>64</sup>**

**A las demás erogaciones relacionadas con su objeto.**

*Exención de contribuciones de contratos y operaciones*

**Los contratos y las operaciones relacionados con los inmuebles a que se refiere este artículo, así como el desarrollo y ejecución de**

42

los conjuntos de habitaciones que se edifiquen con financiamiento del Instituto, estarán exentos del pago de toda clase de impuestos, derecho o contribuciones de la Federación, de los Estados o del Distrito Federal y, en su caso, el precio de venta a que se refiere el artículo 48 se tendrá como valor de avalúo de las habitaciones. El impuesto predial y los derechos por consumo de agua, así como las donaciones y equipamiento urbano se causarán y cumplirán en los términos de las disposiciones legales aplicables. Tanto las garantías como las inscripciones

correspondientes se ajustarán en los términos del artículo 44, sin que se cause impuesto o derecho alguno, ni deban efectuarse trámites de registro adicionales.<sup>65</sup>

*Escrituración privada*

Los contratos y las operaciones a que se refiere el párrafo anterior, así como la constitución del régimen de propiedad en condominio de los conjuntos que financie el Instituto podrán hacerse constar en documentos privados, ante dos testigos, e inscribirse en el Re-gistro Público de la Propiedad que corresponda, con la constancia del registrador sobre la autenticidad de las firmas y de la voluntad de las partes.

Los beneficios otorgados por el presente artículo a los programas habitacionales que se realizan con fondos del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, se harán extensivos a los trabajadores derechohabientes de ese Instituto, que realicen operaciones de compra de casa habitación por medios distintos a los del Instituto, siempre y cuando sean para su uso y el monto de

42 - 43

la operación así realizada no sea superior al valor de las casas habitación que el mismo proporciona a sus afiliados. Por el excedente se pagarán los impuestos en los términos previstos por las leyes respectivas.<sup>66</sup>

*Administración de recursos del Fondo de Vivienda*

**ARTICULO 43. En los términos de la fracción XII del apartado “A” del artículo 123 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la administración de los recursos del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores estará a cargo del Instituto.**

*Depósito de recursos en el Banco de México*

**Las aportaciones, así como los descuentos para cubrir los créditos que otorgue el Instituto que reciban las entidades receptoras autorizadas conforme a esta Ley, deberán ser transferidas a la cuenta que el Banco de México le lleve al Instituto, en los términos y conforme a los procedimientos que se establezcan en el Reglamento de la Ley de los Sistemas de Ahorro para el Retiro. Dichos recursos deberán invertirse, en tanto se aplican a los fines señalados en el artículo anterior, en valores a cargo del Gobierno Federal e instrumentos de la Banca de Desarrollo.**

**Sin perjuicio de lo anterior, el Instituto con cargo a dicha cuenta, podrá mantener en efectivo o en depósitos bancarios**

43 - 43 BIS

**a la vista las cantidades estrictamente necesarias para la realización de sus operaciones diarias.**

**Por los servicios de recepción de pagos que las entidades receptoras le brinden al Instituto, éste podrá, por acuerdo de su Consejo de Administración, establecer el mecanismo de remuneración correspondiente, de conformidad con las disposiciones de carácter general que emita la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro.<sup>67</sup>**

*Aplicación de la subcuenta para el pago de créditos*

**ARTICULO 43 BIS. Al momento en que el trabajador reciba crédito del Instituto, el saldo de la subcuenta de vivienda de su cuenta individual se aplicará como pago inicial de alguno de los conceptos a que se refieren los incisos de la fracción II del artículo 42.**

**Durante la vigencia del crédito concedido al trabajador, las aportaciones patronales a su favor se aplicarán a reducir el saldo insoluto a cargo del propio trabajador.**

*Saldo de subcuenta como garantía*

**El trabajador derechohabiente que obtenga un crédito de alguna entidad financiera para aplicarlo al pago de la construcción o adquisición de su habitación, podrá dar en garantía de tal crédito, el saldo de su subcuenta de vivienda. Dicha garantía únicamente cubrirá la falta de pago en que pueda incurrir el acreditado al perder su relación laboral. Esta garantía se incre-**

43 BIS

**mentará con las aportaciones patronales subsecuentes, que se abonen a la subcuenta de vivienda del trabajador. En el evento de que dicha garantía se haga efectiva, se efectuarán los retiros anticipados del saldo de la subcuenta de vivienda que corresponda para cubrir el monto de los incumplimientos de que se trate.**

*Cofinanciamiento*

**El Instituto podrá otorgar créditos a los trabajadores derechohabientes en cofinanciamiento con entidades financieras, en cuyo caso, el trabajador también podrá otorgar la garantía a que se refiere el párrafo inmediato anterior. Dicha garantía se constituirá sobre el saldo que la subcuenta de vivienda registre al momento del otorgamiento del crédito. Las aportaciones que se efectúen a la subcuenta citada con posterioridad al otorgamiento del**

**crédito se aplicarán a cubrir el saldo insoluto del crédito que haya otorgado el Instituto.**

**En el supuesto de cofinanciamiento a que se refiere el párrafo inmediato anterior, el Instituto deberá otorgar crédito al trabajador derechohabiente cuando el crédito que reciba de la entidad financiera de que se trate, se otorgue en base a fondos de ahorro establecidos en planes de previsión social que reúnan los requisitos de deducibilidad que se establezcan en las disposiciones fiscales correspondientes.**

**En el caso de que el trabajador obtenga crédito de alguna entidad financiera y el Instituto no pueda otorgar crédito en términos de lo dispuesto en el párrafo inmediato anterior, el trabajador tendrá derecho a que durante la vigencia de dicho crédito, las subsecuentes aportaciones patronales a su favor**

43 BIS - 44

**se apliquen a reducir el saldo insoluto a cargo del propio trabajador y a favor de la entidad financiera de que se trate.**

**Previo convenio con la entidad financiera participante, el Instituto podrá incluir en el porcentaje de descuento que el patrón efectúe al salario del trabajador acreditado, el importe que corresponda a los créditos otorgados en los términos del presente artículo.<sup>68</sup>**

*Indexación de saldos de créditos*

**ARTICULO 44. El saldo de los créditos otorgados a los trabajadores a que se refiere la fracción II del artículo 42, se revisará cada vez que se modifiquen los salarios mínimos, incrementándose en la misma proporción en que aumente el salario mínimo general que rija en el Distrito Federal.<sup>69</sup>**

*Intereses de Créditos*

Asimismo, los créditos citados devengarán intereses sobre el saldo ajustado de los mismos, a la tasa que determine el Consejo de Administración. Dicha tasa no será menor del cuatro por ciento anual sobre saldos insolutos.

*Plazo de créditos*

Los créditos se otorgarán a un plazo no mayor de 30 años.<sup>70</sup>

45 - 46

*Convocatorias de subastas*

**ARTICULO 45. Las convocatorias para las subastas de financiamiento se**

**formularán por el Consejo de Administración conforme a criterios que tomen debidamente en cuenta la equidad y su adecuada distribución entre las distintas regiones y localidades del país, procurando la desconcentración de las zonas urbanas más densamente pobladas. Antes de formular las convocatorias se analizarán, para tomarse en cuenta, las promociones del Sector Obrero, de los trabajadores en lo individual y del Sector Patronal.<sup>71</sup>**

*Criterios de distribución de recursos*

**ARTICULO 46.** En la aplicación de los recursos a que se refiere el artículo anterior se considerarán, entre otras, las siguientes circunstancias:

La demanda de habitación y las necesidades de vivienda, dando preferencia a los trabajadores de bajos salarios, en las diversas regiones o localidades del país;

La factibilidad y posibilidades reales de llevar a cabo construcciones habitacionales;

El monto de las aportaciones al Fondo provenientes de las diversas regiones y localidades del país; y

46 - 48

El número de trabajadores en las diferentes regiones o localidades del Territorio Nacional.

*Reglas para el otorgamiento de créditos*

**ARTICULO 47.** El Consejo de Administración expedirá las reglas conforme a las cuales se otorgarán en forma inmediata y sin exigir más requisitos que los previstos en las propias reglas, los créditos a que se refiere la fracción II del artículo 42. Dichas reglas deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación.<sup>72</sup>

Las reglas antes citadas tomarán en cuenta entre otros factores la oferta y demanda regional de vivienda, el número de miembros de la familia de los trabajadores, los saldos de la subcuenta de vivienda del trabajador de que se trate y el tiempo durante el cual se han efectuado las aportaciones a la misma, si el trabajador es propietario o no de su vivienda, así como su salario o el ingreso conyugal si hay acuerdo de los interesados.

Los trabajadores podrán recibir crédito del Instituto por una sola vez.<sup>73</sup>

**ARTICULO 48.** El Consejo de Administración mediante disposiciones de carácter general que al efecto publique en el Diario Oficial de la Federación, determinará: los montos máximos de los créditos

48 - 49

que otorgue el Instituto, en función de, entre otros factores, los ingresos de los trabajadores acreditados, así como el precio máximo de venta de las habitaciones cuya adquisición o construcción pueda ser objeto de los créditos citados.<sup>74</sup>

*Vencimiento anticipado de créditos*

**ARTICULO 49.** Los créditos que otorgue el Instituto, se rescindirán y por lo tanto se darán por vencidos anticipadamente, cuando sin su autorización los deudores enajenen, incluida la permuta, o graven su vivienda, así como cuando incurran en cualesquiera de las causales de violación consignadas en los contratos respectivos.<sup>75</sup>

Tratándose de créditos otorgados para la adquisición de viviendas financiadas directamente por el Instituto, éstos se darán por cancelados y el contrato rescindido si los deudores incurrir en alguna de las causales señaladas en el párrafo anterior, por lo que el deudor o quien ocupe la vivienda deberá desocuparla en un término de 45 días naturales contados a partir de la fecha en que se reciba el aviso respectivo.

En el caso del párrafo anterior, las cantidades que hayan cubierto los trabajadores hasta la fecha en que se desocupe la vivienda, se aplicarán a favor del Instituto a título de pago por el uso de la propia vivienda.<sup>76</sup>

50 - 51

*Vigilancia de los créditos*

**ARTICULO 50.** El Instituto vigilará que los créditos y los financiamientos que otorgue, se destinen al fin para el que fueron concedidos.

*Seguro para la liberación de adeudo*

**ARTICULO 51.** Los créditos que el Instituto otorgue a los trabajadores estarán cubiertos por un seguro para los casos de incapacidad total permanente o de muerte, que libere al trabajador o a sus beneficiarios de las obligaciones, gravámenes o limitaciones de dominio a favor del Instituto derivados de esos

créditos.<sup>77</sup>

Para estos efectos, se entenderá por incapacidad total permanente la pérdida de las facultades o aptitudes de una persona, que la imposibilite para desempeñar cualquier trabajo el resto de su vida, cualquiera que sea la naturaleza del riesgo que la haya producido.<sup>78</sup>

**El costo del seguro a que se refieren los párrafos anteriores quedará a cargo del Instituto.<sup>79</sup>**

*Promoción de esquemas de aseguramiento*

**A fin de proteger el patrimonio de los trabajadores, el Instituto podrá participar con empresas públicas y privadas para promover el desarrollo así como el abaratamiento de esquemas**

51

**de aseguramiento a cargo de los acreditados, que permitan ampliar la cobertura de siniestros.<sup>80</sup>**

Tratándose de los casos de incapacidad parcial permanente, cuando ésta sea del 50 por ciento o más, o invalidez definitiva, en los términos de la Ley del Seguro Social, se liberará al trabajador acreditado del adeudo, los gravámenes o limitaciones de dominio a favor del Instituto, siempre y cuando no sea sujeto de una nueva relación de trabajo por un período mínimo de dos años, lapso durante el cual gozará de una prórroga, sin causa de intereses, para el pago de su crédito. La existencia de cualquiera de estos supuestos deberá probarse ante el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores dentro del mes siguiente a la fecha en que se determinen.<sup>81</sup>

*Beneficiarios del crédito*

Los trabajadores acreditados podrán manifestar expresamente su voluntad ante el Instituto, en el acto del otorgamiento del crédito o posteriormente, para que en caso de muerte, la liberación de las obligaciones, gravámenes o limitaciones de dominio que existan a favor del Instituto, así como la adjudicación del inmueble libre de aquéllos, se haga en beneficio de las personas que designen conforme a lo que señala el artículo 40 de esta Ley, con la prelación ahí establecida cuando así lo haya manifestado expresamente el trabajador, con sólo las formalidades previstas en el penúltimo párrafo del artículo 42 de esta misma Ley y la constancia que asiente el Instituto sobre la voluntad del trabajador y los medios con que se acrediten la capacidad e identidad de los beneficiarios. En

51 - 51 BIS

caso de controversia, el Instituto procederá exclusivamente a la liberación referida y se abstendrá de adjudicar el inmueble.

En los casos a que se refiere el párrafo anterior, los Registros Públicos de la Propiedad correspondientes deberán efectuar la inscripción de los inmuebles en favor de los beneficiarios, cancelando en consecuencia la que existiere a nombre del trabajador y los gravámenes o limitaciones de dominio que hubieren quedado liberados.<sup>82</sup>

*Adjudicación de financiamientos. Subastas públicas*

**ARTICULO 51 BIS.** Los financiamientos para la construcción de conjuntos de habitaciones para ser adquiridas por los trabajadores se adjudicarán a las personas que estén inscritas en el registro de constructores que al efecto lleve el Instituto, a través de subastas públicas, mediante convocatoria para que libremente se presenten proposiciones en sobre cerrado, que será abierto públicamente.<sup>83</sup>

**El saldo insoluto de los financiamientos para la construcción de conjuntos de habitaciones que otorgue el Instituto, no podrá exceder de un vigésimo del saldo insoluto de los créditos a que se refiere la fracción II del artículo 42.<sup>84</sup>**

51 BIS 1

*Publicación y requisitos de las convocatorias*

**ARTICULO 51 BIS 1.** Las convocatorias, que podrán referirse a uno o más conjuntos habitacionales, se publicarán en uno de los diarios de mayor circulación en el país y simultáneamente, cuando menos en uno de la entidad federativa donde se ejecutarán las obras y contendrán, como mínimo, los requisitos siguientes:

La descripción general de la obra que se desee ejecutar;

La tasa de interés mínima a pagar por el financiamiento de que se trate;

Las condiciones que deberán cumplir los interesados, particularmente en cuanto al tiempo de terminación de la obra;

El plazo para la inscripción de interesados, que no podrá ser menor de treinta días hábiles contados a partir de la fecha de la publicación de la convocatoria;

El plazo en que el Instituto autorizará a las personas inscritas a participar en la subasta, y

El lugar, fecha y hora en que se celebrará el acto de la apertura de los sobres que contengan las posturas.

En el ejercicio de sus respectivas atribuciones, las Secretarías de la Contraloría General de la Federación y de Hacienda y Crédito Pú-

51 BIS 1 - 51 BIS 4

blico, podrán intervenir en todo el proceso de adjudicación del financiamiento.<sup>85</sup>

#### *Garantías en las subastas*

**ARTICULO 51 BIS 2.** Las personas que participen en las subastas, deberán garantizar al Instituto: las posturas, la correcta inversión de los recursos del financiamiento que, en su caso, reciban, y el pago del financiamiento.

El Consejo de Administración del Instituto fijará las bases y porcentajes a los que deberán sujetarse las garantías que deban constituirse.<sup>86</sup>

#### *Sobretasa de interés de los financiamientos*

**ARTICULO 51 BIS 3.** El Consejo de Administración del Instituto determinará la sobretasa de interés que causarán los financiamientos a partir de su otorgamiento, en caso de que las viviendas construidas en conjuntos habitacionales financiados por el Instituto se vendan a precios superiores a aquéllos que se determinen para el conjunto de que se trate, en términos del artículo 48 de esta Ley o el conjunto respectivo no se concluya en los tiempos establecidos.<sup>87</sup>

#### *Prohibición para obtener financiamiento*

**ARTICULO 51 BIS 4.** No podrán obtener financiamiento del Instituto las personas siguientes:

51 BIS 4 - 51 BIS 5

Los miembros del Consejo de Administración y trabajadores del Instituto, sus cónyuges o parientes consanguíneos o por afinidad hasta el segundo grado, así como aquéllas en las que participen como accionistas, administradores, gerentes, apoderados o comisarios. El Consejo de Administración podrá autorizar excepciones a lo dispuesto en esta fracción, mediante reglas de carácter general aprobadas por lo menos por tres consejeros de cada uno de los sectores, y

Las que se encuentren en incumplimiento respecto de la ejecución de otra u otras construcciones de conjuntos habitacionales financiados por el Instituto.<sup>88</sup>

#### *Formalización de la adjudicación del financiamiento*

**ARTICULO 51 BIS 5.** La adjudicación del financiamiento obligará al Instituto y a la persona en quien la misma recaiga, a formalizar el documento relativo dentro de los veinte días hábiles siguientes al de la adjudicación.

Si el interesado no firmare el contrato por causas no imputables al Instituto, perderá en favor del propio Instituto la garantía que hubiere otorgado, el cual podrá, sin necesidad de un nuevo procedimiento, adjudicar el financiamiento al segundo participante en la subasta respectiva, en los términos de su propuesta y así sucesivamente.<sup>89</sup>

51 BIS 6 - 53

#### *Responsabilidad de contratistas*

**ARTICULO 51 BIS 6.** Los contratistas de obras financiadas por el Instituto responderán ante los adquirentes de los defectos que resultaren en las mismas, de los vicios ocultos y de cualesquiera otra responsabilidad en que hubieren incurrido, en los términos de las disposiciones aplicables.<sup>90</sup>

#### *Recurso de inconformidad*

**ARTICULO 52.** En los casos de inconformidad de las empresas, de los trabajadores o sus beneficiarios sobre la inscripción en el Instituto, derecho a créditos, cuantía de aportaciones y de descuentos, así como sobre cualquier acto del Instituto que lesione derechos de los trabajadores inscritos, de sus beneficiarios o de los patrones, se podrá promover ante el propio Instituto un recurso de inconformidad.

El Reglamento correspondiente, determinará la forma y términos en que se podrá interponer el recurso de inconformidad a que se refiere este artículo.

*Junta Federal de Conciliación y Arbitraje. Controversias*

**ARTICULO 53.** Las controversias entre los trabajadores o sus beneficiarios y el Instituto, sobre derechos de aquéllos se resolverán por la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje una vez agotado, en su caso, el recurso que establece el artículo anterior.

53 - 55

Las controversias derivadas de adeudos de los trabajadores al Instituto por créditos que éste les haya concedido, una vez agotado, en su caso, el recurso a que se refiere el artículo anterior, se tramitarán ante los tribunales competentes.

Será optativo para los trabajadores, sus causahabientes o beneficiarios, agotar el recurso de inconformidad o acudir directamente a la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje o a los tribunales competentes.

*Tribunal Fiscal de la Federación. Controversias*

**ARTICULO 54.** Las controversias entre los patrones y el Instituto, una vez agotado, en su caso, el recurso de inconformidad se resolverán por el Tribunal Fiscal de la Federación.

Será optativo para los patrones agotar el recurso de inconformidad o acudir directamente ante el Tribunal Fiscal de la Federación.

*Imposición de multas por parte del Instituto*

**ARTICULO 55.** Independientemente de las sanciones específicas que establece esta Ley, las infracciones a la misma que en perjuicio de sus trabajadores o del Instituto cometan los patrones, se castigarán con multas por el equivalente de tres a trescientas cincuenta veces el salario mínimo general diario vigente en el Distrito Federal en el tiempo en el que se cometa la violación.

55 - 56

Cuando la infracción consista en la falta de información que impida la

individualización de las aportaciones a la subcuenta de vivienda de las cuentas del sistema de ahorro para el retiro, la sanción que se imponga al patrón infractor será la que resulte mayor de entre el cincuenta por ciento de las aportaciones no individualizadas y la que corresponda al máximo en términos del párrafo anterior y del reglamento, independientemente de que se hayan enterado las aportaciones respectivas en los plazos establecidos en ley.

Las multas previstas en este artículo serán impuestas por el Instituto de acuerdo con los reglamentos respectivos. Las multas referidas en el primer párrafo no se aplicarán a los patrones que enteren espontáneamente en los términos del Código Fiscal de la Federación, las aportaciones y descuentos correspondientes.<sup>91</sup>

*Actualización y recargos por pagos extemporáneos.*

**ARTICULO 56. El incumplimiento de los patrones para enterar puntualmente las aportaciones y los descuentos a que se refiere el artículo 29 causarán actualización y recargos y en su caso, gastos de ejecución, conforme a lo dispuesto por el Código Fiscal de la Federación.**

*Prórrogas*

**El Instituto, a solicitud de los patrones, podrá conceder prórroga para el pago de los adeudos derivados de aportaciones no cubiertas, en los términos del Código Fiscal de la Federación, de la Ley del Instituto y sus reglamentos. Para tales efectos, el**

56 - 57

**Instituto deberá abonar a la subcuenta de vivienda del trabajador, el importe equivalente a los intereses que correspondan al período de omisión del patrón, así como los que se generen durante el tiempo que comprenda la prórroga, de conformidad a lo previsto en el artículo 39. En estos casos, el término de diez días a que se refiere el artículo 30, correrá a partir de la fecha de cumplimiento de la última parcialidad.**

**El Instituto deberá informar a la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro de las prórrogas otorgadas.**

**Sin perjuicio de lo anterior, los patrones deberán proporcionar copias de las prórrogas a la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, así como a las entidades financieras que mediante reglas generales determine la misma Comisión.<sup>92</sup>**

**ARTICULO 57.** Comete delito equiparable al de defraudación fiscal en los términos del Código Fiscal de la Federación, y será sancionado con las penas señaladas para dicho ilícito, quien haga uso de engaño, aproveche error, simule algún acto jurídico u oculte datos, para omitir total o parcialmente el pago de las aportaciones o el entero de los descuentos realizados.

58 - 59

*Fraude*

**ARTICULO 58.** Se reputará como fraude y se sancionará como tal, en los términos del Código Penal para el Distrito Federal en Materia de Fuero Común y para toda la República en Materia de Fuero Federal, el obtener los créditos o recibir los depósitos a que esta ley se refiere, sin tener derecho a ello, mediante engaño, simulación o sustitución de persona.<sup>93</sup>

*Aportaciones voluntarias.*

**ARTICULO 59.** Los trabajadores tendrán en todo tiempo el derecho a realizar aportaciones voluntarias a su cuenta individual, ya sea por conducto de su patrón al efectuarse el entero de las aportaciones o por sí mismos. En estos casos las aportaciones se depositarán a la subcuenta de aportaciones voluntarias.

Previo consentimiento del trabajador, el importe de las aportaciones voluntarias a que se refiere el párrafo anterior, podrá ser transferido a la subcuenta de vivienda, a fin de que sea aplicado para el otorgamiento de un crédito a su favor, en los términos de la presente Ley.

*Depósitos extraordinarios*

Por otra parte, los trabajadores por sí mismos o por conducto de sus patrones, podrán realizar depósitos extraordinarios des-

59 64

tinados específicamente a los programas de vivienda que apruebe el Consejo de Administración.<sup>94</sup>

**ARTICULO 60.** SE DEROGA.<sup>95</sup>

**ARTICULO 61. SE DEROGA.<sup>96</sup>**

*Regulación de relación laboral del Instituto*

**ARTICULO 62.** Las relaciones de trabajo entre el Instituto y su personal, se regirán por las disposiciones de la Ley Federal del Trabajo.

*Regulación de los remanentes de operación*

**ARTICULO 63.** Los remanentes que obtenga el Instituto en sus operaciones, no estarán sujetos al Impuesto Sobre la Renta ni a la participación de los trabajadores en las utilidades de las empresas.

*No participación del Instituto en la administración de los conjuntos*

**ARTICULO 64.** El Instituto no podrá intervenir en la administración, operación o mantenimiento de conjuntos habitacionales, ni sufragar los gastos correspondientes a estos conceptos.<sup>97</sup>

65 - 66

**ARTICULO 65. SE DEROGA.<sup>98</sup>**

*Vigilancia por parte de la SHCP y CNBS*

**ARTICULO 66.** Con el fin de que los recursos del Instituto se inviertan de conformidad con lo que dispone la presente Ley, el Gobierno Federal, a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y de la Comisión Nacional Bancaria y de Seguros, tendrá las siguientes facultades:

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público, vigilará que los programas financieros anuales del Instituto no excedan a los presupuestos de ingresos corrientes y de los financiamientos que reciba el Instituto. Dichos financiamientos deberán ser aprobados previamente por esta Secretaría, y

La Comisión Nacional Bancaria y de Seguros, aprobará los sistemas de organización de la contabilidad y de auditoría interna del Instituto y tendrá acceso a dicha contabilidad, pudiendo verificar los asientos y operaciones contables correspondientes. La propia Comisión vigilará que las operaciones del Instituto se ajusten a las normas establecidas y a las sanas prácticas, informando al Instituto y a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público de las irregularidades que pudiera encontrar, para que se corrijan.

En virtud de lo anterior, no son aplicables al Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, las disposiciones de la Ley para el control por parte del Gobierno Federal, de los Organismos Descentralizados y Empresas de Participación Estatal.

*Protección de los fondos de las subcuentas de vivienda*

**ARTICULO 67.** Los fondos de las subcuentas de vivienda a que esta Ley y la Ley del Seguro Social se refieren, no podrán ser objeto de compensación, cesión o embargo, excepto cuando se trate de los créditos otorgados con cargo al Fondo Nacional de la Vivienda.<sup>99</sup>

*Acreditada solvencia del Instituto*

**ARTICULO 68.** El Instituto se considerará de acreditada solvencia y no estará obligado a constituir depósitos o fianzas legales.<sup>100</sup>

*Convenios de coordinación y colaboración*

**ARTICULO 69.** El Instituto podrá celebrar convenios de coordinación y colaboración con las autoridades federales, estatales y municipales, según corresponda, para el mejor cumplimiento de sus funciones. Las dependencias y entidades públicas y privadas proporcionarán al Instituto la información estadística, censal y fiscal necesaria, para el mejor desarrollo de sus objetivos.<sup>101</sup>

70

*Exención de contribuciones federales*

**ARTICULO 70.** El Instituto no será sujeto de contribuciones federales, salvo los derechos de carácter federal correspondientes a la prestación de servicios públicos. El Instituto cubrirá el pago de los impuestos y derechos de carácter municipal, en las mismas condiciones en que deben pagar los demás causantes.<sup>102</sup>

## TRANSITORIOS

**TRANSITORIOS** del Decreto de la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 24 de abril de 1972.

**ARTICULO PRIMERO.** La presente Ley entrará en vigor el día de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

**ARTICULO SEGUNDO.** Las aportaciones a que se refiere el Capítulo III del Título Cuarto de la Ley Federal del Trabajo empezarán a causarse a partir del 1° de mayo del presente año.

**ARTICULO TERCERO.** El Consejo de Administración del Instituto presentará a la Asamblea, para su consideración y aprobación en su caso, los dictámenes a que se refiere el artículo 147 de la Ley Federal del Trabajo.

**ARTICULO CUARTO.** El primer ejercicio del Instituto terminará el 31 de diciembre de 1972. A dicho ejercicio sólo se aplicarán en lo conducente, los preceptos que contiene esta Ley en materia de programas, presupuestos y estados financieros.

**ARTICULO QUINTO.** La primera Asamblea General del Instituto deberá instalarse dentro de los 15 días siguientes a la fecha en que se expidan las bases a que se refiere el artículo 8° de esta Ley. México, D.F., a 21 de abril de 1972. "Año de Juárez". Renato Vega Alvarado, D.P. Vicente Fuentes Díaz, S.P. Ignacio F. Herreras, D. S. Juan Sabinés Gutiérrez, S.S. Rúbricas.

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la residencia del Poder Ejecutivo

Federal, en la ciudad de México, Distrito Federal, a los veintidós días del mes de abril de mil novecientos setenta y dos. Luis Echeverría Álvarez. Rúbrica. El Secretario del Trabajo y Previsión Social, Rafael Hernández Ochoa. Rúbrica. El Secretario de Hacienda y Crédito Público, Hugo B. Margáin. Rúbrica. El Secretario de Gobernación, Mario Moya Palencia. Rúbrica.

**TRANSITORIO** de la reforma a la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, publicado el 23 de diciembre de 1974. II

**ARTICULO UNICO.** El presente Decreto entrará en vigor noventa días después de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

México, D.F., a 20 de diciembre de 1974. “AÑO DE LA REPUBLICA FEDERAL Y DEL SENADO”. Francisco Luna Kan, S.P. Píndaro Urióstegui Miranda, D.P. Carlos Pérez Cámara, S.S. Carlos A. Madrazo Pintado, D.S. Rúbricas.

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la ciudad de México, Distrito Federal, a los veintiún días del mes de diciembre de mil novecientos setenta y cuatro. “Año de la República Federal y del Senado”. Luis Echeverría Álvarez. Rúbrica. El Secretario de Gobernación, Mario

Moya Palencia. Rúbrica.

**TRANSITORIO** de la reforma a la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, publicado el 13 de noviembre de 1981. III

**UNICO.** Este decreto entrará en vigor a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

México, D.F., 29 de octubre de 1981. Rubén Darío Somuano López, D.P. Víctor Manuel Liceaga Ruibal, S.P. Silvio Lagos Martínez, D.S. Rafael Minor Franco, S.S. Rúbricas.

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la ciudad de México, Distrito Federal, a los cuatro días del mes de noviembre de mil novecientos ochenta y uno. José López Portillo. Rúbrica. El Secretario del Trabajo y Previsión Social, Javier García Paniagua. Rúbrica. El Secretario de Hacienda y Crédito Público, David Ibarra Muñoz. Rúbrica. El Secretario de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, Pedro Ramírez Vázquez. Rúbrica. El Secretario de Gobernación, Enrique Olivares Santana. Rúbrica. El Jefe del Departamento del Distrito Federal, Carlos Hank González. Rúbrica.

**TRANSITORIOS** de la reforma a la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, publicados el 7 de enero de 1982. IV

**ARTICULO PRIMERO.** Este decreto entrará en vigor el día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

**ARTICULO SEGUNDO.** La obligación de enterar las aportaciones y los descuentos a que se refiere el artículo 29, conforme a la base salarial establecida en el artículo 143 de la Ley Federal del Trabajo, empezará a correr a partir del bimestre siguiente a aquél en que entre en vigor el presente decreto.

**ARTICULO TERCERO.** Las solicitudes de devolución de fondo de ahorro que se hubieren presentado con anterioridad a la entrada en vigor de este decreto se tramitarán y resolverán conforme a las disposiciones vigentes en la fecha de la presentación de la solicitud correspondiente.

**ARTICULO CUARTO.** Las solicitudes para la continuación voluntaria dentro del régimen del INFONAVIT que se hubieren presentado con anterioridad a la entrada en vigor de este decreto, se tramitarán y resolverán conforme a las disposiciones vigentes en la fecha de presentación de la solicitud correspondiente.

México, D.F., a 29 de diciembre de 1981. Marco Antonio Aguilar Cortés. D.P. Blas Chumacero Sánchez, S.P. Silvio Lagos Martínez, D.S. Luis León Aponte. S.S. Rúbricas.

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la ciudad de México, Distrito Federal, a los treinta días del mes de diciembre de mil novecientos ochenta y uno. José López Portillo. Rúbrica. El Secretario del Trabajo y Previsión Social, Sergio García Ramírez. Rúbrica. El Secretario de Gobernación, Enrique Olivares Santana. Rúbrica.

**TRANSITORIOS** de la reforma a la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, publicados el 30 de diciembre de 1983.

**ARTICULO PRIMERO.** Las solicitudes de entrega de depósitos presentados con anterioridad a estas reformas y pendientes de ser resueltas, se atenderán en los términos de las disposiciones legales anteriores a las propias reformas. Las solicitudes de entrega de depósitos presentadas con posterioridad a la iniciación de la vigencia de la Reforma al artículo 141 de la Ley Federal del Trabajo, se resolverán atendiendo a la norma vigente en el momento en que el derecho en que se funden se volvió exigible.

**ARTICULO SEGUNDO.** A partir de la entrada en vigor del presente Decreto, las aportaciones que se efectúen a favor de los trabajadores ya acreditados, se aplicarán íntegramente a constituir su fondo de ahorro.

**ARTICULO TERCERO.** El presente Decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

México, D. F., a 23 de diciembre de 1983. Luz Lajous, D. P. Raúl Salinas Lozano, S. P. Xóchitl Elena Llarena de G., D. S. Guillermo Mercado Romero, S. S. Rúbricas.

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la ciudad de México,

Distrito Federal, a los veintisiete días del mes de diciembre de mil novecientos ochenta y tres. Miguel de la Madrid Hurtado. Rúbrica. El Secretario del Trabajo y Previsión Social, Arsenio Farell Cubillas. Rúbrica. El Secretario de Gobernación, Manuel Bartlett Díaz. Rúbrica.

**TRANSITORIO** de la reforma a la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, publicado el 8 de febrero de 1985.

**UNICO.** El presente Decreto entrará en vigor el día siguiente de la fecha de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

México, D.F., a 17 de diciembre de 1984. Celso Humberto Delgado Ramírez, S. P. Enrique Soto Izquierda, D. P. Rafael Armando Herrera Morales, S. S. Arturo Contreras Cuevas, D.S. Rúbricas.

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los dieciocho días del mes de diciembre de mil novecientos ochenta y cuatro. Miguel de la Madrid H. Rúbrica. El Secretario del Trabajo y Previsión Social, Arsenio Farell Cubillas. Rúbrica. El Secretario de Gobernación, Manuel Bartlett D. Rúbrica. El Secretario de Hacienda

y Crédito Público, Jesús Silva Herzog Flores. Rúbrica.

IX

**TRANSITORIOS** de la reforma a la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, publicados el 13 de enero de 1986.

**PRIMERO.** Las solicitudes de entrega de depósitos y de liberación de adeudos presentadas con anterioridad a estas reformas y las que se presenten posteriormente, pero cuyos hechos generadores del derecho hayan surgido antes de su vigencia, serán resueltas conforme a dichas reformas.

**SEGUNDO.** El presente Decreto entrará en vigor al día siguiente de la fecha de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

México, D. F., a 20 de diciembre de 1985. Dip. Fernando Ortiz Arana, Presidente. Sen. Socorro Díaz Palacios, Presidenta. Dip. Juan Moisés Calleja, Secretario. Sen. Guillermo Mercado Romero, Secretario. Rúbricas.

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y para su debida publicación y observancia expido el presente Decreto en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la ciudad de México, Distrito Federal, a los veintiún días del mes de diciembre de 1985. Miguel de la Madrid H. Rúbrica. El Secretario de Gobernación, Manuel Bartlett D. Rúbrica. El Secretario del Trabajo y Previsión Social, Arsenio Farrell Cubillas. Rúbrica.

X

**TRANSITORIOS** de la Ley que establece, reforma, adiciona y deroga diversas disposiciones fiscales y que adiciona la Ley General de Sociedades Mercantiles, publicados el 28 de diciembre de 1989.

**ARTICULO PRIMERO.** La presente Ley entrará en vigor el día 1º de enero de 1990.

**ARTICULO SEGUNDO.** Quedan sin efectos las disposiciones administrativas, resoluciones, consultas, interpretaciones, autorizaciones o permisos de carácter general o que se hubieren otorgado a título particular, que contravengan o se opongan a lo preceptuado en esta Ley.

**ARTICULO TERCERO.** Los pagos provisionales de los impuestos sobre la renta, al valor agregado, así como el entero del impuesto sobre las erogaciones por remuneración al trabajo personal prestado bajo la dirección y dependencia de un patrón y las aportaciones señaladas en la fracción II del artículo 29 de la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, que deban efectuarse en el mes de enero de 1990, se podrán hacer en los plazos que establecen las disposiciones vigentes hasta el 31 de diciembre de 1989.

**ARTICULO CUARTO** .....

**ARTICULO QUINTO** .....

México, D. F., a 19 de diciembre de 1989. Dip. José Luis Lamadrid Sauza, Presidente. Sen. Alfonso Martínez Domínguez, Presidente. Dip. Hilda Anderson Nevárez de Rojas, Secretario. Sen. Hugo Domenzáin Guzmán, Secretario. Rúbricas.

XI

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la ciudad de México, Distrito Federal, a los veinte días del mes de diciembre de mil novecientos ochenta y nueve. Carlos Salinas de Gortari. Rúbrica. El Secretario de Gobernación, Fernando Gutiérrez Barrios. Rúbrica.

**TRANSITORIOS** de la reforma a la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, publicados el 24 de febrero de 1992.

**ARTICULO PRIMERO.** El presente Decreto entrará en vigor a partir del día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación, excepto las modificaciones al artículo 42, fracción V, que entrará en vigor el primero de enero de 1993.

**ARTICULO SEGUNDO.** La primera estimación del remanente de operación del Instituto se realizará a más tardar el 15 de diciembre de 1992, para efectos del ejercicio de 1993.

El Instituto deberá efectuar la primera subasta de financiamientos para la construcción de conjuntos de habitaciones a que se refieren los artículos 42 fracción II y 51 BIS a 51 BIS 6, a más tardar el 1º de enero de 1993.

El Instituto deberá ir ajustando gradual y consistentemente el saldo insoluto de los financiamientos para la construcción de conjuntos de habitaciones, de conformidad con lo señalado en el artículo 51 BIS, en un periodo que terminará en marzo de 1997.

**ARTICULO TERCERO.** A la entrada en vigor del presente Decreto se derogan todas aquellas disposiciones que se opongan al mismo.

**ARTICULO CUARTO.** Tanto a los depósitos constituidos como a los créditos otorgados, con anterioridad a la entrada en vigor del presente Decreto, les continuarán siendo aplicables las disposicio-

nes relativas que se encuentren vigentes con anterioridad a la mencionada entrada en vigor.

En un plazo de veinticuatro meses contado a partir de la entrada en vigor del presente Decreto, el Instituto deberá calcular el saldo de los mencionados depósitos constituidos a nombre de cada trabajador. Esta información deberá proporcionarse a los trabajadores en la forma y términos que determine el Consejo de Administración.

**ARTICULO QUINTO.** Los patrones estarán obligados a abrir una cuenta global a favor de sus trabajadores en la institución de crédito de su elección, con la aportación correspondiente al segundo bimestre de 1992, misma que deberán efectuar a más tardar el 29 de mayo de 1992. Las empresas que cuenten con menos de cien trabajadores, podrán abrir las cuentas de que trata este artículo hasta el 1º de julio de 1992.

Las aportaciones previstas en el artículo segundo transitorio del Decreto que reforma y adiciona diversas disposiciones de la Ley del Seguro Social y de la Ley del Impuesto sobre la Renta, las cuales serán por el equivalente al ocho por ciento del salario base de cotización de los trabajadores, a que se refiere el último párrafo del artículo 33 de la Ley del Seguro Social, al 1º de mayo de 1992, elevando al mes, así como las mencionadas en el párrafo anterior de este artículo; se tendrán que efectuar en una misma fecha, dentro de los plazos establecidos para el cumplimiento de tales aportaciones.

No podrán efectuarse retiros de las cuentas globales, excepto para cubrir las cantidades que correspondan al trabajador, conforme a lo señalado en el artículo octavo transitorio.

XIV

Los trabajadores no podrán efectuar aportaciones adicionales a dichas cuentas.

**ARTICULO SEXTO.** Los recursos de las cuentas globales deberán ser invertidos de conformidad con lo señalado en los artículos 42 y 43.

**ARTICULO SEPTIMO.** Los patrones al efectuar las aportaciones a su cargo establecidas en el artículo quinto transitorio, deberán entregar a la institución de crédito respectiva, una relación que contenga el nombre, el registro federal de contribuyentes, el domicilio y el monto de la aportación que corresponda a cada uno de sus trabajadores.

**ARTICULO OCTAVO.** En caso de terminación de la relación laboral, durante el plazo comprendido entre la fecha de entrada en vigor de la presente Ley y el 31 de agosto de 1992, y siempre que la institución de crédito que haya recibido la aportación a que se refiere el artículo quinto transitorio no haya abierto una cuenta individual de ahorro para retiro a nombre del trabajador de que se trate, el patrón deberá entregar al trabajador las aportaciones que le correspondan hasta esa fecha mediante la entrega de Certificados de Aportación del Sistema de Ahorro para el Retiro, a más tardar dentro de los cinco días hábiles siguientes a la citada terminación. El importe de dichos certificados deberá ser cubierto por el patrón con

cargo a los recursos de la cuenta global a que se refiere el artículo quinto transitorio, por la parte proporcional de la aportación que corresponda al trabajador o con sus propios recursos por la parte proporcional de los bimestres tercero y cuarto de 1992, según corresponda.

El Banco de México fijará las características que deberán reunir dichos certificados.

Los certificados únicamente se podrán acreditar en la cuenta individual del trabajador de que se trate, y serán compensables entre las instituciones de crédito.

**ARTICULO NOVENO.** A más tardar el 1º de septiembre de 1992, las instituciones de crédito deberán individualizar las cuentas globales, mediante la apertura de cuentas a favor de cada trabajador. Los saldos de dichas cuentas se abonarán en la subcuenta de vivienda de las cuentas individuales de cada uno de los trabajadores, en la proporción que corresponda.

**ARTICULO DECIMO.** A partir del 1º de septiembre de 1992, las aportaciones bimestrales se deberán enterar en la subcuenta de vivienda de las cuentas individuales abiertas a favor de los trabajadores.

La aportación correspondiente al tercer bimestre de 1992, deberá efectuarse en las cuentas globales a que se refiere el artículo quinto transitorio.

**ARTICULO DECIMO PRIMERO.** Durante el periodo comprendido entre el 1º de septiembre y el 31 de diciembre de 1992, los trabajadores no podrán solicitar los trasposos de fondos previstos en el artículo 183-L de la Ley del Seguro Social.

**ARTICULO DECIMO SEGUNDO.** El entero de las aportaciones establecidas en el artículo quinto transitorio, así como de las cuotas correspondientes a los bimestres tercero a sexto de 1992, se acreditarán mediante la entrega que los patrones deberán efectuar a cada uno de sus trabajadores, de un comprobante elaborado por

los propios patrones, mismos que deberán entregarles junto con el último pago de sueldo de los meses de mayo, julio, septiembre y noviembre de 1992 y enero de 1993, según corresponda conforme al artículo quinto transitorio.

**ARTICULO DECIMO TERCERO.** El presupuesto de gastos de administración, operación y vigilancia del Instituto a que se refiere la fracción VII del artículo 16 de la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores para los años de 1992, 1993, 1994 y 1995, no deberá exceder, respectivamente, del 1.30%, 1.10%, 0.90% y 0.80%, de los recursos totales que maneje el Instituto.

A partir del año de 1996, el presupuesto de gastos citado, deberá ajustarse a lo dispuesto en la fracción VII del artículo 16 mencionado.

México, D.F., a 22 de febrero de 1992. Dip. Víctor Martín Orduña Muñoz, Presidente. Sen. Víctor Manuel Tinoco Rubí, Presidente. Dip. Amado Treviño Abatte, Secretario. Sen. Alger León Moreno, Secretario. Rúbricas.

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y para su debida publicación y observancia expido el presente Decreto, en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la ciudad de México, Distrito Federal a los veintidós días del mes de febrero de mil novecientos noventa y dos. Carlos Salinas de Gortari. Rúbrica. El Secretario de Gobernación, Fernando Gutiérrez Barrios. Rúbrica.

XVII

**TRANSITORIOS** del Decreto para la Coordinación de los Sistemas de Ahorro para el Retiro, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 22 de julio de 1994.

**PRIMERO.** El presente Decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

**SEGUNDO.** Se deroga el artículo 108 segundo párrafo de la Ley de Instituciones de Crédito y las demás disposiciones que se opongan a lo dispuesto en este Decreto.

**TERCERO.** Quedan en vigor las Reglas, Resoluciones y demás disposiciones emitidas con anterioridad en materia de los Sistemas de Ahorro para el Retiro, hasta en tanto no sean modificadas o abrogadas por la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro en ejercicio de las atribuciones que este Decreto le confiere.

**CUARTO.** Las facultades y funciones a que se refiere este Decreto, continuarán a cargo de las dependencias, entidades y órganos, en el ámbito de sus respectivas competencias, hasta en tanto entre en funciones la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, en términos del artículo octavo transitorio.

**QUINTO.** El Secretario de Hacienda y Crédito Público nombrará al Presidente de la Comisión dentro de los treinta días siguientes a aquél en que este Decreto entre en vigor.

**SEXTO.** Dentro de los treinta días siguientes a su designación, el Presidente de la Comisión convocará a las dependencias del Ejecutivo Federal, a los institutos de seguridad social y al Banco de México, a efecto de que sean designados los miembros suplentes de la Junta de Gobierno, conforme a lo dispuesto en el artículo 5º, de la Ley para la Coordinación de los Sistemas de Ahorro para el Retiro, a más tardar en un plazo de treinta días contado a partir de la fecha de recepción de la convocatoria.

**SEPTIMO.** Dentro de los cuarenta días siguientes a la fecha en que la Junta de Gobierno quede integrada, el Presidente de la Comisión convocará a las personas, asociaciones, instituciones y dependencias a que se refieren los artículos 10 y 11 de la Ley para la Coordinación de los Sistemas de Ahorro para el Retiro, a efecto de que dentro de un plazo de veinte días, designen a los miembros del Comité Técnico Consultivo así como a los del Comité de Vigilancia.

**OCTAVO.** La Secretaría de Hacienda y Crédito Público dispondrá del término de ciento ochenta días a partir de la vigencia de este Decreto, para que en el orden administrativo establezca lo necesario para el funcionamiento de la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro debiendo proveer los recursos humanos, materiales y presupuestales que se requieran. El Capítulo V “De la Protección de los Intereses de los Trabajadores Cuentahabientes” de la Ley para la Coordinación de los Sistemas de Ahorro para el Retiro, entrará en vigor a los doscientos setenta días de la entrada en vigor de este decreto.

**NOVENO.** El Reglamento Interior de la Comisión, deberá expedirse en un plazo no mayor de ciento ochenta días, contado a partir del día en que quede legalmente instalada la Junta de Gobierno y deberá ser publicado en el Diario Oficial de la Federación.

México, D.F., a 13 de julio de 1994.- Dip. Miguel González Avelar, Presidente.- Sen. Ricardo Monreal Avila, Presidente.- Dip. Armando Romero Rosales, Secretario.- Sen. Oscar Ramírez Mijares, Secretario.- Rúbricas”.

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veinte días del mes de julio

de mil novecientos noventa y cuatro.- Carlos Salinas de Gortari.- Rúbrica.- El Secretario de Gobernación, Jorge Carpizo.- Rúbrica.

XX

**TRANSITORIOS del Decreto de Reformas y Adiciones de la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 6 de enero de 1997.**

**PRIMERO.** El presente Decreto entrará en vigor el día primero de julio de mil novecientos noventa y siete.

En tanto se expidan las disposiciones reglamentarias correspondientes, continuarán aplicándose los reglamentos vigentes de la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, en lo que no se opongan al presente ordenamiento.

**SEGUNDO.** Las aportaciones y amortizaciones de crédito correspondientes al tercer bimestre de 1997 y anteriores, deberán seguir enterándose en las instituciones de crédito o entidades financieras autorizadas, de conformidad a las disposiciones legales y reglamentarias vigentes hasta el 30 de junio de 1997.

**TERCERO.** Tanto a los depósitos constituidos como a los créditos otorgados con anterioridad a la entrada en vigor del presente Decreto, les seguirán siendo aplicables las disposiciones vigentes en el momento en que se hicieron los depósitos o se otorgaron los créditos.

**CUARTO.** Los trámites y procedimientos pendientes de resolver al momento de la entrada en vigor de esta Ley, se resolverán conforme a las disposiciones vigentes hasta el 30 de junio de 1997.

**QUINTO.** El límite superior salarial a que se refiere el artículo 29 fracciones II y III, será de conformidad con lo establecido en la Ley del Seguro Social que entrará en vigor el 1° de julio de 1997, en la parte correspondiente a los seguros de invalidez y vida, cesantía en edad avanzada y vejez.

**SEXTO.** La periodicidad del pago de las aportaciones y los descuentos a que se refiere el artículo 35, continuará siendo de forma bimestral hasta que en la Ley del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado se establezca que la periodicidad de pagos se realizará mensualmente.

**SEPTIMO.** El presupuesto de gastos de administración, operación y vigilancia del Instituto a que se refiere la fracción VII del artículo 16, correspondiente a los años de 1997, 1998 y 1999, representará cuando más el 0.65%, 0.60% y 0.575%, respectivamente, de los recursos totales que maneje el Instituto.

A partir del año 2000, el presupuesto de gastos citado, deberá ajustarse a lo dispuesto en la fracción VII del artículo 16 mencionado.

**OCTAVO.** Los trabajadores que se beneficien bajo el régimen de la Ley del Seguro Social vigente hasta el 30 de junio de 1997, además de disfrutar de la pensión que en los términos de dicha ley les corresponda, deberán recibir en una sola exhibición los fondos acumulados en la subcuenta de vivienda correspondientes a las aportaciones acumuladas hasta el tercer bimestre de 1997 y los rendimientos que se hubieran ge-

nerado. Las subsecuentes aportaciones se abonarán para cubrir dichas pensiones.

**NOVENO.** Las instituciones de crédito que estuvieran operando subcuentas de vivienda de las cuentas individuales de los Sistemas de Ahorro para el Retiro, con anterioridad a la vigencia de la presente Ley, deberán de abstenerse de seguir captando nuevas subcuentas, a partir de la entrada en vigor de este Decreto.

Las instituciones de crédito quedarán sujetas a la normatividad anterior a la vigencia de la presente Ley en todas y cada una de las obligaciones a su cargo relacionadas con las subcuentas de vivienda de las cuentas individuales de los sistemas de ahorro para el retiro. Asimismo quedarán sujetas a la inspección y vigilancia de la Comisión Nacional del Sistema de Ahorro para el Retiro, en tanto manejen las subcuentas del mencionado

sistema.

**DECIMO.** La información sobre los saldos de las subcuentas de vivienda, se proporcionará a las administradoras de fondos para el retiro, las que los mantendrán registrados en estas subcuentas.

**DECIMO PRIMERO.** En relación a lo dispuesto en el artículo 39, durante el primer semestre de 1997 los rendimientos de la subcuenta de vivienda se cubrirán conforme a las disposiciones legales vigentes para dicho semestre.

XXIII

**DECIMO SEGUNDO.** Los artículos de la Ley del Seguro Social que se citan en este Decreto, se refieren a la Ley del Seguro Social publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de diciembre de 1995.

**DECIMO TERCERO.** Para la identificación del trabajador se utilizará su número de seguridad social en tanto no se le asigne su Clave Unica de Registro de Población (CURP) en los términos previstos por el “Acuerdo para la adopción y uso por la Administración Pública Federal de la Clave Unica de Registro de Población”, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de octubre de 1996.

**DECIMO CUARTO.** A los descuentos efectuados a los acreditados por concepto de cuotas de administración, operación y mantenimiento de conjuntos habitacionales y que no hayan sido retirados por las representaciones vecinales a la fecha de entrada en vigor de esta Ley, se les aplicarán los siguientes criterios:

En el caso de los depósitos correspondientes a representaciones vecinales acreditadas ante las instituciones bancarias en los que se depositan estos recursos, se establece como plazo hasta el final del 6° bimestre de 1997 para que retiren la totalidad de su saldo. Las representaciones vecinales que antes del 30 de septiembre de 1997 acrediten su constitución o integración de mesas directivas ante las instituciones de crédito, recibirán el tratamiento antes descrito.

XXIV

Para los recursos depositados en bancos, correspondientes a representaciones vecinales cuyas mesas directivas no estén integradas o no acrediten la vigencia de su representación ante las instituciones de crédito, se procederá de la siguiente manera:

**A los acreditados que no han concluido la amortización de su crédito se les abonará la cantidad correspondiente a la individualización de sus descuentos. Por lo que se refiere a los intereses generados en la cuenta bancaria abierta a nombre de la representación vecinal, éstos se distribuirán en forma proporcional a los montos descontados a los integrantes de la misma. Cualquier remanente a favor del acreditado se abonará en su subcuenta de vivienda.**

**En el caso de trabajadores que han concluido los pagos para la amortización de su crédito, los recursos se acreditarán a su subcuenta de vivienda.**

**En el caso de depósitos que no se han transferido a bancos, debido a que no se han constituido las representaciones vecinales, se aplicará lo previsto en los incisos a) y b) de la fracción II, a aquéllos acreditados que aún no han amortizado la totalidad de su crédito y para aquéllos que ya lo hicieron.**

XXV

**DECIMO QUINTO. Las prórrogas a que se refiere el Artículo 41 aplicables cuando el acreditado haya dejado de prestar sus servicios a un patrón, estarán exentas del pago de intereses ordinarios por tres meses en 1997, por dos meses en 1998 y por un mes en 1999.**

México, D.F., a 6 de diciembre de 1996.- Dip. Sara Esther Muza Simón, Presidente.- Sen. Laura Pavón Jaramillo, Presidenta.- Dip. José Luis Martínez Álvarez, Secretario.- Sen. Angel Ventura Valle, Secretario.- Rúbricas”.

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los veintisiete días del mes de diciembre de mil novecientos noventa y seis.- **Ernesto Zedillo Ponce de León.**- Rúbrica.- El Secretario de Gobernación, **Emilio Chuayffet Chemor.**- Rúbrica.

La 6a edición de la LEY DEL INFONAVIT, se terminó de imprimir en junio de 1997 en:

FORMAS ALFER, S. A. DE C. V.  
Juan Lucas Lassaga Núm. 56  
Col. Obrera  
06800 México, D. F.

El tiraje constó de 20 000 ejemplares impresos en papel bond de 44.5 kg y los forros en cartulina couché de 210 g. La edición estuvo al cuidado de la Coordinación de Comunicación Social, Gerencia de Difusión del INFONAVIT.

# LEY FEDERAL DEL TRABAJO

TEXTO VIGENTE

(Última reforma aplicada 23/01/1998)

Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de abril de 1970

PODER EJECUTIVO

SECRETARIA DEL TRABAJO Y PREVISION SOCIAL

LEY Federal del Trabajo.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.-Presidencia de la República.

GUSTAVO DIAZ ORDAZ, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes, sabed:

Que el H. Congreso de la Unión se ha servido dirigirme el siguiente

D E C R E T O:

El Congreso de los Estados Unidos Mexicanos decreta:

LEY FEDERAL DEL TRABAJO

## TITULO PRIMERO Principios Generales

### Artículo 1

La presente Ley es de observancia general en toda la República y rige las relaciones de trabajo comprendidas en el artículo 123, Apartado A, de la Constitución.

### Artículo 2

Las normas de trabajo tienden a conseguir el equilibrio y la justicia social en las relaciones entre trabajadores y patrones.

### Artículo 3

El trabajo es un derecho y un deber sociales. No es artículo de comercio, exige respeto para las libertades y dignidad de quien lo presta y debe efectuarse en condiciones que aseguren la vida, la salud y un nivel económico decoroso para el trabajador y su familia.

No podrán establecerse distinciones entre los trabajadores por motivo de raza, sexo, edad, credo religioso, doctrina política o condición social.

Asimismo, es de interés social promover y vigilar la capacitación y el adiestramiento de los trabajadores.

### Artículo 4

No se podrá impedir el trabajo a ninguna persona ni que se dedique a la profesión, industria o comercio que le acomode, siendo lícitos. El ejercicio de estos derechos sólo podrá vedarse por resolución de la autoridad competente cuando se ataquen los derechos de tercero o se ofendan los de la sociedad:

I. Se atacan los derechos de tercero en los casos previstos en las leyes y en los siguientes:

a) Cuando se trate de substituir o se substituya definitivamente a un trabajador que haya sido separado sin haberse resuelto el caso por la Junta de Conciliación y Arbitraje.

b) Cuando se niegue el derecho de ocupar su mismo puesto a un trabajador que haya estado separado de sus labores por causa de enfermedad o de fuerza mayor, o con permiso, al presentarse nuevamente a sus labores; y

II. Se ofenden los derechos de la sociedad en los casos previstos en las leyes y en los siguientes:

a) Cuando declarada una huelga en los términos que establece esta Ley, se trate de substituir o se substituya a los huelguistas en el trabajo que desempeñan, sin haberse resuelto el conflicto motivo de la huelga, salvo lo que dispone el artículo 468.

b) Cuando declarada una huelga en iguales términos de licitud por la mayoría de los trabajadores de una empresa, la minoría pretenda reanudar sus labores o siga trabajando.

### Artículo 5

Las disposiciones de esta Ley son de orden público por lo que no producirá efecto legal, ni impedirá el goce y el ejercicio de los derechos, sea escrita o verbal, la estipulación que establezca:

I. Trabajos para niños menores de catorce años;

II. Una jornada mayor que la permitida por esta Ley;

III. Una jornada inhumana por lo notoriamente excesiva, dada la índole del trabajo, a juicio de la Junta de Conciliación y Arbitraje;

IV. Horas extraordinarias de trabajo para los menores de dieciséis años

V. Un salario inferior al mínimo;

VI. Un salario que no sea remunerador, a juicio de la Junta de Conciliación y Arbitraje;

VII. Un plazo mayor de una semana para el pago de los salarios a los obreros;

VIII. Un lugar de recreo, fonda, cantina, café, taberna o tienda, para efectuar el pago de los salarios, siempre que no se trate de trabajadores de esos establecimientos;

IX. La obligación directa o indirecta para obtener artículos de consumo en tienda o lugar determinado;

X. La facultad del patrón de retener el salario por concepto de multa;

XI. Un salario menor que el que se pague a otro trabajador en la misma empresa o establecimiento por trabajo de igual eficiencia, en la misma clase de trabajo o igual jornada, por consideración de edad, sexo o nacionalidad;

XII. Trabajo nocturno industrial o el trabajo después de las veintidós horas, para menores de dieciséis años; y

XIII. Renuncia por parte del trabajador de cualquiera de los derechos o prerrogativas consignados en las normas de trabajo.

En todos estos casos se entenderá que rigen la Ley o las normas supletorias en lugar de las cláusulas nulas.

### Artículo 6

Las Leyes respectivas y los tratados celebrados y aprobados en los términos del artículo 133 de la Constitución serán aplicables a las relaciones de trabajo en todo lo que beneficien al trabajador, a partir de la fecha de la vigencia.

### Artículo 7

En toda empresa o establecimiento, el patrón deberá emplear un noventa por ciento de trabajadores mexicanos, por lo menos. En las categorías de técnicos y profesionales, los trabajadores deberán ser mexicanos, salvo que no los haya en una especialidad determinada, en cuyo caso el patrón podrá emplear temporalmente a trabajadores extranjeros, en una proporción que no exceda del diez por ciento de los de la especialidad. El patrón y los trabajadores extranjeros tendrán la obligación solidaria de capacitar a trabajadores mexicanos en la especialidad de que se trate. Los médicos al servicio de las empresas deberán ser mexicanos.

No es aplicable lo dispuesto en este artículo a los directores, administradores y gerentes generales.

### Artículo 8

Trabajador es la persona física que presta a otra, física o moral, un trabajo personal subordinado.

Para los efectos de esta disposición, se entiende por trabajo toda actividad humana, intelectual o material, independientemente del grado de preparación técnica requerido por cada profesión u oficio.

### **Artículo 9**

La categoría de trabajador de confianza depende de la naturaleza de las funciones desempeñadas y no de la designación que se dé al puesto.

Son funciones de confianza las de dirección, inspección, vigilancia y fiscalización, cuando tengan carácter general, y las que se relacionen con trabajos personales del patrón dentro de la empresa o establecimiento.

### **Artículo 10**

Patrón es la persona física o moral que utiliza los servicios de uno o varios trabajadores.

Si el trabajador, conforme a lo pactado o a la costumbre, utiliza los servicios de otros trabajadores, el patrón de aquél, lo será también de éstos.

### **Artículo 11**

Los directores, administradores, gerentes y demás personas que ejerzan funciones de dirección o administración en la empresa o establecimiento, serán considerados representantes del patrón y en tal concepto lo obligan en sus relaciones con los trabajadores.

### **Artículo 12**

Intermediario es la persona que contrata o interviene en la contratación de otra u otras para que presten servicios a un patrón.

### **Artículo 13**

No serán considerados intermediarios, sino patrones, las empresas establecidas que contraten trabajos para ejecutarlos con elementos propios suficientes para cumplir las obligaciones que deriven de las relaciones con sus trabajadores. En caso contrario serán solidariamente responsables con los beneficiarios directos de las obras o servicios, por las obligaciones contraídas con los trabajadores

### **Artículo 14**

Las personas que utilicen intermediarios para la contratación de trabajadores serán responsables de las obligaciones que deriven de esta Ley y de los servicios prestados.

Los trabajadores tendrán los derechos siguientes:

I. Prestarán sus servicios en las mismas condiciones de trabajo y tendrán los mismos derechos que correspondan a los trabajadores que ejecuten trabajos similares en la empresa o establecimiento; y

II. Los intermediarios no podrán recibir ninguna retribución o comisión con cargo a los salarios de los trabajadores.

### **Artículo 15**

En las empresas que ejecuten obras o servicios en forma exclusiva o principal para otra, y que no dispongan de elementos propios suficientes de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 13, se observarán las normas siguientes:

I. La empresa beneficiaria será solidariamente responsable de las obligaciones contraídas con los trabajadores; y

II. Los trabajadores empleados en la ejecución de las obras o servicios tendrán derecho a disfrutar de condiciones de trabajo proporcionadas a las que disfruten los trabajadores que ejecuten trabajos similares en la empresa beneficiaria. Para determinar la proporción, se tomarán en consideración las diferencias que existan en los salarios mínimos que rijan en el área geográfica de aplicación en que se encuentren instaladas las empresas y las demás circunstancias que puedan influir en las condiciones de trabajo.

### **Artículo 16**

Para los efectos de las normas de trabajo, se entiende por empresa la unidad económica de producción o distribución de bienes o servicios y por establecimiento la unidad técnica que como sucursal, agencia u otra forma semejante, sea parte integrante y contribuya a la realización de los fines de la empresa.

### Artículo 17

A falta de disposición expresa en la Constitución, en esa Ley o en sus Reglamentos, o en los tratados a que se refiere el artículo 6o., se tomarán en consideración sus disposiciones que regulen casos semejantes, los principios generales que deriven de dichos ordenamientos, los principios generales del derecho, los principios generales de justicia social que derivan del artículo 123 de la Constitución, la jurisprudencia, la costumbre y la equidad.

### Artículo 18

En la interpretación de las normas de trabajo se tomarán en consideración sus finalidades señaladas en los artículos 2o. y 3o. En caso de duda, prevalecerá la interpretación más favorable al trabajador.

### Artículo 19

Todos los actos y actuaciones que se relacionen con la aplicación de las normas de trabajo no causarán impuesto alguno.

## TITULO SEGUNDO

### Relaciones Individuales de Trabajo

#### CAPITULO I

#### Disposiciones generales

### Artículo 20

Se entiende por relación de trabajo, cualquiera que sea el acto que le dé origen, la prestación de un trabajo personal subordinado a una persona, mediante el pago de un salario.

Contrato individual de trabajo, cualquiera que sea su forma o denominación, es aquel por virtud del cual una persona se obliga a prestar a otra un trabajo personal subordinado, mediante el pago de un salario.

La prestación de un trabajo a que se refiere el párrafo primero y el contrato celebrado producen los mismos efectos.

### Artículo 21

Se presumen la existencia del contrato y de la relación de trabajo entre el que presta un trabajo personal y el que lo recibe.

### Artículo 22

Queda prohibida la utilización del trabajo de los menores de catorce años y de los mayores de esta edad y menores de dieciséis que no hayan terminado su educación obligatoria, salvo los casos de excepción que apruebe la autoridad correspondiente en que a su juicio haya compatibilidad entre los estudios y el trabajo.

### Artículo 23

Los mayores de dieciséis años pueden prestar libremente sus servicios, con las limitaciones establecidas en esta Ley. Los mayores de catorce y menores de dieciséis necesitan autorización de sus padres o tutores y a falta de ellos, del sindicato a que pertenezcan, de la Junta de Conciliación y Arbitraje, del Inspector del Trabajo o de la Autoridad Política.

Los menores trabajadores pueden percibir el pago de sus salarios y ejercitar las acciones que les correspondan.

### Artículo 24

Las condiciones de trabajo deben hacerse constar por escrito cuando no existan contratos colectivos aplicables. Se harán dos ejemplares, por lo menos, de los cuales quedará uno en poder de cada parte.

### Artículo 25

El escrito en que consten las condiciones de trabajo deberá contener:

- I. Nombre, nacionalidad, edad, sexo, estado civil y domicilio del trabajador y del patrón;
- II. Si la relación de trabajo es por obra o tiempo determinado o tiempo indeterminado;
- III. El servicio o servicios que deban prestarse, los que se determinarán con la mayor precisión posible;

IV. El lugar o los lugares donde debe prestarse el trabajo;

V. La duración de la jornada;

VI. La forma y el monto del salario;

VII. El día y el lugar de pago del salario;

VIII. La indicación de que el trabajador será capacitado o adiestrado en los términos de los planes y programas establecidos o que se establezcan en la empresa, conforme a lo dispuesto en esta Ley; y

IX. Otras condiciones de trabajo, tales como días de descanso, vacaciones y demás que convengan al trabajador y el patrón.

### Artículo 26

La falta del escrito a que se refieren los artículos 24 y 25 no priva al trabajador de los derechos que deriven de las normas de trabajo y de los servicios prestados, pues se imputará al patrón la falta de esa formalidad.

### Artículo 27

Si no se hubiese determinado el servicio o servicios que deban prestarse, el trabajador quedará obligado a desempeñar el trabajo que sea compatible con sus fuerzas, aptitudes, estado o condición y que sea del mismo género de los que formen el objeto de la empresa o establecimiento.

### Artículo 28

Para la prestación de servicios de los trabajadores mexicanos fuera de la República, se observarán las normas siguientes:

I. Las condiciones de trabajo se harán constar por escrito y contendrán para su validez las estipulaciones siguientes:

a) Los requisitos señalados en el artículo 25.

b) Los gastos de transporte, repatriación, traslado hasta el lugar de origen y alimentación del trabajador y de su familia, en su caso, y todos los que se originen por el paso de las fronteras y cumplimiento de las disposiciones sobre migración, o por cualquier otro concepto semejante, serán por cuenta exclusiva del patrón. El trabajador percibirá íntegro el salario que le corresponda, sin que pueda descontarse cantidad alguna por esos conceptos.

c) El trabajador tendrá derecho a las prestaciones que otorguen las instituciones de seguridad y previsión social a los extranjeros en el país al que vaya a prestar sus servicios. En todo caso, tendrá derecho a ser indemnizado por los riesgos de trabajo con una cantidad igual a la que señala esta Ley, por lo menos;

d) Tendrá derecho a disfrutar, en el centro de trabajo o en lugar cercano, mediante arrendamiento o cualquier otra forma, de vivienda decorosa e higiénica;

II. El patrón señalará domicilio dentro de la República para todos los efectos legales;

III. El escrito que contenga las condiciones de trabajo será sometido a la aprobación de la Junta de Conciliación y Arbitraje dentro de cuya jurisdicción se celebró, la cual, después de comprobar los requisitos de validez a que se refiere la fracción I, determinará el monto de la fianza o del depósito que estime suficiente para garantizar el cumplimiento de las obligaciones contraídas. El depósito deberá constituirse en el Banco de México o en la institución bancaria que éste designe. El patrón deberá comprobar ante la misma Junta el otorgamiento de la fianza o la constitución del depósito;

IV. El escrito deberá ser visado por el Cónsul de la Nación donde deban prestarse los servicios; y

V. Una vez que el patrón compruebe ante la Junta que ha cumplido las obligaciones contraídas, se ordenará la cancelación de la fianza o la devolución del depósito.

### Artículo 29

Queda prohibida la utilización de menores de dieciocho años para la prestación de servicios fuera de la República, salvo que se trate de técnicos, profesionales, artistas, deportistas y, en general, de trabajadores especializados.

### Artículo 30

La prestación de servicios dentro de la República, pero en lugar diverso de la residencia habitual del trabajador y a distancia mayor de cien kilómetros, se regirá por las disposiciones contenidas en el artículo 28, fracción I, en lo que sean aplicables.

### Artículo 31

Los contratos y las relaciones de trabajo obligan a lo expresamente pactado y a las consecuencias que sean conformes a las normas de trabajo, a la buena fe y a la equidad.

### Artículo 32

El incumplimiento de las normas de trabajo por lo que respecta al trabajador sólo da lugar a su responsabilidad civil, sin que en ningún caso pueda hacerse coacción sobre su persona.

### Artículo 33

Es nula la renuncia que los trabajadores hagan de los salarios devengados, de las indemnizaciones y demás prestaciones que deriven de los servicios prestados, cualquiera que sea la forma o denominación que se le dé.

Todo convenio o liquidación, para ser válido, deberá hacerse por escrito y contener una relación circunstanciada de los hechos que lo motiven y de los derechos comprendidos en él. Será ratificado ante la Junta de Conciliación y Arbitraje, la que lo aprobará siempre que no contenga renuncia de los derechos de los trabajadores.

### Artículo 34

En los convenios celebrados entre los sindicatos y los patrones que puedan afectar derechos de los trabajadores, se observarán las normas siguientes:

- I. Regirán únicamente para el futuro, por lo que no podrán afectar las prestaciones ya devengadas;
- II. No podrán referirse a trabajadores individualmente determinados; y
- III. Cuando se trate de reducción de los trabajos, el reajuste se efectuará de conformidad con lo dispuesto en el artículo 437.

## **CAPITULO II**

### **Duración de las relaciones de trabajo**

### Artículo 35

Las relaciones de trabajo pueden ser para obra o tiempo determinado o por tiempo indeterminado. A falta de estipulaciones expresas, la relación será por tiempo indeterminado.

### Artículo 36

El señalamiento de un obra determinada puede únicamente estipularse cuando lo exija su naturaleza.

### Artículo 37

El señalamiento de un tiempo determinado puede únicamente estipularse en los caso siguientes:

- I. Cuando lo exija la naturaleza del trabajo que se va a prestar;
- II. Cuando tenga por objeto substituir temporalmente a otro trabajador; y
- III. En los demás casos previstos por esta Ley.

### Artículo 38

Las relaciones de trabajo para la explotación de minas que carezcan de minerales costeables o para la restauración de minas abandonadas o paralizadas, pueden ser por tiempo u obra determinado o para la inversión de capital determinado.

### Artículo 39

Si vencido el término que se hubiese fijado subsiste la materia del trabajo, la relación quedará prorrogada por todo el tiempo que perdure dicha circunstancia.

#### **Artículo 40**

Los trabajadores en ningún caso estarán obligados a prestar sus servicios por más de un año.

#### **Artículo 41**

La sustitución de patrón no afectará las relaciones de trabajo de la empresa o establecimiento. El patrón substituido será solidariamente responsable con el nuevo por las obligaciones derivadas de las relaciones de trabajo y de la Ley, nacidas antes de la fecha de la sustitución, hasta por el término de seis meses; concluido éste, subsistirá únicamente la responsabilidad del nuevo patrón.

El término de seis meses a que se refiere el párrafo anterior, se contará a partir de la fecha en que se hubiese dado aviso de la sustitución al sindicato o a los trabajadores.

### **CAPITULO III**

## **Suspensión de los efectos de las relaciones de trabajo**

#### **Artículo 42**

Son causas de suspensión temporal de las obligaciones de prestar el servicio y pagar el salario, sin responsabilidad para el trabajador y el patrón:

- I. La enfermedad contagiosa del trabajador;
- II. La incapacidad temporal ocasionada por un accidente o enfermedad que no constituya un riesgo de trabajo;
- III. La prisión preventiva del trabajador seguida de sentencia absolutoria. Si el trabajador obró en defensa de la persona o de los intereses del patrón, tendrá éste la obligación de pagar los salarios que hubiese dejado de percibir aquél;
- IV. El arresto del trabajador;
- V. El cumplimiento de los servicios y el desempeño de los cargos mencionados en el artículo 5o de la Constitución, y el de las obligaciones consignadas en el artículo 31, fracción III de la misma Constitución;
- VI. La designación de los trabajadores como representantes ante los organismos estatales, Juntas de Conciliación, Conciliación y Arbitraje, Comisión Nacional de los Salarios Mínimos, Comisión Nacional para la Participación de los Trabajadores en las Utilidades de las Empresas y otros semejantes; y
- VII. La falta de los documentos que exijan las leyes y reglamentos, necesarios para la prestación del servicio, cuando sea imputable al trabajador.

#### **Artículo 43**

La suspensión surtirá efectos:

- I. En los casos de las fracciones I y II del artículo anterior, desde la fecha en que el patrón tenga conocimiento de la enfermedad contagiosa o de la en que se produzca la incapacidad para el trabajo, hasta que termine el período fijado por el Instituto Mexicano del Seguro Social o antes si desaparece la incapacidad para el trabajo, sin que la suspensión pueda exceder del término fijado en la Ley del Seguro Social para el tratamiento de las enfermedades que no sean consecuencia de un riesgo de trabajo;
- II. Tratándose de las fracciones III y IV, desde el momento en que el trabajador acredite estar detenido a disposición de la autoridad judicial o administrativa, hasta la fecha en que cause ejecutoria la sentencia que lo absuelva, o termine el arresto;
- III. En los casos de las fracciones V y VI, desde la fecha en que deban prestarse los servicios o desempeñarse los cargos, hasta por un período de seis años; y
- IV. En el caso de la fracción VII, desde la fecha en que el patrón tenga conocimiento del hecho, hasta por un período de dos meses.

#### **Artículo 44**

Cuando los trabajadores sean llamados para alistarse y servir en la Guardia Nacional, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 31, fracción III, de la Constitución, el tiempo de servicios se tomará en consideración para determinar su antigüedad.

#### **Artículo 45**

El trabajador deberá regresar a su trabajo:

I. En los casos de las fracciones I, II, IV y VII del artículo 42, al día siguiente de la fecha en que termine la causa de la suspensión; y

II. En los casos de las fracciones III, V y VI del artículo 42, dentro de los quince días siguientes a la terminación de la causa de la suspensión

### **CAPITULO IV**

#### **Rescisión de las relaciones de trabajo**

#### **Artículo 46**

El trabajador o el patrón podrá rescindir en cualquier tiempo la relación de trabajo, por causa justificada, sin incurrir en responsabilidad.

#### **Artículo 47**

Son causas de rescisión de la relación de trabajo, sin responsabilidad para el patrón:

I. Engañarlo el trabajador o en su caso, el sindicato que lo hubiese propuesto o recomendado con certificados falsos o referencias en los que se atribuyan al trabajador capacidad, aptitudes o facultades de que carezca. Esta causa de rescisión dejará de tener efecto después de treinta días de prestar sus servicios el trabajador;

II. Incurrir el trabajador, durante sus labores, en faltas de probidad u honradez, en actos de violencia, amagos, injurias o malos tratamientos en contra del patrón, sus familiares o del personal directivo o administrativo de la empresa o establecimiento, salvo que medie provocación o que obre en defensa propia;

III. Cometer el trabajador contra alguno de sus compañeros, cualquiera de los actos enumerados en la fracción anterior, si como consecuencia de ellos se altera la disciplina del lugar en que se desempeña el trabajo;

IV. Cometer el trabajador, fuera del servicio, contra el patrón, sus familiares o personal directivo administrativo, alguno de los actos a que se refiere la fracción II, si son de tal manera graves que hagan imposible el cumplimiento de la relación de trabajo;

V. Ocasionar el trabajador, intencionalmente, perjuicios materiales durante el desempeño de las labores o con motivo de ellas, en los edificios, obras, maquinaria, instrumentos, materias primas y demás objetos relacionados con el trabajo;

VI. Ocasionar el trabajador los perjuicios de que habla la fracción anterior siempre que sean graves, sin dolo, pero con negligencia tal, que ella sea la causa única del perjuicio;

VII. Comprometer el trabajador, por su imprudencia o descuido inexcusable, la seguridad del establecimiento o de las personas que se encuentren en él;

VIII. Cometer el trabajador actos inmorales en el establecimiento o lugar de trabajo;

IX. Revelar el trabajador los secretos de fabricación o dar a conocer asuntos de carácter reservado, con perjuicio de la empresa;

X. Tener el trabajador más de tres faltas de asistencia en un período de treinta días, sin permiso del patrón o sin causa justificada;

XI. Desobedecer el trabajador al patrón o a sus representantes, sin causa justificada, siempre que se trate del trabajo contratado;

XII. Negarse el trabajador a adoptar las medidas preventivas o a seguir los procedimientos indicados para evitar accidentes o enfermedades;

XIII. Concurrir el trabajador a sus labores en estado de embriaguez o bajo la influencia de algún narcótico o droga enervante, salvo que, en este último caso, exista prescripción médica. Antes de iniciar su servicio, el trabajador deberá poner el hecho en conocimiento del patrón y presentar la prescripción suscrita por el médico;

XIV. La sentencia ejecutoriada que imponga al trabajador una pena de prisión, que le impida el cumplimiento de la relación de trabajo; y

XV. Las análogas a las establecidas en las fracciones anteriores, de igual manera graves y de consecuencias semejantes en lo que al trabajo se refiere.

El patrón deberá dar al trabajador aviso escrito de la fecha y causa o causas de la rescisión.

El aviso deberá hacerse del conocimiento del trabajador, y en caso de que éste se negare a recibirlo, el patrón dentro de los cinco días siguientes a la fecha de la rescisión, deberá hacerlo del conocimiento de la Junta respectiva, proporcionando a ésta el domicilio que tenga registrado y solicitando su notificación al trabajador.

La falta de aviso al trabajador o a la Junta, por sí sola bastará para considerar que el despido fue injustificado.

#### Artículo 48

El trabajador podrá solicitar ante la Junta de Conciliación y Arbitraje, a su elección, que se le reinstale en el trabajo que desempeñaba, o que se le indemnice con el importe de tres meses de salario.

Si en el juicio correspondiente no comprueba el patrón la causa de la rescisión, el trabajador tendrá derecho, además, cualquiera que hubiese sido la acción intentada, a que se le paguen los salarios vencidos desde la fecha del despido hasta que se cumplimente el laudo.

#### Artículo 49

El patrón quedará eximido de la obligación de reinstalar al trabajador, mediante el pago de las indemnizaciones que se determinan en el artículo 50 en los casos siguientes:

I. Cuando se trate de trabajadores que tengan una antigüedad menor de un año;

II. Si comprueba ante la Junta de Conciliación y Arbitraje, que el trabajador, por razón del trabajo que desempeña o por las características de sus labores, está en contacto directo y permanente con él y la Junta estima, tomando en consideración las circunstancias del caso, que no es posible el desarrollo normal de la relación de trabajo;

III. En los casos de trabajadores de confianza;

IV. En el servicio doméstico; y

V. Cuando se trate de trabajadores eventuales.

#### Artículo 50

Las indemnizaciones a que se refiere el artículo anterior consistirán:

I. Si la relación de trabajo fuere por tiempo determinado menor de un año, en una cantidad igual al importe de los salarios de la mitad del tiempo de servicios prestados; si excediera de un año, en una cantidad igual al importe de los salarios de seis meses por el primer año y de veinte días por cada uno de los años siguientes en que hubiese prestado sus servicios;

II. Si la relación de trabajo fuere por tiempo indeterminado, la indemnización consistirá en veinte días de salario por cada uno de los años de servicios prestados; y

III. Además de las indemnizaciones a que se refieren las fracciones anteriores, en el importe de tres meses de salario y en el de los salarios vencidos desde la fecha del despido hasta que se paguen las indemnizaciones.

#### Artículo 51

Son causas de rescisión de la relación de trabajo, sin responsabilidad para el trabajador:

I. Engañarlo el patrón, o en su caso, la agrupación patronal al proponerle el trabajo, respecto de las condiciones del mismo. Esta causa de rescisión dejará de tener efecto después de treinta días de prestar sus servicios el trabajador;

II. Incurrir el patrón, sus familiares o su personal directivo o administrativo, dentro del servicio, en faltas de probidad u honradez, actos de violencia, amenazas, injurias, malos tratamientos u otros análogos, en contra del trabajador, cónyuge, padres, hijos o hermanos;

III. Incurrir el patrón, sus familiares o trabajadores, fuera del servicio, en los actos a que se refiere la fracción anterior, si son de tal manera graves que hagan imposible el cumplimiento de la relación de trabajo;

IV. Reducir el patrón el salario del trabajador;

V. No recibir el salario correspondiente en la fecha o lugar convenidos o acostumbrados;

VI. Sufrir perjuicios causados maliciosamente por el patrón, en sus herramientas o útiles de trabajo;

VII. La existencia de un peligro grave para la seguridad o salud del trabajador o de su familia, ya sea por carecer de condiciones higiénicas el establecimiento o porque no se cumplan las medidas preventivas y de seguridad que las leyes establezcan;

VIII. Comprometer el patrón, con su imprudencia o descuido inexcusables, la seguridad del establecimiento o de las personas que se encuentren en él; y

IX. Las análogas a las establecidas en las fracciones anteriores, de igual manera graves y de consecuencias semejantes, en lo que al trabajo se refiere.

### **Artículo 52**

El trabajador podrá separarse de su trabajo dentro de los treinta días siguientes a la fecha en que se dé cualquiera de las causas mencionadas en el artículo anterior y tendrá derecho a que el patrón lo indemnice en los términos del artículo 50.

## **CAPITULO V**

### **Terminación de las relaciones de trabajo**

### **Artículo 53**

Son causas de terminación de las relaciones de trabajo:

I. El mutuo consentimiento de las partes;

II. La muerte del trabajador;

III. La terminación de la obra o vencimiento del término o inversión del capital, de conformidad con los artículos 36, 37 y 38;

IV. La incapacidad física o mental o inhabilidad manifiesta del trabajador, que haga imposible la prestación del trabajo; y

V. Los casos a que se refiere el artículo 434.

### **Artículo 54**

En el caso de la fracción IV del artículo anterior, si la incapacidad proviene de un riesgo no profesional, el trabajador tendrá derecho a que se le pague un mes de salario y doce días por cada año de servicios, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 162, o de ser posible, si así lo desea, a que se le proporcione otro empleo compatible con sus aptitudes, independientemente de las prestaciones que le correspondan de conformidad con las leyes.

### **Artículo 55**

Si en el juicio correspondiente no comprueba el patrón las causas de la terminación, tendrá el trabajador los derechos consignados en el artículo 48.

## TITULO TERCERO

### Condiciones de Trabajo

#### CAPITULO I

##### Disposiciones generales

###### Artículo 56

Las condiciones de trabajo en ningún caso podrán ser inferiores a las fijadas en esta Ley y deberán ser proporcionadas a la importancia de los servicios e iguales para trabajos iguales, sin que puedan establecerse diferencias por motivo de raza, nacionalidad, sexo, edad, credo religioso o doctrina política, salvo las modalidades expresamente consignadas en esta Ley.

###### Artículo 57

El trabajador podrá solicitar de la Junta de Conciliación y Arbitraje la modificación de las condiciones de trabajo, cuando el salario no sea remunerador o sea excesiva la jornada de trabajo o concurran circunstancias económicas que la justifiquen.

El patrón podrá solicitar la modificación cuando concurran circunstancias económicas que la justifiquen.

#### CAPITULO II

##### Jornada de trabajo

###### Artículo 58

Jornada de trabajo es el tiempo durante el cual el trabajador está a disposición del patrón para prestar su trabajo.

###### Artículo 59

El trabajador y el patrón fijarán la duración de la jornada de trabajo, sin que pueda exceder los máximos legales.

Los trabajadores y el patrón podrán repartir las horas de trabajo, a fin de permitir a los primeros el reposo del sábado en la tarde o cualquier modalidad equivalente.

###### Artículo 60

Jornada diurna es la comprendida entre las seis y las veinte horas.

Jornada nocturna es la comprendida entre las veinte y las seis horas.

Jornada mixta es la que comprende períodos de tiempo de las jornadas diurna y nocturna, siempre que el período nocturno sea menor de tres horas y media, pues si comprende tres y media o más, se reputará jornada nocturna.

###### Artículo 61

La duración máxima de la jornada será: ocho horas la diurna, siete la nocturna y siete horas y media la mixta.

###### Artículo 62

Para fijar la jornada de trabajo se observará lo dispuesto en el artículo 5o., fracción III.

###### Artículo 63

Durante la jornada continua de trabajo se concederá al trabajador un descanso de media hora, por lo menos.

###### Artículo 64

Cuando el trabajador no pueda salir del lugar donde presta sus servicios durante las horas de reposo o de comidas, el tiempo correspondiente le será computado como tiempo efectivo de la jornada de trabajo.

###### Artículo 65

En los casos de siniestro o riesgo inminente en que peligre la vida del trabajador, de sus compañeros o del patrón, o la existencia misma de la empresa, la jornada de trabajo podrá prolongarse por el tiempo estrictamente indispensable para evitar esos males.

### **Artículo 66**

Podrá también prolongarse la jornada de trabajo por circunstancias extraordinarias, sin exceder nunca de tres horas diarias ni de tres veces en una semana.

### **Artículo 67**

Las horas de trabajo a que se refiere el artículo 65, se retribuirán con una cantidad igual a la que corresponda a cada una de las horas de la jornada.

Las horas de trabajo extraordinario se pagarán con un ciento por ciento más del salario que corresponda a las horas de la jornada.

### **Artículo 68**

Los trabajadores no están obligados a prestar sus servicios por un tiempo mayor del permitido de este capítulo.

La prolongación del tiempo extraordinario que exceda de nueve horas a la semana, obliga al patrón a pagar al trabajador el tiempo excedente con un doscientos por ciento más del salario que corresponda a las horas de la jornada, sin perjuicio de las sanciones establecidas en esta Ley.

## **CAPITULO III**

### **Días de descanso**

### **Artículo 69**

Por cada seis días de trabajo disfrutará el trabajador de un día de descanso, por lo menos, con goce de salario íntegro.

### **Artículo 70**

En los trabajos que requieran una labor continua, los trabajadores y el patrón fijarán de común acuerdo los días en que los trabajadores deban disfrutar de los de descanso semanal.

### **Artículo 71**

En los reglamentos de esta Ley se procurará que el día de descanso semanal sea el domingo.

Los trabajadores que presten servicio en día domingo tendrán derecho a una prima adicional de un veinticinco por ciento, por lo menos, sobre el salario de los días ordinarios de trabajo.

### **Artículo 72**

Cuando el trabajador no preste sus servicios durante todos los días de trabajo de la semana, o cuando en el mismo día o en la misma semana preste sus servicios a varios patrones, tendrá derecho a que se le pague la parte proporcional del salario de los días de descanso, calculada sobre el salario de los días en que hubiese trabajado o sobre el que hubiese percibido de cada patrón.

### **Artículo 73**

Los trabajadores no están obligados a prestar servicios en sus días de descanso. Si se quebranta esta disposición, el patrón pagará al trabajador, independientemente del salario que le corresponda por el descanso, un salario doble por el servicio prestado.

### **Artículo 74**

Son días de descanso obligatorio:

- I. El 1o. de enero;
- II. El 5 de febrero;
- III. El 21 de marzo;
- IV. El 1o. de mayo;
- V. El 16 de septiembre;

VI. El 20 de noviembre;

VII. El 1o. de diciembre de cada seis años, cuando corresponda a la trasmisión del Poder Ejecutivo Federal; y

VIII. El 25 de diciembre.

IX. El que determinen las Leyes Federales y Locales Electorales, en el caso de elecciones ordinarias, para efectuar la jornada electoral.

### **Artículo 75**

En los casos del artículo anterior los trabajadores y los patrones determinarán el número de trabajadores que deban prestar sus servicios. Si no se llega a un convenio, resolverá la Junta de Conciliación Permanente o en su defecto la de Conciliación y Arbitraje.

Los trabajadores quedarán obligados a prestar los servicios y tendrán derecho a que se les pague, independientemente del salario que les corresponda por el descanso obligatorio, un salario doble por el servicio prestado.

## **CAPITULO IV**

### **Vacaciones**

### **Artículo 76**

Los trabajadores que tengan más de un año de servicios disfrutarán de un período anual de vacaciones pagadas, que en ningún caso podrá ser inferior a seis días laborables, y que aumentará en dos días laborables, hasta llegar a doce, por cada año subsecuente de servicios.

Después del cuarto año, el período de vacaciones aumentará en dos días por cada cinco de servicios.

### **Artículo 77**

Los trabajadores que presten servicios discontinuos y los de temporada tendrán derecho a un período anual de vacaciones, en proporción al número de días de trabajos en el año.

### **Artículo 78**

Los trabajadores deberán disfrutar en forma continua seis días de vacaciones, por lo menos.

### **Artículo 79**

Las vacaciones no podrán compensarse con una remuneración.

Si la relación de trabajo termina antes de que se cumpla el año de servicios, el trabajador tendrá derecho a una remuneración proporcionada al tiempo de servicios prestados.

### **Artículo 80**

Los trabajadores tendrán derecho a una prima no menor de veinticinco por ciento sobre los salarios que les correspondan durante el período de vacaciones.

### **Artículo 81**

Las vacaciones deberán concederse a los trabajadores dentro de los seis meses siguientes al cumplimiento del año de servicios. Los patrones entregarán anualmente a sus trabajadores una constancia que contenga su antigüedad y de acuerdo con ella el período de vacaciones que les corresponda y la fecha en que deberán disfrutarlo.

## **CAPITULO V**

### **Salario**

### **Artículo 82**

Salario es la retribución que debe pagar el patrón al trabajador por su trabajo.

### **Artículo 83**

El salario puede fijarse por unidad de tiempo, por unidad de obra, por comisión, a precio alzado o de cualquier otra manera.

Cuando el salario se fije por unidad de obra, además de especificarse la naturaleza de ésta, se hará constar la cantidad y calidad del material, el estado de la herramienta y útiles que el patrón, en su caso, proporcione para ejecutar la obra, y el tiempo por el que los pondrá a disposición del trabajador, sin que pueda exigir cantidad alguna por concepto del desgaste natural que sufra la herramienta como consecuencia del trabajo.

#### **Artículo 84**

El salario se integra con los pagos hechos en efectivo por cuota diaria, gratificaciones, percepciones, habitación, primas, comisiones, prestaciones en especie y cualquiera otra cantidad o prestación que se entregue al trabajador por su trabajo.

#### **Artículo 85**

El salario debe ser remunerador y nunca menor al fijado como mínimo de acuerdo con las disposiciones de esta Ley. Para fijar el importe del salario se tomarán en consideración la cantidad y calidad del trabajo.

En el salario por unidad de obra, la retribución que se pague será tal, que para un trabajo normal, en una jornada de ocho horas, dé por resultado el monto del salario mínimo, por lo menos.

#### **Artículo 86**

A trabajo igual, desempeñado en puesto, jornada y condiciones de eficiencia también iguales, debe corresponder salario igual.

#### **Artículo 87**

Los que no hayan cumplido el año de servicios, independientemente de que se encuentren laborando o no en la fecha de liquidación del aguinaldo, tendrán derecho a que se les pague la parte proporcional del mismo, conforme al tiempo que hubieren trabajado, cualquiera que fuere éste.

#### **Artículo 88**

Los plazos para el pago del salario nunca podrán ser mayores de una semana para las personas que desempeñan un trabajo material y de quince días para los demás trabajadores.

#### **Artículo 89**

Para determinar el monto de las indemnizaciones que deban pagarse a los trabajadores se tomará como base el salario correspondiente al día en que nazca el derecho a la indemnización, incluyendo en él la cuota diaria y la parte proporcional de las prestaciones mencionadas en el artículo 84.

En los casos de salario por unidad de obra, y en general, cuando la retribución sea variable, se tomará como salario diario el promedio de las percepciones obtenidas en los treinta días efectivamente trabajados antes del nacimiento del derecho. Si en ese lapso hubiese habido aumento en el salario, se tomará como base el promedio de las percepciones obtenidas por el trabajador a partir de la fecha del aumento.

Cuando el salario se fije por semana o por mes, se dividirá entre siete o entre treinta, según el caso, para determinar el salario diario.

## **CAPITULO VI**

### **Salario mínimo**

#### **Artículo 90**

Salario mínimo es la cantidad menor que debe recibir en efectivo el trabajador por los servicios prestados en una jornada de trabajo.

Se considera de utilidad social el establecimiento de instituciones y medidas que protejan la capacidad adquisitiva del salario y faciliten el acceso de los trabajadores a la obtención de satisfactores.

#### **Artículo 91**

Los salarios mínimos podrán ser generales para una o varias áreas geográficas de aplicación, que pueden extenderse a una o más entidades federativas o profesionales, para una rama determinada de la actividad económica o para

profesiones, oficios o trabajos especiales, dentro de una o varias áreas geográficas.

#### **Artículo 92**

Los salarios mínimos generales regirán para todos los trabajadores del área o áreas geográficas de aplicación que se determinen, independientemente de las ramas de la actividad económica, profesiones, oficios o trabajos especiales.

#### **Artículo 93**

Los salarios mínimos profesionales regirán para todos los trabajadores de las ramas de actividad económica, profesiones, oficios o trabajos especiales que se determinen dentro de una o varias áreas geográficas de aplicación.

#### **Artículo 94**

Los salarios mínimos se fijarán por una Comisión Nacional integrada por representantes de los trabajadores, de los patrones y del gobierno, la cual podrá auxiliarse de las comisiones especiales de carácter consultivo que considere indispensables para el mejor desempeño de sus funciones.

#### **Artículo 95**

La Comisión Nacional de los Salarios Mínimos y las Comisiones Consultivas se integrarán en forma tripartita, de acuerdo a lo establecido por el Capítulo II del Título Trece de esta Ley.

#### **Artículo 96**

La Comisión Nacional determinará la división de la República en áreas geográficas, las que estarán constituidas por uno o más municipios en los que deba regir un mismo salario mínimo general, sin que necesariamente exista continuidad territorial entre dichos municipios.

#### **Artículo 97**

Los salarios mínimos no podrán ser objeto de compensación, descuento o reducción, salvo en los casos siguientes:

I. Pensiones alimenticias decretadas por la autoridad competente en favor de las personas mencionadas en el artículo 110, fracción V; y

II. Pago de rentas a que se refiere el artículo 151. Este descuento no podrá exceder del diez por ciento del salario.

III. Pago de abonos para cubrir préstamos provenientes del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores destinados a la adquisición, construcción, reparación, ampliación o mejoras de casas habitación o al pago de pasivos adquiridos por estos conceptos. Asimismo, a aquellos trabajadores que se les haya otorgado un crédito para la adquisición de viviendas ubicadas en conjuntos habitacionales financiados por el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores se les descontará el 1% del salario a que se refiere el artículo 143 de esta Ley, que se destinará a cubrir los gastos que se eroguen por concepto de administración, operación y mantenimiento del conjunto habitacional de que se trate. Estos descuentos deberán haber sido aceptados libremente por el trabajador y no podrán exceder el 20% del salario.

IV. Pago de abonos para cubrir créditos otorgados o garantizados por el Fondo a que se refiere el artículo 103 Bis de esta Ley, destinados a la adquisición de bienes de consumo duradero o al pago de servicios. Estos descuentos estarán precedidos de la aceptación que libremente haya hecho el trabajador y no podrán exceder del 10% del salario.

## **CAPITULO VII**

### **Normas protectoras y privilegios del salario**

#### **Artículo 98**

Los trabajadores dispondrán libremente de sus salarios. Cualquier disposición o medida que desvirtúe este derecho será nula.

#### **Artículo 99**

El derecho a percibir el salario es irrenunciable. Lo es igualmente el derecho a percibir los salarios devengados.

#### **Artículo 100**

El salario se pagará directamente al trabajador. Sólo en los casos en que esté imposibilitado para efectuar personalmente el cobro, el pago se hará a la persona que designe como apoderado mediante carta poder suscrita por

dos testigos.

El pago hecho en contravención a lo dispuesto en el párrafo anterior no libera de responsabilidad al patrón.

### **Artículo 101**

El salario en efectivo deberá pagarse precisamente en moneda de curso legal, no siendo permitido hacerlo en mercancías, vales, fichas o cualquier otro signo representativo con que se pretenda substituir la moneda.

### **Artículo 102**

Las prestaciones en especie deberán ser apropiadas al uso personal del trabajador y de su familia y razonablemente proporcionadas al monto del salario que se pague en efectivo.

### **Artículo 103**

Los almacenes y tiendas en que se expendan ropa, comestibles y artículos para el hogar, podrán crearse por convenio entre los trabajadores y los patrones, de una o varias empresas, de conformidad con las normas siguientes:

- I. La adquisición de las mercancías será libre sin que pueda ejercerse coacción sobre los trabajadores;
- II. Los precios de venta de los productos se fijarán por convenio entre los trabajadores y los patrones, y nunca podrán ser superiores a los precios oficiales y en su defecto a los corrientes en el mercado;
- III. Las modificaciones en los precios se sujetarán a lo dispuesto en la fracción anterior; y
- IV. En el convenio se determinará la participación que corresponda a los trabajadores en la administración y vigilancia del almacén o tienda.

### **Artículo 103 Bis**

El Ejecutivo Federal reglamentará la forma y términos en que se establecerá el fondo de fomento y garantía para el consumo de los trabajadores, que otorgará financiamiento para la operación de los almacenes y tiendas a que se refiere el artículo anterior y, asimismo, gestionará de otras instituciones, para conceder y garantizar, créditos baratos y oportunos para la adquisición de bienes y pago de servicios por parte de los trabajadores.

### **Artículo 104**

Es nula la cesión de los salarios en favor del patrón o de terceras personas, cualquiera que sea la denominación o forma que se le dé.

### **Artículo 105**

El salario de los trabajadores no será objeto de compensación alguna.

### **Artículo 106**

La obligación del patrón de pagar el salario no se suspende, salvo en los casos y con los requisitos establecidos en esta Ley.

### **Artículo 107**

Está prohibida la imposición de multas a los trabajadores, cualquiera que sea su causa o concepto.

### **Artículo 108**

El pago del salario se efectuará en el lugar donde los trabajadores presten sus servicios.

### **Artículo 109**

El pago deberá efectuarse en día laborable, fijado por convenio entre el trabajador y el patrón, durante las horas de trabajo o inmediatamente después de su terminación.

### **Artículo 110**

Los descuentos en los salarios de los trabajadores, están prohibidos salvo en los casos y con los requisitos siguientes:

- I. Pago de deudas contraídas con el patrón por anticipo de salarios, pagos hechos con exceso al trabajador, errores, pérdidas, averías o adquisición de artículos producidos por la empresa o establecimiento. La cantidad exigible en

ningún caso podrá ser mayor del importe de los salarios de un mes y el descuento será al que convengan el trabajador y el patrón, sin que pueda ser mayor del treinta por ciento del excedente del salario mínimo;

II. Pago de la renta a que se refiere el artículo 151 que no podrá exceder del quince por ciento del salario.

III. Pago de abonos para cubrir préstamos provenientes del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores destinados a la adquisición, construcción, reparación, ampliación o mejoras de casas habitación o al pago de pasivos adquiridos por estos conceptos. Asimismo, a aquellos trabajadores que se les haya otorgado un crédito para la adquisición de viviendas ubicadas en conjuntos habitacionales financiados por el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores se les descontará el 1% del salario a que se refiere el artículo 143 de esta Ley, que se destinará a cubrir los gastos que se erogan por concepto de administración, operación y mantenimiento del conjunto habitacional de que se trate. Estos descuentos deberán haber sido aceptados libremente por el trabajador.

#### **Artículo 111**

Las deudas contraídas por los trabajadores con sus patrones en ningún caso devengarán intereses.

#### **Artículo 112**

Los salarios de los trabajadores no podrán ser embargados, salvo el caso de pensiones alimenticias decretadas por la autoridad competente en beneficio de las personas señaladas en el artículo 110, fracción V.

Los patrones no están obligados a cumplir ninguna otra orden judicial o administrativa de embargo.

#### **Artículo 113**

Los salarios devengados en el último año y las indemnizaciones debidas a los trabajadores son preferentes sobre cualquier otro crédito, incluidos los que disfruten de garantía real, los fiscales y los a favor del Instituto Mexicano del Seguro Social, sobre todos los bienes del patrón.

#### **Artículo 114**

Los trabajadores no necesitan entrar a concurso, quiebra, suspensión de pagos o sucesión. La Junta de Conciliación y Arbitraje procederá al embargo y remate de los bienes necesarios para el pago de los salarios e indemnizaciones.

#### **Artículo 115**

Los beneficiarios del trabajador fallecido tendrán derecho a percibir las prestaciones e indemnizaciones pendientes de cubrirse, ejercitar las acciones y continuar los juicios, sin necesidad de juicio sucesorio.

#### **Artículo 116**

Queda prohibido en los centros de trabajo el establecimiento de expendios de bebidas embriagantes y de casas de juego de azar y de asignación. Esta prohibición será efectiva en un radio de cuatro kilómetros de los centros de trabajo ubicados fuera de las poblaciones.

Para los efectos de esta Ley, son bebidas embriagantes aquellas cuyo contenido alcohólico exceda del cinco por ciento.

## **CAPITULO VIII**

### **Participación de los trabajadores en las utilidades de las empresas**

#### **Artículo 117**

Los trabajadores participarán en las utilidades de las empresas, de conformidad con el porcentaje que determine la Comisión Nacional para la Participación de los Trabajadores en las Utilidades de las Empresas.

#### **Artículo 118**

Para determinar el porcentaje a que se refiere el artículo anterior, la Comisión Nacional practicará las investigaciones y realizará los estudios necesarios y apropiados para conocer las condiciones generales de la economía nacional y tomará en consideración la necesidad de fomentar el desarrollo industrial del país, el derecho del capital a obtener un interés razonable y la necesaria reinversión de capitales.

#### **Artículo 119**

La Comisión Nacional podrá revisar el porcentaje que hubiese fijado, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 587 y siguientes.

### **Artículo 120**

El Porcentaje fijado por la Comisión constituye la participación que corresponderá a los trabajadores en las utilidades de cada empresa.

Para los efectos de esta Ley, se considera utilidad en cada empresa la renta gravable, de conformidad con las normas de la Ley del Impuesto sobre la Renta.

### **Artículo 121**

El derecho de los trabajadores para formular objeciones a la declaración que presente el patrón a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, se ajustará a las normas siguientes:

I. El patrón, dentro de un término de diez días contado a partir de la fecha de la presentación de su declaración anual, entregará a los trabajadores copia de la misma. Los anexos que de conformidad con las disposiciones fiscales debe presentar a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público quedarán a disposición de los trabajadores durante el término de treinta días en las oficinas de la empresa y en la propia Secretaría.

Los trabajadores no podrán poner en conocimiento de terceras personas los datos contenidos en la declaración y en sus anexos;

II. Dentro de los treinta días siguientes, el sindicato titular del contrato colectivo o la mayoría de los trabajadores de la empresa, podrá formular ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público las observaciones que juzgue conveniente;

III. La resolución definitiva dictada por la misma Secretaría no podrá ser recurrida por los trabajadores; y

IV. Dentro de los treinta días siguientes a la resolución dictada por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, el patrón dará cumplimiento a la misma independientemente de que la impugne. Si como resultado de la impugnación variara a su favor el sentido de la resolución, los pagos hechos podrán deducirse de las utilidades correspondientes a los trabajadores en el siguiente ejercicio.

### **Artículo 122**

El reparto de utilidades entre los trabajadores deberá efectuarse dentro de los sesenta días siguientes a la fecha en que deba pagarse el impuesto anual, aun cuando esté en trámite objeción de los trabajadores.

Cuando la Secretaría de Hacienda y Crédito Público aumente el monto de la utilidad gravable, sin haber mediado objeción de los trabajadores o haber sido ésta resuelta, el reparto adicional se hará dentro de los sesenta días siguientes a la fecha en que se notifique la resolución. Sólo en el caso de que ésta fuera impugnada por el patrón, se suspenderá el pago del reparto adicional hasta que la resolución quede firme, garantizándose el interés de los trabajadores.

El importe de las utilidades no reclamadas en el año en que sean exigibles, se agregará a la utilidad repartible del año siguiente.

### **Artículo 123**

La utilidad repartible se dividirá en dos partes iguales: la primera se repartirá por igual entre todos los trabajadores, tomando en consideración el número de días trabajados por cada uno en el año, independientemente del monto de los salarios. La segunda se repartirá en proporción al monto de los salarios devengados por el trabajo prestado durante el año.

### **Artículo 124**

Para los efectos de este capítulo, se entiende por salario la cantidad que perciba cada trabajador en efectivo por cuota diaria. No se consideran como parte de él las gratificaciones, percepciones y demás prestaciones a que se refiere el artículo 84, ni las sumas que perciba el trabajador por concepto de trabajo extraordinario.

En los casos de salario por unidad de obra y en general, cuando la retribución sea variable, se tomará como salario diario el promedio de las percepciones obtenidas en el año.

### **Artículo 125**

Para determinar la participación de cada trabajador se observarán las normas siguientes:

I. Una comisión integrada por igual número de representantes de los trabajadores y del patrón formulará un proyecto, que determine la participación de cada trabajador y lo fijará en lugar visible del establecimiento. A este fin, el patrón pondrá a disposición de la Comisión la lista de asistencia y de raya de los trabajadores y los demás elementos de que disponga;

II. Si los representantes de los trabajadores y del patrón no se ponen de acuerdo, decidirá el Inspector del Trabajo;

III. Los trabajadores podrán hacer las observaciones que juzguen conveniente, dentro de un término de quince días; y

IV. Si se formulan objeciones, serán resueltas por la misma comisión a que se refiere la fracción I, dentro de un término de quince días.

### Artículo 126

Quedan exceptuadas de la obligación de repartir utilidades:

I. Las empresas de nueva creación, durante el primer año de funcionamiento;

II. Las empresas de nueva creación, dedicadas a la elaboración de un producto nuevo, durante los dos primeros años de funcionamiento. La determinación de la novedad del producto se ajustará a lo que dispongan las leyes para fomento de industrias nuevas;

III. Las empresas de industria extractiva, de nueva creación, durante el período de exploración;

IV. Las instituciones de asistencia privada, reconocidas por las leyes, que con bienes de propiedad particular ejecuten actos con fines humanitarios de asistencia, sin propósitos de lucro y sin designar individualmente a los beneficiarios;

V. El Instituto Mexicano del Seguro Social y las instituciones públicas descentralizadas con fines culturales, asistenciales o de beneficencia; y

VI. Las empresas que tengan un capital menor del que fije la Secretaría del Trabajo y Previsión Social por ramas de la industria, previa consulta con la Secretaría de Industria y Comercio. La resolución podrá revisarse total o parcialmente, cuando existan circunstancias económicas importantes que lo justifiquen.

### Artículo 127

El derecho de los trabajadores a participar en el reparto de utilidades se ajustará a las normas siguientes

I. Los directores, administradores y gerentes generales de las empresas no participarán en las utilidades;

II. Los demás trabajadores de confianza participarán en las utilidades de las empresas, pero si el salario que perciben es mayor del que corresponda al trabajador sindicalizado de más alto salario dentro de la empresa, o a falta de éste al trabajador de planta con la misma característica, se considerará este salario aumentado en un veinte por ciento, como salario máximo.

III. El monto de la participación de los trabajadores al servicio de personas cuyos ingresos deriven exclusivamente de su trabajo, y el de los que se dediquen al cuidado de bienes que produzcan rentas o al cobro de créditos y sus intereses, no podrá exceder de un mes de salario;

IV. Las madres trabajadoras, durante los períodos pre y postnatales, y los trabajadores víctimas de un riesgo de trabajo durante el período de incapacidad temporal, serán considerados como trabajadores en servicio activo;

V. En la industria de la construcción, después de determinar qué trabajadores tienen derecho a participar en el reparto, la Comisión a que se refiere el artículo 125 adoptará las medidas que juzgue conveniente para su citación;

VI. Los trabajadores domésticos no participarán en el reparto de utilidades; y

VII. Los trabajadores eventuales tendrán derecho a participar en las utilidades de la empresa cuando hayan trabajado sesenta días durante el año, por lo menos.

### Artículo 128

No se harán compensaciones de los años de pérdida con los de ganancia.

### Artículo 129

La participación en las utilidades a que se refiere este capítulo no se computará como parte del salario, para los efectos de las indemnizaciones que deban pagarse a los trabajadores.

### Artículo 130

Las cantidades que correspondan a los trabajadores por concepto de utilidades quedan protegidas por las normas contenidas en los artículos 98 y siguientes.

### Artículo 131

El derecho de los trabajadores a participar en las utilidades no implica la facultad de intervenir en la dirección o administración de las empresas.

## TITULO CUARTO

### Derechos y Obligaciones de los Trabajadores y de los Patrones

#### CAPITULO I

#### Obligaciones de los patrones

### Artículo 132

Son obligaciones de los patrones:

- I.- Cumplir las disposiciones de las normas de trabajo aplicables a sus empresas o establecimientos;
- II.- Pagar a los trabajadores los salarios e indemnizaciones, de conformidad con las normas vigentes en la empresa o establecimiento;
- III.- Proporcionar oportunamente a los trabajadores los útiles, instrumentos y materiales necesarios para la ejecución del trabajo, debiendo darlos de buena calidad, en buen estado y reponerlos tan luego como dejen de ser eficientes, siempre que aquéllos no se hayan comprometido a usar herramienta propia. El patrón no podrá exigir indemnización alguna por el desgaste natural que sufran los útiles, instrumentos y materiales de trabajo;
- IV.- Proporcionar local seguro para la guarda de los instrumentos y útiles de trabajo pertenecientes al trabajador, siempre que deban permanecer en el lugar en que prestan los servicios, sin que sea lícito al patrón retenerlos a título de indemnización, garantía o cualquier otro. El registro de instrumentos o útiles de trabajo deberá hacerse siempre que el trabajador lo solicite;
- V.- Mantener el número suficiente de asientos o sillas a disposición de los trabajadores en las casas comerciales, oficinas, hoteles, restaurantes y otros centros de trabajo análogos. La misma disposición se observará en los establecimientos industriales cuando lo permita la naturaleza del trabajo;
- VI.- Guardar a los trabajadores la debida consideración, absteniéndose de mal trato de palabra o de obra;
- VII.- Expedir cada quince días, a solicitud de los trabajadores, una constancia escrita del número de días trabajados y del salario percibido;
- VIII.- Expedir al trabajador que lo solicite o se separe de la empresa, dentro del término de tres días, una constancia escrita relativa a sus servicios;
- IX.- Conceder a los trabajadores el tiempo necesario para el ejercicio del voto en las elecciones populares y para el cumplimiento de los servicios de jurados, electorales y censales, a que se refiere el artículo 5o., de la Constitución, cuando esas actividades deban cumplirse dentro de sus horas de trabajo;
- X.- Permitir a los trabajadores faltar a su trabajo para desempeñar una comisión accidental o permanente de su sindicato o del Estado, siempre que avisen con la oportunidad debida y que el número de trabajadores comisionados

no sea tal que perjudique la buena marcha del establecimiento. El tiempo perdido podrá descontarse al trabajador a no ser que lo compense con un tiempo igual de trabajo efectivo. Cuando la comisión sea de carácter permanente, el trabajador o trabajadores podrán volver al puesto que ocupaban, conservando todos sus derechos, siempre y cuando regresen a su trabajo dentro del término de seis años. Los substitutos tendrán el carácter de interinos, considerándolos como de planta después de seis años;

XI.- Poner en conocimiento del sindicato titular del contrato colectivo y de los trabajadores de la categoría inmediata inferior, los puestos de nueva creación, las vacantes definitivas y las temporales que deban cubrirse;

XII.- Establecer y sostener las escuelas Artículo 123 Constitucional, de conformidad con lo que dispongan las leyes y la Secretaría de Educación Pública;

XIII.- Colaborar con las Autoridades del Trabajo y de Educación, de conformidad con las leyes y reglamentos, a fin de lograr la alfabetización de los trabajadores;

XIV.- Hacer por su cuenta, cuando empleen más de cien y menos de mil trabajadores, los gastos indispensables para sostener en forma decorosa los estudios técnicos, industriales o prácticos, en centros especiales, nacionales o extranjeros, de uno de sus trabajadores o de uno de los hijos de éstos, designado en atención a sus aptitudes, cualidades y dedicación, por los mismos trabajadores y el patrón. Cuando tengan a su servicio más de mil trabajadores deberán sostener tres becarios en las condiciones señaladas. El patrón sólo podrá cancelar la beca cuando sea reprobado el becario en el curso de un año o cuando observe mala conducta; pero en esos casos será substituido por otro. Los becarios que hayan terminado sus estudios deberán prestar sus servicios al patrón que los hubiese becado, durante un año, por lo menos;

XV.- Proporcionar capacitación y adiestramiento a sus trabajadores, en los términos del Capítulo III Bis de este Título.

XVI.- Instalar, de acuerdo con los principios de seguridad e higiene, las fábricas, talleres, oficinas y demás lugares en que deban ejecutarse las labores, para prevenir riesgos de trabajo y perjuicios al trabajador, así como adoptar las medidas necesarias para evitar que los contaminantes excedan los máximos permitidos en los reglamentos e instructivos que expidan las autoridades competentes. Para estos efectos, deberán modificar, en su caso, las instalaciones en los términos que señalen las propias autoridades;

XVII.- Cumplir las disposiciones de seguridad e higiene que fijen las leyes y los reglamentos para prevenir los accidentes y enfermedades en los centros de trabajo y, en general, en los lugares en que deban ejecutarse las labores; y, disponer en todo tiempo de los medicamentos y materiales de curación indispensables que señalen los instructivos que se expidan, para que se presten oportuna y eficazmente los primeros auxilios; debiendo dar, desde luego, aviso a la autoridad competente de cada accidente que ocurra;

XVIII.- Fijar visiblemente y difundir en los lugares donde se preste el trabajo, las disposiciones conducentes de los reglamentos e instructivos de seguridad e higiene;

XIX.- Proporcionar a sus trabajadores los medicamentos profilácticos que determine la autoridad sanitaria en los lugares donde existan enfermedades tropicales o endémicas, o cuando exista peligro de epidemia;

XX.- Reservar, cuando la población fija de un centro rural de trabajo exceda de doscientos habitantes, un espacio de terreno no menor de cinco mil metros cuadrados para el establecimiento de mercados públicos, edificios para los servicios municipales y centros recreativos, siempre que dicho centro de trabajo esté a una distancia no menor de cinco kilómetros de la población más próxima;

XXI.- Proporcionar a los sindicatos, si lo solicitan, en los centros rurales de trabajo, un local que se encuentre desocupado para que instalen sus oficinas, cobrando la renta correspondiente. Si no existe local en las condiciones indicadas, se podrá emplear para ese fin cualquiera de los asignados para alojamiento de los trabajadores;

XXII.- Hacer las deducciones que soliciten los sindicatos de las cuotas sindicales ordinarias, siempre que se compruebe que son las previstas en el artículo 110, fracción VI;

XXIII.- Hacer las deducciones de las cuotas para la constitución y fomento de sociedades cooperativas y de cajas de ahorro, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 110, fracción IV;

XXIV.- Permitir la inspección y vigilancia que las autoridades del trabajo practiquen en su establecimiento para

cerciorarse del cumplimiento de las normas de trabajo y darles los informes que a ese efecto sean indispensables, cuando lo soliciten. Los patrones podrán exigir a los inspectores o comisionados que les muestren sus credenciales y les den a conocer las instrucciones que tengan; y

XXV.- Contribuir al fomento de las actividades culturales y del deporte entre sus trabajadores y proporcionarles los equipos y útiles indispensables.

XXVI.- Hacer las deducciones previstas en las fracciones IV del artículo 97 y VII del artículo 110, y enterar los descuentos a la institución bancaria acreedora, o en su caso al Fondo de Fomento y Garantía para el Consumo de los Trabajadores. Esta obligación no convierte al patrón en deudor solidario del crédito que se haya concedido al trabajador.

XXVII.- Proporcionar a las mujeres embarazadas la protección que establezcan los reglamentos.

XXVIII.- Participar en la integración y funcionamiento de las Comisiones que deban formarse en cada centro de trabajo, de acuerdo con lo establecido por esta Ley.

### **Artículo 133**

Queda prohibido a los patrones:

I.- Negarse a aceptar trabajadores por razón de edad o de su sexo;

II.- Exigir que los trabajadores compren sus artículos de consumo en tienda o lugar determinado;

III.- Exigir o aceptar dinero de los trabajadores como gratificación porque se les admita en el trabajo o por cualquier otro motivo que se refiera a las condiciones de éste;

IV.- Obligar a los trabajadores por coacción o por cualquier otro medio, a afiliarse o retirarse del sindicato o agrupación a que pertenezcan, o a que voten por determinada candidatura;

V.- Intervenir en cualquier forma en el régimen interno del sindicato;

VI.- Hacer o autorizar colectas o suscripciones en los establecimientos y lugares de trabajo;

VII.- Ejecutar cualquier acto que restrinja a los trabajadores los derechos que les otorgan las leyes;

VIII.- Hacer propaganda política o religiosa dentro del establecimiento;

IX.- Emplear el sistema de poner en el índice a los trabajadores que se separen o sean separados del trabajo para que no se les vuelva a dar ocupación;

X.- Portar armas en el interior de los establecimientos ubicados dentro de las poblaciones; y

XI.- Presentarse en los establecimientos en estado de embriaguez o bajo la influencia de un narcótico o droga enervante.

## **CAPITULO II**

### **Obligaciones de los trabajadores**

### **Artículo 134**

Son obligaciones de los trabajadores:

I.- Cumplir las disposiciones de las normas de trabajo que les sean aplicables;

II.- Observar las medidas preventivas e higiénicas que acuerden las autoridades competentes y las que indiquen los patrones para la seguridad y protección personal de los trabajadores;

III.- Desempeñar el servicio bajo la dirección del patrón o de su representante, a cuya autoridad estarán subordinados en todo lo concerniente al trabajo;

- IV.- Ejecutar el trabajo con la intensidad, cuidado y esmero apropiados y en la forma, tiempo y lugar convenidos;
- V.- Dar aviso inmediato al patrón, salvo caso fortuito o de fuerza mayor, de las causas justificadas que le impidan concurrir a su trabajo;
- VI.- Restituir al patrón los materiales no usados y conservar en buen estado los instrumentos y útiles que les haya dado para el trabajo, no siendo responsables por el deterioro que origine el uso de estos objetos, ni del ocasionado por caso fortuito, fuerza mayor, o por mala calidad o defectuosa construcción;
- VII.- Observar buenas costumbres durante el servicio;
- VIII.- Prestar auxilios en cualquier tiempo que se necesiten, cuando por siniestro o riesgo inminente peligren las personas o los intereses del patrón o de sus compañeros de trabajo;
- IX.- Integrar los organismos que establece esta Ley;
- X.- Someterse a los reconocimientos médicos previstos en el reglamento interior y demás normas vigentes en la empresa o establecimiento, para comprobar que no padecen alguna incapacidad o enfermedad de trabajo, contagiosa o incurable;
- XI. Poner en conocimiento del patrón las enfermedades contagiosas que padezcan, tan pronto como tengan conocimiento de las mismas;
- XII. Comunicar al patrón o a su representante las deficiencias que adviertan, a fin de evitar daños o perjuicios a los intereses y vidas de sus compañeros de trabajo o de los patrones; y
- XIII. Guardar escrupulosamente los secretos técnicos, comerciales y de fabricación de los productos a cuya elaboración concurren directa o indirectamente, o de los cuales tengan conocimiento por razón del trabajo que desempeñen, así como de los asuntos administrativos reservados, cuya divulgación pueda causar perjuicios a la empresa.

### **Artículo 135**

Queda prohibido a los trabajadores:

- I. Ejecutar cualquier acto que pueda poner en peligro su propia seguridad, la de sus compañeros de trabajo o la de terceras personas, así como la de los establecimientos o lugares en que el trabajo se desempeñe;
- II. Faltar al trabajo sin causa justificada o sin permiso del patrón;
- III. Substraer de la empresa o establecimiento útiles de trabajo o materia prima o elaborada;
- IV. Presentarse al trabajo en estado de embriaguez;
- V. Presentarse al trabajo bajo la influencia de algún narcótico o droga enervante, salvo que exista prescripción médica. Antes de iniciar su servicio, el trabajador deberá poner el hecho en conocimiento del patrón y presentarle la prescripción suscrita por el médico;
- VI. Portar armas de cualquier clase durante las horas de trabajo, salvo que la naturaleza de éste lo exija. Se exceptúan de esta disposición las punzantes y punzo-cortantes que formen parte de las herramientas o útiles propios del trabajo;
- VII. Suspender las labores sin autorización del patrón;
- VIII. Hacer colectas en el establecimiento o lugar de trabajo;
- IX. Usar los útiles y herramientas suministrados por el patrón, para objeto distinto de aquél a que están destinados; y
- X. Hacer cualquier clase de propaganda en las horas de trabajo, dentro del establecimiento.

## **CAPITULO III**

## **Habitaciones para los trabajadores**

### **Artículo 136**

Toda empresa agrícola, industrial, minera o de cualquier otra clase de trabajo, está obligada a proporcionar a los trabajadores habitaciones cómodas e higiénicas. Para dar cumplimiento a esta obligación, las empresas deberán aportar al Fondo Nacional de la Vivienda el cinco por ciento sobre los salarios de los trabajadores a su servicio.

### **Artículo 137**

El Fondo Nacional de la Vivienda tendrá por objeto crear sistemas de financiamiento que permitan a los trabajadores obtener crédito barato y suficiente para adquirir en propiedad habitaciones cómodas e higiénicas, para la construcción, reparación, o mejoras de sus casas habitación y para el pago de pasivos adquiridos por estos conceptos.

### **Artículo 138**

Los recursos del Fondo Nacional de la Vivienda serán administrados por un organismo integrado en forma tripartita por representantes del Gobierno Federal, de los trabajadores y de los patrones.

### **Artículo 139**

La ley que cree dicho organismo regulará los procedimientos y formas conforme a los cuales los trabajadores podrán adquirir en propiedad habitaciones y obtener los créditos a que se refiere el artículo 137.

### **Artículo 140**

El organismo a que se refieren los artículos 138 y 139, tendrá a su cargo la coordinación y el financiamiento de los programas de construcción de casas habitación destinadas a ser adquiridas en propiedad por los trabajadores.

### **Artículo 141**

Las aportaciones al Fondo Nacional de la Vivienda son gastos de previsión social de las empresas y se aplicarán en su totalidad a constituir depósitos en favor de los trabajadores que se sujetarán a las bases siguientes:

I. En los casos de incapacidad total permanente, de incapacidad parcial permanente, cuando ésta sea del 50% o más; de invalidez definitiva, en los términos de la Ley del Seguro Social; de jubilación; o de muerte del trabajador, se entregará el total de los depósitos constituidos, a él o sus beneficiarios, con una cantidad adicional igual a dichos depósitos, en los términos de la Ley, a que se refiere el artículo 139;

II. Cuando el trabajador deje de estar sujeto a una relación de trabajo y cuente con 50 o más años de edad, tendrá derecho a que se le haga entrega del total de los depósitos que se hubieren hecho a su favor, en los términos de la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores.

III. En caso de que el trabajador hubiere recibido crédito del Instituto, las cantidades a que tuviere derecho en los términos de las fracciones anteriores, se aplicarán a la amortización del crédito, salvo en los casos de incapacidad total permanente o de muerte, en los términos del artículo 145 si después de hacer la aplicación de dichas cantidades a la amortización del crédito quedare saldo a favor del trabajador se le entregará a éste el monto correspondiente.

Para la devolución de los depósitos y cantidades adicionales bastará que la solicitud por escrito se acompañe con las pruebas pertinentes.

IV. En caso de incapacidad total permanente, de jubilación o de muerte del trabajador, se entregará el total de los depósitos constituidos a él o a sus beneficiarios con una cantidad adicional igual a dichos depósitos, en los términos de la Ley a que se refiere el artículo 139;

V. Cuando el trabajador deje de estar sujeto a una relación de trabajo y cuente con 50 o más años de edad, tendrá derecho a que se le haga entrega del total de los depósitos que se hubieren hecho a su favor, en los términos de la Ley del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores;

VI. En el caso de que los trabajadores hubieren recibido crédito del Instituto, la devolución de los depósitos a que se refieren las fracciones IV y V anteriores, se hará con deducción de las cantidades que se hubieran aplicado al pago de dicho crédito en los términos de las fracciones I y II de este artículo; y la cantidad adicional a que se refiere la fracción IV anterior, será igual al monto del saldo resultante.

Para la devolución de los depósitos y cantidades adicionales, bastará que la solicitud por escrito, se acompañe con

las pruebas pertinentes.

#### **Artículo 142**

Cuando una empresa se componga de varios establecimientos, la obligación a que se refiere el Artículo 136 de esta ley se extiende a cada uno de ellos y a la empresa en su conjunto.

#### **Artículo 143**

Para los efectos de este Capítulo el salario a que se refiere el artículo 136 se integra con los pagos hechos en efectivo por cuota diaria, y las gratificaciones, percepciones, alimentación, habitación, primas, comisiones, prestaciones en especie y cualquier otra cantidad o prestación que se entregue al trabajador por sus servicios; no se tomarán en cuenta dada su naturaleza, los siguientes conceptos:

- a) Los instrumentos de trabajo, tales como herramientas, ropa y otros similares;
- b) El ahorro, cuando se integre por un depósito de cantidad semanal o mensual igual del trabajador y de la empresa; y las cantidades otorgadas por el patrón para fines sociales o sindicales;
- c) Las aportaciones al Instituto de Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores y las participaciones en las utilidades de las empresas;
- d) La alimentación y la habitación cuando no se proporcionen gratuitamente al trabajador, así como las despensas;
- e) Los premios por asistencia;
- f) Los pagos por tiempo extraordinario, salvo cuando este tipo de servicios esté pactado en forma de tiempo fijo;
- g) Las cuotas al Instituto Mexicano del Seguro Social a cargo del trabajador que cubran las empresas.

#### **Artículo 144**

Se tendrá como salario máximo para el pago de las aportaciones el equivalente a diez veces el salario mínimo general del área geográfica de aplicación que corresponda.

#### **Artículo 145**

Los créditos que se otorguen por el organismo que administre el Fondo Nacional de la Vivienda, estarán cubiertos por un seguro, para los casos de incapacidad total permanente o de muerte, que libere al trabajador o a sus beneficiarios de las obligaciones, gravámenes o limitaciones de dominio a favor del citado organismo, derivadas de esos créditos.

Para tales efectos, se entenderá por incapacidad total permanente la pérdida de facultades o aptitudes de una persona, que la imposibiliten para desempeñar cualquier trabajo por el resto de su vida, cualquiera que sea la naturaleza del riesgo que la haya producido.

Tratándose de los casos de incapacidad parcial permanente, cuando ésta sea del 50% o más, o invalidez definitiva, se liberará al trabajador acreditado del adeudo, los gravámenes o limitaciones de dominio a favor del Instituto, siempre y cuando no sea sujeto de una nueva relación de trabajo por un período mínimo de dos años, lapso durante el cual gozará de una prórroga sin causa de intereses, para el pago de su crédito. La existencia de cualquiera de estos supuestos deberá comprobarse ante el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, dentro del mes siguiente a la fecha en que se determinen.

#### **Artículo 146**

Los patrones no estarán obligados a pagar las aportaciones a que se refiere el Artículo 136 de esta Ley por lo que toca a los trabajadores domésticos.

#### **Artículo 147**

El Ejecutivo Federal, previo estudio y dictamen del organismo que se constituya para administrar los recursos del Fondo Nacional de la Vivienda, determinará las modalidades y fechas en que incorporarán al régimen establecido por este capítulo:

- I. Los deportistas profesionales y

II. Los trabajadores a domicilio.

#### **Artículo 148**

El Ejecutivo Federal podrá establecer modalidades para facilitar la aportación de las empresas que tengan un capital o un ingreso inferior a los mínimos que el propio Ejecutivo determine. Estas resoluciones podrán revisarse total o parcialmente cuando a su juicio existan circunstancias que lo justifiquen.

#### **Artículo 149**

El organismo que se cree para administrar los recursos del Fondo Nacional de la Vivienda, determinará las sumas que se asignarán al financiamiento de programas de casas habitación destinadas a ser adquiridas en propiedad por los trabajadores y los que se aplicarán para la adquisición, construcción, reparación o mejoras de dichas casas, así como para el pago de pasivos adquiridos por estos conceptos.

Al efectuar la aplicación de recursos, se distribuirán equitativamente entre las distintas regiones y localidades del país, así como entre las diversas empresas o grupos de trabajadores.

Para el otorgamiento individual de los créditos se procederá en caso necesario conforme a un sistema de sorteos, en los términos que establezca la ley a que se refiere el artículo 139.

#### **Artículo 150**

Cuando las empresas proporcionen a sus trabajadores casa en comodato o arrendamiento no están exentas de contribuir al Fondo Nacional de la Vivienda, en los términos del artículo 136. Tampoco quedarán exentas de esta aportación respecto de aquellos trabajadores que hayan sido favorecidos por créditos del fondo.

#### **Artículo 151**

Cuando las habitaciones se den en arrendamiento a los trabajadores, la renta no podrá exceder del medio por ciento mensual del valor catastral de la finca y se observarán las normas siguientes:

I. Las empresas están obligadas a mantenerlas en condiciones de habitabilidad y a hacer oportunamente las reparaciones necesarias y convenientes:

II. Los trabajadores tienen las obligaciones siguientes:

a) Pagar las rentas.

b) Cuidar de la habitación como si fuera propia.

c) Poner en conocimiento de la empresa los defectos o deterioros que observen.

d) Desocupar las habitaciones a la terminación de las relaciones de trabajo dentro de un término de cuarenta y cinco días y

III. Está prohibido a los trabajadores:

a) Usar la habitación para fines distintos de los señalados en este capítulo.

b) Subarrendar las habitaciones.

#### **Artículo 152**

Los trabajadores tendrán derecho a ejercitar ante las Juntas de Conciliación y Arbitraje las acciones individuales y colectivas que deriven del incumplimiento de las obligaciones impuestas en este capítulo.

#### **Artículo 153**

Las empresas tendrán derecho a ejercitar ante las Juntas de Conciliación y Arbitraje, las acciones que les correspondan en contra de los trabajadores por incumplimiento de las obligaciones que les impone este capítulo.

## **CAPITULO III BIS**

### **De la capacitación y adiestramiento de los trabajadores**

#### **Artículo 153-A**

Todo trabajador tiene el derecho a que su patrón le proporcione capacitación o adiestramiento en su trabajo que le permita elevar su nivel de vida y productividad, conforme a los planes y programas formulados, de común acuerdo, por el patrón y el sindicato o sus trabajadores y aprobados por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

#### **Artículo 153-B**

Para dar cumplimiento a la obligación que, conforme al artículo anterior les corresponde, los patrones podrán convenir con los trabajadores en que la capacitación o adiestramiento, se proporcione a éstos dentro de la misma empresa o fuera de ella, por conducto de personal propio, instructores especialmente contratados, instituciones, escuelas u organismos especializados, o bien mediante adhesión a los sistemas generales que se establezcan y que se registren en la Secretaría del Trabajo y Previsión Social. En caso de tal adhesión, quedará a cargo de los patrones cubrir las cuotas respectivas.

#### **Artículo 153-C**

Las instituciones o escuelas que deseen impartir capacitación o adiestramiento, así como su personal docente, deberán estar autorizadas y registradas por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

#### **Artículo 153-D**

Los cursos y programas de capacitación o adiestramiento de los trabajadores, podrán formularse respecto a cada establecimiento, una empresa, varias de ellas o respecto a una rama industrial o actividad determinada.

#### **Artículo 153-E**

La capacitación o adiestramiento a que se refiere el artículo 153-A, deberá impartirse al trabajador durante las horas de su jornada de trabajo; salvo que, atendiendo a la naturaleza de los servicios, patrón y trabajador convengan que podrá impartirse de otra manera; así como en el caso en que el trabajador desee capacitarse en una actividad distinta a la de la ocupación que desempeñe, en cuyo supuesto, la capacitación se realizará fuera de la jornada de trabajo.

#### **Artículo 153-F**

La capacitación y el adiestramiento deberán tener por objeto:

- I. Actualizar y perfeccionar los conocimientos y habilidades del trabajador en su actividad; así como proporcionarle información sobre la aplicación de nueva tecnología en ella;
- II. Preparar al trabajador para ocupar una vacante o puesto de nueva creación;
- III. Prevenir riesgos de trabajo;
- IV. Incrementar la productividad; y,
- V. En general, mejorar las aptitudes del trabajador.

#### **Artículo 153-G**

Durante el tiempo en que un trabajador de nuevo ingreso que requiera capacitación inicial para el empleo que va a desempeñar, reciba ésta, prestará sus servicios conforme a las condiciones generales de trabajo que rijan en la empresa o a lo que se estipule respecto a ella en los contratos colectivos.

#### **Artículo 153-H**

Los trabajadores a quienes se imparta capacitación o adiestramiento están obligados a:

- I. Asistir puntualmente a los cursos, sesiones de grupo y demás actividades que formen parte del proceso de capacitación o adiestramiento;
- II. Atender las indicaciones de las personas que impartan la capacitación o adiestramiento, y cumplir con los programas respectivos; y,
- III. Presentar los exámenes de evaluación de conocimientos y de aptitud que sean requeridos.

#### **Artículo 153-I**

En cada empresa se constituirán Comisiones Mixtas de Capacitación y Adiestramiento, integradas por igual número de representantes de los trabajadores y del patrón, las cuales vigilarán la instrumentación y operación del sistema y de los procedimientos que se implanten para mejorar la capacitación y el adiestramiento de los trabajadores, y

sugerirán las medidas tendientes a perfeccionarlos; todo esto conforme a las necesidades de los trabajadores y de las empresas.

#### **Artículo 153-J**

Las autoridades laborales cuidarán que las Comisiones Mixtas de Capacitación y Adiestramiento se integren y funcionen oportuna y normalmente, vigilando el cumplimiento de la obligación patronal de capacitar y adiestrar a los trabajadores.

#### **Artículo 153-K**

La Secretaría del Trabajo y Previsión Social podrá convocar a los Patrones, Sindicatos y Trabajadores libres que formen parte de las mismas ramas industriales o actividades, para constituir Comités Nacionales de Capacitación y Adiestramiento de tales ramas Industriales o actividades, los cuales tendrán el carácter de órganos auxiliares de la propia Secretaría.

Estos Comités tendrán facultades para:

I. Participar en la determinación de los requerimientos de capacitación y adiestramiento de las ramas o actividades respectivas;

II. Colaborar en la elaboración del Catálogo Nacional de Ocupaciones y en la de estudios sobre las características de la maquinaria y equipo en existencia y uso en las ramas o actividades correspondientes;

III. Proponer sistemas de capacitación y adiestramiento para y en el trabajo, en relación con las ramas industriales o actividades correspondientes;

IV. Formular recomendaciones específicas de planes y programas de capacitación y adiestramiento;

V. Evaluar los efectos de las acciones de capacitación y adiestramiento en la productividad dentro de las ramas industriales o actividades específicas de que se trate; y,

VI. Gestionar ante la autoridad laboral el registro de las constancias relativas a conocimientos o habilidades de los trabajadores que hayan satisfecho los requisitos legales exigidos para tal efecto.

#### **Artículo 153-L**

La Secretaría del Trabajo y Previsión Social fijará las bases para determinar la forma de designación de los miembros de los Comités Nacionales de Capacitación y Adiestramiento, así como las relativas a su organización y funcionamiento.

#### **Artículo 153-M**

En los contratos colectivos deberán incluirse cláusulas relativas a la obligación patronal de proporcionar capacitación y adiestramiento a los trabajadores, conforme a planes y programas que satisfagan los requisitos establecidos en este Capítulo.

Además, podrá consignarse en los propios contratos el procedimiento conforme al cual el patrón capacitará y adiestrará a quienes pretendan ingresar a laborar en la empresa, tomando en cuenta, en su caso, la cláusula de admisión.

#### **Artículo 153-N**

Dentro de los quince días siguientes a la celebración, revisión o prórroga del contrato colectivo, los patrones deberán presentar ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, para su aprobación, los planes y programas de capacitación y adiestramiento que se haya acordado establecer, o en su caso, las modificaciones que se hayan convenido acerca de planes y programas ya implantados con aprobación de la autoridad laboral.

#### **Artículo 153-O**

Las empresas en que no rija contrato colectivo de trabajo, deberán someter a la aprobación de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, dentro de los primeros sesenta días de los años impares, los planes y programas de capacitación o adiestramiento que, de común acuerdo con los trabajadores, hayan decidido implantar. Igualmente, deberán informar respecto a la constitución y bases generales a que se sujetará el funcionamiento de las Comisiones Mixtas de Capacitación y Adiestramiento.

### **Artículo 153-P**

El registro de que trata el artículo 153-C se otorgará a las personas o instituciones que satisfagan los siguientes requisitos:

I. Comprobar que quienes capacitarán o adiestrarán a los trabajadores, están preparados profesionalmente en la rama industrial o actividad en que impartirán sus conocimientos;

II. Acreditar satisfactoriamente, a juicio de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, tener conocimientos bastantes sobre los procedimientos tecnológicos propios de la rama industrial o actividad en la que pretendan impartir dicha capacitación o adiestramiento; y

III. No estar ligadas con personas o instituciones que propaguen algún credo religioso, en los términos de la prohibición establecida por la fracción IV del Artículo 3o. Constitucional.

El registro concedido en los términos de este artículo podrá ser revocado cuando se contravengan las disposiciones de esta Ley.

En el procedimiento de revocación, el afectado podrá ofrecer pruebas y alegar lo que a su derecho convenga.

### **Artículo 153-Q**

Los planes y programas de que tratan los artículos 153-N y 153-O, deberán cumplir los siguientes requisitos:

I. Referirse a períodos no mayores de cuatro años;

II. Comprender todos los puestos y niveles existentes en la empresa;

III. Precisar las etapas durante las cuales se impartirá la capacitación y el adiestramiento al total de los trabajadores de la empresa;

IV. Señalar el procedimiento de selección, a través del cual se establecerá el orden en que serán capacitados los trabajadores de un mismo puesto y categoría;

V. Especificar el nombre y número de registro en la Secretaría del Trabajo y Previsión Social de las entidades instructoras; y,

VI. Aquellos otros que establezcan los criterios generales de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social que se publiquen en el Diario Oficial de la Federación.

Dichos planes y programas deberán ser aplicados de inmediato por las empresas.

### **Artículo 153-R**

Dentro de los sesenta días hábiles que sigan a la presentación de tales planes y programas ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, ésta los aprobará o dispondrá que se les hagan las modificaciones que estime pertinentes; en la inteligencia de que, aquellos planes y programas que no hayan sido objetados por la autoridad laboral dentro del término citado, se entenderán definitivamente aprobados.

### **Artículo 153-S**

Cuando el patrón no dé cumplimiento a la obligación de presentar ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social los planes y programas de capacitación y adiestramiento, dentro del plazo que corresponda, en los términos de los artículos 153-N y 153-O, o cuando presentados dichos planes y programas, no los lleve a la práctica, será sancionado conforme a lo dispuesto en la fracción IV del artículo 878 de esta Ley, sin perjuicio de que, en cualquiera de los dos casos, la propia Secretaría adopte las medidas pertinentes para que el patrón cumpla con la obligación de que se trata.

### **Artículo 153-T**

Los trabajadores que hayan sido aprobados en los exámenes de capacitación y adiestramiento en los términos de este Capítulo, tendrán derecho a que la entidad instructora les expida las constancias respectivas, mismas que, autenticadas por la Comisión Mixta de Capacitación y Adiestramiento de la Empresa, se harán del conocimiento de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, por conducto del correspondiente Comité Nacional o, a falta de éste, a través de las autoridades del trabajo a fin de que la propia Secretaría las registre y las tome en cuenta al formular

el padrón de trabajadores capacitados que corresponda, en los términos de la fracción IV del artículo 539.

#### **Artículo 153-U**

Cuando implantado un programa de capacitación, un trabajador se niegue a recibir ésta, por considerar que tiene los conocimientos necesarios para el desempeño de su puesto y del inmediato superior, deberá acreditar documentalmente dicha capacidad o presentar y aprobar, ante la entidad instructora, el examen de suficiencia que señale la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

En este último caso, se extenderá a dicho trabajador la correspondiente constancia de habilidades laborales.

#### **Artículo 153-V**

La constancia de habilidades laborales es el documento expedido por el capacitador, con el cual el trabajador acreditará haber llevado y aprobado un curso de capacitación.

Las empresas están obligadas a enviar a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social para su registro y control, listas de las constancias que se hayan expedido a sus trabajadores.

Las constancias de que se trata surtirán plenos efectos, para fines de ascenso, dentro de la empresa en que se haya proporcionado la capacitación o adiestramiento.

Si en una empresa existen varias especialidades o niveles en relación con el puesto a que la constancia se refiera, el trabajador, mediante examen que practique la Comisión Mixta de Capacitación y Adiestramiento respectiva acreditará para cuál de ellas es apto.

#### **Artículo 153-W**

Los certificados, diplomas, títulos o grados que expidan el Estado, sus organismos descentralizados o los particulares con reconocimiento de validez oficial de estudios, a quienes hayan concluido un tipo de educación con carácter terminal, serán inscritos en los registros de que trata el artículo 539, fracción IV, cuando el puesto y categoría correspondientes figuren en el Catálogo Nacional de Ocupaciones o sean similares a los incluidos en él.

#### **Artículo 153-X**

Los trabajadores y patrones tendrán derecho a ejercitar ante las Juntas de Conciliación y Arbitraje las acciones individuales y colectivas que deriven de la obligación de capacitación o adiestramiento impuesta en este Capítulo.

## **CAPITULO IV**

### **Derechos de preferencia, antigüedad y ascenso**

#### **Artículo 154**

Los patrones estarán obligados a preferir en igualdad de circunstancias a los trabajadores mexicanos respecto de quienes no lo sean, a quienes les hayan servido satisfactoriamente por mayor tiempo, a quienes no teniendo ninguna otra fuente de ingreso económico tengan a su cargo una familia y a los sindicalizados respecto de quienes no lo estén.

Si existe contrato colectivo y éste contiene cláusula de admisión, la preferencia para ocupar las vacantes o puestos de nueva creación se regirá por lo que disponga el contrato colectivo y el estatuto sindical.

Se entiende por sindicalizado a todo trabajador que se encuentre agremiado a cualquier organización sindical legalmente constituida.

#### **Artículo 155**

Los trabajadores que se encuentren en los casos del artículo anterior y que aspiren a un puesto vacante o de nueva creación, deberán presentar una solicitud a la empresa o establecimiento indicando su domicilio y nacionalidad, si tienen a su cargo una familia y quienes dependen económicamente de ellos si prestaron servicio con anterioridad y por qué tiempo, la naturaleza del trabajo que desempeñaron y la denominación del sindicato a que pertenezcan, a fin de que sean llamados al ocurrir alguna vacante o crearse algún puesto nuevo; o presentarse a la empresa o establecimiento al momento de ocurrir la vacante o de crearse el puesto, comprobando la causa en que funden su solicitud.

#### **Artículo 156**

De no existir contrato colectivo o no contener el celebrado la cláusula de admisión, serán aplicables las disposiciones contenidas en el primer párrafo del artículo 154, a los trabajadores que habitualmente, sin tener el carácter de trabajadores de planta, prestan servicios en una empresa o establecimiento, supliendo las vacantes transitorias o temporales y a los que desempeñen trabajos extraordinarios o para obra determinada, que no constituyan una actividad normal o permanente de la empresa.

### **Artículo 157**

El incumplimiento de las obligaciones contenidas en los artículos 154 y 156 da derecho al trabajador para solicitar ante la Junta de Conciliación y Arbitraje, a su elección, que se le otorgue el puesto correspondiente o se le indemnice con el importe de tres meses de salario. Tendrá además derecho a que se le paguen los salarios a que se refiere el párrafo segundo del artículo 48.

### **Artículo 158**

Los trabajadores de planta y los mencionados en el artículo 156 tienen derecho en cada empresa o establecimiento a que se determine su antigüedad.

Una comisión integrada con representantes de los trabajadores y del patrón formulará el cuadro general de las antigüedades, distribuido por categorías de cada profesión u oficio y ordenará se le dé publicidad. Los trabajadores inconformes podrán formular objeciones ante la comisión y recurrir la resolución de ésta ante la Junta de Conciliación y Arbitraje.

### **Artículo 159**

Las vacantes definitivas, las provisionales con duración mayor de treinta días y los puestos de nueva creación, serán cubiertos escalafonariamente, por el trabajador de la categoría inmediata inferior, del respectivo oficio o profesión.

Si el patrón cumplió con la obligación de capacitar a todos los trabajadores de la categoría inmediata inferior a aquella en que ocurra la vacante, el ascenso corresponderá a quien haya demostrado ser apto y tenga mayor antigüedad. En igualdad de condiciones, se preferirá al trabajador que tenga a su cargo una familia y, de subsistir la igualdad, al que, previo examen, acredite mayor aptitud.

Si el patrón no ha dado cumplimiento a la obligación que le impone el artículo 132, fracción XV, la vacante se otorgará al trabajador de mayor antigüedad y, en igualdad de esta circunstancia, al que tenga a su cargo una familia.

Tratándose de puestos de nueva creación para los cuales, por su naturaleza o especialidad, no existan en la empresa trabajadores con aptitud para desempeñarlos y no se haya establecido un procedimiento para tal efecto en el contrato colectivo, el patrón podrá cubrirlos libremente.

En los propios contratos colectivos y conforme a lo dispuesto en esta Ley, se establecerá la forma en que deberán acreditarse la aptitud y otorgarse los ascensos.

### **Artículo 160**

Cuando se trate de vacantes menores de treinta días, se estará a lo dispuesto en el párrafo primero del artículo anterior.

### **Artículo 161**

Cuando la relación de trabajo haya tenido una duración de más de veinte años, el patrón sólo podrá rescindirla por alguna de las causas señaladas en el artículo 47, que sea particularmente grave o que haga imposible su continuación, pero se le impondrá al trabajador la corrección disciplinaria que corresponda, respetando los derechos que deriven de su antigüedad.

La repetición de la falta o la comisión de otra u otras, que constituyan una causa legal de rescisión, deja sin efecto la disposición anterior.

### **Artículo 162**

Los trabajadores de planta tienen derecho a una prima de antigüedad, de conformidad con las normas siguientes:

I. La prima de antigüedad consistirá en el importe de doce días de salario, por cada año de servicios;

II. Para determinar el monto del salario, se estará a lo dispuesto en los artículos 485 y 486;

III. La prima de antigüedad se pagará a los trabajadores que se separen voluntariamente de su empleo, siempre que hayan cumplido quince años de servicios, por lo menos. Asimismo se pagará a los que se separen por causa justificada y a los que sean separados de su empleo, independientemente de la justificación o injustificación del despido;

IV. Para el pago de la prima en los casos de retiro voluntario de los trabajadores, se observarán las normas siguientes:

a) Si el número de trabajadores que se retire dentro del término de un año no excede del diez por ciento del total de los trabajadores de la empresa o establecimiento, o de los de una categoría determinada, el pago se hará en el momento del retiro.

b) Si el número de trabajadores que se retire excede del diez por ciento, se pagará a los que primeramente se retiren y podrá diferirse para el año siguiente el pago a los trabajadores que excedan de dicho porcentaje.

c) Si el retiro se efectúa al mismo tiempo por un número de trabajadores mayor del porcentaje mencionado, se cubrirá la prima a los que tengan mayor antigüedad y podrá diferirse para el año siguiente el pago de la que corresponda a los restantes trabajadores;

V. En caso de muerte del trabajador, cualquiera que sea su antigüedad, la prima que corresponda se pagará a las personas mencionadas en el artículo 501; y

VI. La prima de antigüedad a que se refiere este artículo se cubrirá a los trabajadores o a sus beneficiarios, independientemente de cualquier otra prestación que les corresponda.

## **CAPITULO V**

### **Inveniones de los trabajadores**

#### **Artículo 163**

La atribución de los derechos al nombre y a la propiedad y explotación de las invenciones realizadas en la empresa, se regirá por las normas siguientes:

I. El inventor tendrá derecho a que su nombre figure como autor de la invención;

II. Cuando el trabajador se dedique a trabajos de investigación o de perfeccionamiento de los procedimientos utilizados en la empresa, por cuenta de ésta la propiedad de la invención y el derecho a la explotación de la patente corresponderán al patrón. El inventor, independientemente del salario que hubiese percibido, tendrá derecho a una compensación complementaria, que se fijará por convenio de las partes o por la Junta de Conciliación y Arbitraje cuando la importancia de la invención y los beneficios que puedan reportar al patrón no guarden proporción con el salario percibido por el inventor; y

III. En cualquier otro caso, la propiedad de la invención corresponderá a la persona o personas que la realizaron, pero el patrón tendrá un derecho preferente, en igualdad de circunstancias, al uso exclusivo o a la adquisición de la invención y de las correspondientes patentes.

## **TITULO QUINTO**

### **Trabajo de las Mujeres**

#### **Artículo 164**

Las mujeres disfrutan de los mismos derechos y tienen las mismas obligaciones que los hombres.

#### **Artículo 165**

Las modalidades que se consignan en este capítulo tienen como propósito fundamental, la protección de la maternidad.

#### **Artículo 166**

Cuando se ponga en peligro la salud de la mujer, o la del producto, ya sea durante el estado de gestación o el de lactancia y sin que sufra perjuicio en su salario, prestaciones y derechos, no se podrá utilizar su trabajo en labores insalubres o peligrosas, trabajo nocturno industrial, en establecimientos comerciales o de servicio después de las

diez de la noche, así como en horas extraordinarias.

### Artículo 167

Para los efectos de este título, son labores peligrosas o insalubres las que, por la naturaleza del trabajo, por las condiciones físicas, químicas y biológicas del medio en que se presta, o por la composición de la materia prima que se utilice, son capaces de actuar sobre la vida y la salud física y mental de la mujer en estado de gestación, o del producto.

Los reglamentos que se expidan determinarán los trabajos que quedan comprendidos en la definición anterior.

### Artículo 168

(Se deroga).

### Artículo 169

(Se deroga).

### Artículo 170

Las madres trabajadoras tendrán los siguientes derechos:

I. Durante el período del embarazo, no realizarán trabajos que exijan esfuerzos considerables y signifiquen un peligro para su salud en relación con la gestación, tales como levantar, tirar o empujar grandes pesos, que produzcan trepidación, estar de pie durante largo tiempo o que actúen o puedan alterar su estado psíquico y nervioso;

II. Disfrutarán de un descanso de seis semanas anteriores y seis posteriores al parto;

III. Los períodos de descanso a que se refiere la fracción anterior se prorrogarán por el tiempo necesario en el caso de que se encuentren imposibilitadas para trabajar a causa del embarazo o del parto;

IV. En el período de lactancia tendrán dos reposos extraordinarios por día, de media hora cada uno, para alimentar a sus hijos, en lugar adecuado e higiénico que designe la empresa;

V. Durante los períodos de descanso a que se refiere la fracción II, percibirán su salario íntegro. En los casos de prórroga mencionados en la fracción III, tendrán derecho al cincuenta por ciento de su salario por un período no mayor de sesenta días;

VI. A regresar al puesto que desempeñaban, siempre que no haya transcurrido más de un año de la fecha del parto; y

VII. A que se computen en su antigüedad los períodos pre y postnatales.

### Artículo 171

Los servicios de guardería infantil se prestarán por el Instituto Mexicano del Seguro Social, de conformidad con su Ley y disposiciones reglamentarias.

### Artículo 172

En los establecimientos en que trabajen mujeres, el patrón debe mantener un número suficiente de asientos o sillas a disposición de las madres trabajadoras.

## TITULO QUINTO BIS

### Trabajo de los Menores

### Artículo 173

El trabajo de los mayores de catorce años y menores de dieciséis queda sujeto a vigilancia y protección especiales de la Inspección del Trabajo.

### Artículo 174

Los mayores de catorce y menores de dieciséis años deberán obtener un certificado médico que acredite su aptitud para el trabajo y someterse a los exámenes médicos que periódicamente ordene la Inspección del Trabajo. Sin el

requisito del certificado, ningún patrón podrá utilizar sus servicios.

### Artículo 175

Queda prohibida la utilización del trabajo de los menores:

I. De dieciséis años, en:

- a) Expendios de bebidas embriagantes de consumo inmediato.
- b) Trabajos susceptibles de afectar su moralidad o sus buenas costumbres.
- c) Trabajos ambulantes, salvo autorización especial de la Inspección de Trabajo.
- d) Trabajos subterráneos o submarinos.
- e) Labores peligrosas o insalubres.
- f) Trabajos superiores a sus fuerzas y los que puedan impedir o retardar su desarrollo físico normal.
- g) Establecimientos no industriales después de las diez de la noche.
- h) Los demás que determinen las leyes.

II. De dieciocho años, en:

Trabajos nocturnos industriales.

### Artículo 176

Las labores peligrosas o insalubres a que se refiere el artículo anterior, son aquellas que, por la naturaleza del trabajo, por las condiciones físicas, químicas o biológicas del medio en que se presta, o por la composición de la materia prima que se utiliza, son capaces de actuar sobre la vida, el desarrollo y la salud física y mental de los menores.

Los reglamentos que se expidan determinarán los trabajos que queden comprendidos en la anterior definición.

### Artículo 177

La jornada de trabajo de los menores de dieciséis años no podrá exceder de seis horas diarias y deberán dividirse en períodos máximos de tres horas. Entre los distintos períodos de la jornada, disfrutarán de reposos de una hora por lo menos.

### Artículo 178

Queda prohibida la utilización del trabajo de los menores de dieciséis años en horas extraordinarias y en los días domingos y de descanso obligatorio. En caso de violación de esta prohibición, las horas extraordinarias se pagarán con un doscientos por ciento más del salario que corresponda a las horas de la jornada, y el salario de los días domingos y de descanso obligatorio, de conformidad con lo dispuesto en los artículos 73 y 75.

### Artículo 179

Los menores de dieciséis años disfrutarán de un período anual de vacaciones pagadas de dieciocho días laborables, por lo menos.

### Artículo 180

Los patrones que tengan a su servicio menores de dieciséis años están obligados a:

- I. Exigir que se les exhiban los certificados médicos que acrediten que están aptos para el trabajo;
- II. Llevar un registro de inspección especial, con indicación de la fecha de su nacimiento, clase de trabajo, horario, salario y demás condiciones generales de trabajo;
- III. Distribuir el trabajo a fin de que dispongan del tiempo necesario para cumplir sus programas escolares;

IV. Proporcionarles capacitación y adiestramiento en los términos de esta Ley; y,

V. Proporcionar a las autoridades del trabajo los informes que soliciten.

## TITULO SEXTO Trabajos Especiales

### CAPITULO I Disposiciones generales

#### Artículo 181

Los trabajos especiales se rigen por las normas de este Título y por las generales de esta Ley en cuanto no las contraríen.

### CAPITULO II Trabajadores de confianza

#### Artículo 182

Las condiciones de trabajo de los trabajadores de confianza serán proporcionadas a la naturaleza e importancia de los servicios que presten y no podrán ser inferiores a las que rijan para trabajos semejantes dentro de la empresa o establecimiento.

#### Artículo 183

Los trabajadores de confianza no podrán formar parte de los sindicatos de los demás trabajadores, ni serán tomados en consideración en los recuentos que se efectúen para determinar la mayoría en los casos de huelga, ni podrán ser representantes de los trabajadores en los organismos que se integren de conformidad con las disposiciones de esta Ley.

#### Artículo 184

Las condiciones de trabajo contenidas en el contrato colectivo que rija en la empresa o establecimiento se extenderán a los trabajadores de confianza, salvo disposición en contrario consignada en el mismo contrato colectivo.

#### Artículo 185

El patrón podrá rescindir la relación de trabajo si existe un motivo razonable de pérdida de la confianza, aun cuando coincida con las causas justificadas de rescisión a que se refiere el artículo 47.

El trabajador de confianza podrá ejercitar las acciones a que se refiere el capítulo IV del Título Segundo de esta Ley.

#### Artículo 186

En el caso a que se refiere el artículo anterior, si el trabajador de confianza hubiese sido promovido en un puesto de planta, volverá a él, salvo que exista causa justificada para su separación.

### CAPITULO III Trabajadores de los buques

#### Artículo 187

Las disposiciones de este capítulo se aplican a los trabajadores de los buques, comprendiéndose dentro de esta denominación cualquier clase de barco o embarcación que ostente bandera mexicana.

#### Artículo 188

Están sujetos a las disposiciones de este capítulo, los capitanes y oficiales de cubierta y máquinas, los sobrecargos y contadores, los radiotelegrafistas, contra maestros, dragadores, marineros y personal de cámara y cocina, los que sean considerados como trabajadores por las leyes y disposiciones sobre comunicaciones por agua, y en general, todas las personas que desempeñen a bordo algún trabajo por cuenta del armador, naviero o fletador.

### **Artículo 189**

Los trabajadores de los buques deberán tener la calidad de mexicanos por nacimiento que no adquieran otra nacionalidad y estar en pleno goce y ejercicio de sus derechos civiles y políticos.

### **Artículo 190**

Los capitanes, entendiéndose como tales a quienes ejercen el mando directo de un buque, tienen con respecto a los demás trabajadores la calidad de representantes del patrón.

### **Artículo 191**

Queda prohibido el trabajo a que se refiere este capítulo a los menores de quince años y el de los menores de dieciocho en calidad de pañoleros o fogoneros.

### **Artículo 192**

No se considera relación de trabajo el convenio que celebre a bordo el capitán de un buque con personas que se hayan introducido a él y que tengan por objeto devengar, con servicios personales, el importe del pasaje, salvo lo dispuesto en el artículo siguiente.

Tampoco se considerará relación de trabajo el convenio celebrado en los términos del párrafo anterior, con los mexicanos que deban repatriarse, a solicitud del Cónsul respectivo.

### **Artículo 193**

Las personas que presten sus servicios a bordo exclusivamente por el tiempo en que el buque se encuentre en puerto, quedan sujetas a las disposiciones del presente capítulo en lo que sean aplicables.

Cuando los buques se hagan a la mar sin que hayan podido desembarcar las personas a que se refiere el párrafo anterior, serán considerados trabajadores hasta que se restituyan a su lugar de origen, y tendrán los derechos y obligaciones que se consignan en este capítulo.

### **Artículo 194**

Las condiciones de trabajo se harán constar por escrito. Un ejemplar quedará en poder de cada parte, otro se remitirá a la Capitanía del Puerto o al Cónsul mexicano más cercano, y el cuarto a la Inspección del Trabajo del lugar donde se estipularon.

### **Artículo 195**

El escrito a que se refiere el artículo anterior contendrá:

- I. Lugar y fecha de su celebración;
- II. Nombre, nacionalidad, edad, sexo, estado civil, y domicilio del trabajador y del patrón;
- III. Mención del buque o buques a bordo de los cuales se prestarán los servicios;
- IV. Si se celebra por tiempo determinado, por tiempo indeterminado o por viaje o viajes;
- V. El servicio que deba prestarse, especificándolo con la mayor precisión;
- VI. La distribución de las horas de jornada;
- VII. El monto de los salarios;
- VIII. El alojamiento y los alimentos que se suministrarán al trabajador;
- IX. El período anual de vacaciones;
- X. Los derechos y obligaciones del trabajador;
- XI. El porcentaje que percibirán los trabajadores cuando se trate de dar salvamento a otro buque; y
- XII. Las demás estipulaciones que convengan las partes.

### **Artículo 196**

La relación de trabajo por viaje comprenderá el término contado desde el embarque del trabajador hasta concluir la descarga del buque o el desembarque de pasajeros en el puerto que se convenga.

Si es por tiempo determinado o indeterminado se fijará el puerto al que deba ser restituido el trabajador, y a falta de ello, se tendrá por señalado el del lugar donde se le tomó.

### **Artículo 197**

Para la prestación de servicios de trabajadores mexicanos en buques extranjeros se observará lo dispuesto en el artículo 28.

### **Artículo 198**

Cuando el buque se encuentre en el mar y la naturaleza del trabajo no permita el descanso semanal, se aplicará lo dispuesto en el artículo 73.

### **Artículo 199**

Los trabajadores tienen derecho a un período mínimo de doce días laborables de vacaciones anuales pagadas, que se aumentará en dos días laborables, hasta llegar a veinticuatro, por cada año subsecuente de servicios. Con posterioridad se aumentará el período de vacaciones en dos días por cada cinco años de servicios.

Las vacaciones deberán disfrutarse en tierra, pudiendo fraccionarse cuando lo exija la continuidad del trabajo.

### **Artículo 200**

No es violatoria del principio de igualdad de salario la disposición que estipule salarios distintos para trabajo igual, si se presta en buques de diversas categorías.

### **Artículo 201**

A elección de los trabajadores, los salarios podrán pagarse en el equivalente en moneda extranjera, al tipo oficial de cambio que rija en la fecha en que se cobren, cuando el buque se encuentre en puerto extranjero.

### **Artículo 202**

Los trabajadores por viaje tienen derecho a un aumento proporcional de salarios en caso de prolongación o retardo del mismo.

Los salarios no podrán reducirse si se abrevia el viaje, cualquiera que sea la causa.

### **Artículo 203**

Los salarios y las indemnizaciones de los trabajadores disfrutan de la preferencia consignada en el artículo 113, sobre el buque, sus máquinas, aparejos, pertrechos y fletes. A este efecto, el propietario del buque es solidariamente responsable con el patrón por los salarios e indemnizaciones de los trabajadores. Cuando concurren créditos de trabajo procedentes de diferentes viajes, tendrán preferencia los del último.

### **Artículo 204**

Los patrones tienen las obligaciones especiales siguientes:

- I. Proporcionar abordo alojamientos cómodos e higiénicos;
- II. Proporcionar alimentación sana, abundante y nutritiva a los trabajadores de buques dedicados al servicio de altura y cabotaje y de dragado;
- III. Proporcionar alojamiento y alimentos cuando el buque sea llevado a puerto extranjero para reparaciones y sus condiciones no permitan la permanencia a bordo. Esta misma obligación subsistirá en puerto nacional cuando no sea el del lugar donde se tomó al trabajador. La habitación y los alimentos se proporcionarán sin costo para el trabajador;
- IV. Pagar los costos de la situación de fondos a los familiares de los trabajadores, cuando el buque se encuentre en el extranjero;
- V. Conceder a los trabajadores el tiempo necesario para el ejercicio del voto en las elecciones populares, siempre

que la seguridad del buque lo permita y no se entorpezca su salida en la fecha y hora fijadas;

VI. Permitir a los trabajadores que falten a sus labores para desempeñar comisiones del Estado o de su sindicato, en las mismas condiciones a que se refiere la fracción anterior;

VII. Proporcionar la alimentación y alojamiento, tratamiento médico y medicamentos y otros medios terapéuticos, en los casos de enfermedades, cualquiera que sea su naturaleza;

VIII. Llevar a bordo el personal y material de curación que establezcan las leyes y disposiciones sobre comunicaciones por agua;

IX. Repatriar o trasladar al lugar convenido a los trabajadores, salvo los casos de separación por causas no imputables al patrón; y

X. Informar a la Capitanía del Puerto correspondiente, dentro de las veinticuatro horas de haber sido declarado a libre plática, de los accidentes de trabajo ocurridos a bordo. Si el buque llega a puerto extranjero, el informe se rendirá al Cónsul mexicano o en su defecto, al capitán del primer puerto nacional que toque.

### Artículo 205

Los trabajadores están especialmente obligados a respetar y realizar las instrucciones y prácticas destinadas a prevenir riesgos del mar, las que se efectuarán en los términos que determinen las leyes y disposiciones sobre comunicaciones por agua. Los capitanes y oficiales obrarán, en estos casos, como representantes de la autoridad y no como representantes de los patrones.

### Artículo 206

Queda prohibido en los expendios de a bordo proporcionar, sin permiso del capitán, bebidas embriagantes a los trabajadores, así como que éstos introduzcan a los buques tales efectos.

Queda igualmente prohibido a los trabajadores introducir drogas y enervantes, salvo lo dispuesto en el artículo 208, fracción III.

### Artículo 207

El amarre temporal de un buque que, autorizado por la Junta de Conciliación y Arbitraje, no da por terminadas las relaciones de trabajo, sólo suspende sus efectos hasta que el buque vuelva al servicio.

Las reparaciones a los buques no se considerarán como amarre temporal.

### Artículo 208

Son causas especiales de rescisión de las relaciones de trabajo:

I. La falta de asistencia del trabajador a bordo a la hora convenida para la salida o que presentándose, desembarque y no haga el viaje;

II. Encontrarse el trabajador en estado de embriaguez en horas de servicio mientras el buque esté en puerto, al salir el buque o durante la navegación;

III. Usar narcóticos o drogas enervantes durante su permanencia a bordo, sin prescripción médica.

Al subir a bordo, el trabajador deberá poner el hecho en conocimiento del patrón y presentarle la prescripción suscrita por el médico;

IV. La insubordinación y la desobediencia a las órdenes del capitán del buque en su carácter de autoridad;

V. La cancelación o la revocación definitiva de los certificados de aptitud o de las libretas de mar exigidos por las leyes y reglamentos;

VI. La violación de las leyes en materia de importación o exportación de mercancías en el desempeño de sus servicios; y

VII. La ejecución, en el desempeño del trabajo por parte del trabajador, de cualquier acto o la omisión intencional o negligencia que pueda poner en peligro su seguridad o la de los demás trabajadores, de los pasajeros o de terceras

personas, o que dañe, perjudique o ponga en peligro los bienes del patrón o de terceros.

### Artículo 209

La terminación de las relaciones de trabajo de los trabajadores se sujetará a las normas siguientes:

I. Cuando falten diez días o menos para su vencimiento y se pretenda hacer un nuevo viaje que exceda en duración a este término, podrán los trabajadores pedir la terminación de las relaciones de trabajo, dando aviso con tres días de anticipación al de la salida del buque;

II. Las relaciones de trabajo no pueden darse por terminadas cuando el buque esté en el mar o cuando estando en puerto se intente la terminación dentro de las veinticuatro horas anteriores a su salida, a menos que en este último caso se cambie el destino final del buque;

III. Tampoco pueden darse por terminadas las relaciones de trabajo cuando el buque esté en el extranjero, en lugares deshabitados o en puerto, siempre que en este último caso se exponga al buque a cualquier riesgo por mal tiempo u otras circunstancias;

IV. Cuando las relaciones de trabajo sean por tiempo indeterminado, el trabajador deberá dar aviso al armador, naviero o fletador con setenta y dos horas de anticipación;

V. Cuando el buque se pierda por apresamiento o siniestro, se darán por terminadas las relaciones de trabajo, quedando obligado el armador, naviero o fletador, a repatriar a los trabajadores y a cubrir el importe de los salarios hasta su restitución al puerto de destino o al que se haya señalado en el contrato y el de las demás prestaciones a que tuviesen derecho. Los trabajadores y el patrón podrán convenir en que se proporcione a aquéllos un trabajo de la misma categoría en otro buque del patrón; si no se llega a un convenio tendrán derecho los trabajadores a que se les indemnice de conformidad con lo dispuesto en el artículo 436; y

VI. El cambio de nacionalidad de un buque mexicano es causa de terminación de las relaciones de trabajo. El armador, naviero o fletador, queda obligado a repatriar a los trabajadores y a cubrir el importe de los salarios y prestaciones a que se refiere el párrafo primero de la fracción anterior. Los trabajadores y el patrón podrán convenir en que se proporcione a aquéllos un trabajo de la misma categoría en otro buque del patrón; si no se llega a un convenio, tendrán derecho los trabajadores a que se les indemnice de conformidad con lo dispuesto en el artículo 50.

### Artículo 210

En los casos de la fracción V del artículo anterior, si los trabajadores convienen en efectuar trabajos encaminados a la recuperación de los restos del buque o de la carga, se les pagarán sus salarios por los días que trabajen. Si el valor de los objetos salvados excede del importe de los salarios, tendrán derecho los trabajadores a una bonificación adicional, en proporción a los esfuerzos desarrollados y a los peligros arrojados para el salvamento, la que se fijará por acuerdo de las partes o por decisión de la Junta de Conciliación y Arbitraje, que oír previamente el parecer de la autoridad marítima.

### Artículo 211

El Reglamento Interior de Trabajo, depositado en la Junta de Conciliación y Arbitraje, deberá registrarse en la Capitanía de Puerto.

Las violaciones al reglamento se denunciarán al Inspector del Trabajo, quien, previa averiguación, las pondrá en conocimiento de la autoridad del trabajo, juntamente con la opinión del Capitán de Puerto.

### Artículo 212

Corresponde a la Inspección del Trabajo vigilar el cumplimiento de las leyes y demás normas de trabajo, atendiendo a las leyes y disposiciones sobre comunicaciones por agua, cuando los buques estén en puerto.

### Artículo 213

En el tráfico interior o fluvial regirán las disposiciones de este capítulo, con las modalidades siguientes:

I. Si la descarga dura más de veinticuatro horas en el punto en que termina la relación de trabajo, se considerará concluida ésta al expirar ese plazo, contado desde el momento en que fondee o atraque el buque;

II. La alimentación de los trabajadores por cuenta de los patrones es obligatoria, aun cuando no se estipule en los

contratos, si a bordo se proporciona a los pasajeros; y en todo caso, cuando se trate de buques que naveguen por seis horas o más, o que navegando menos de ese tiempo, suspendan la navegación en lugares despoblados en los que sea imposible a los trabajadores proveerse de alimentos;

III. La permanencia obligada a bordo se considera como tiempo de trabajo, a menos que el período de descanso sea de cuatro horas o más, que exista para el trabajador la imposibilidad material de abandonar el buque o que el abandono carezca de objeto por tratarse de lugares despoblados; y

IV. El descanso semanal será forzosamente en tierra.

#### **Artículo 214**

El Ejecutivo Federal determinará la forma de sostener y mejorar los servicios de la Casa del Marino y fijará las aportaciones de los patrones.

### **CAPITULO IV**

#### **Trabajo de las tripulaciones aeronáuticas**

#### **Artículo 215**

Las disposiciones de este capítulo se aplican al trabajo de las tripulaciones de las aeronaves civiles que ostenten matrícula mexicana. Tienen como finalidad, además de la prevista en el artículo 2o, garantizar la seguridad de las operaciones aeronáuticas, y son irrenunciables en la medida en que correspondan a este propósito.

#### **Artículo 216**

Los tripulantes deben tener la calidad de mexicanos por nacimiento que no adquieran otra nacionalidad y estar en pleno goce y ejercicio de sus derechos civiles y políticos.

#### **Artículo 217**

Las relaciones de trabajo a que se refiere este capítulo se regirán por las leyes mexicanas, independientemente del lugar en donde vayan a prestarse los servicios.

#### **Artículo 218**

Deberán considerarse miembros de las tripulaciones aeronáuticas, de acuerdo con las disposiciones legales y técnicas correspondientes:

I. El piloto al mando de la aeronave (Comandante o Capitán);

II. Los oficiales que desarrollen labores análogas;

III. El navegante; y

IV. Los sobrecargos.

#### **Artículo 219**

Serán considerados representantes del patrón, por la naturaleza de las funciones que desempeñan, los gerentes de operación o superintendentes de vuelos, jefes de adiestramiento, jefes de pilotos, pilotos instructores o asesores, y cualesquiera otros funcionarios que aun cuando tengan diversas denominaciones de cargos, realicen funciones análogas a las anteriores.

Los titulares de las categorías citadas serán designados por el patrón y podrán figurar como pilotos al mando, sin perjuicio de los derechos correspondientes de los pilotos de planta, siempre y cuando reúnan los requisitos que la Ley de Vías Generales de Comunicación y sus reglamentos, consignan al respecto.

#### **Artículo 220**

El piloto al mando de una aeronave es responsable de la conducción y seguridad de la misma durante el tiempo efectivo de vuelo, y tiene a su cargo la dirección, el cuidado, el orden y la seguridad de la tripulación, de los pasajeros, del equipaje y de la carga y correo que aquélla transporte. Las responsabilidades y atribuciones que confiere a los comandantes la Ley de Vías Generales de Comunicación y sus reglamentos, no podrán ser reducidas ni modificadas por el ejercicio de los derechos y obligaciones que les corresponden conforme a las normas de trabajo.

### Artículo 221

Para la determinación de las jornadas de trabajo, se considerarán las tablas de salida y puesta del sol, con relación al lugar más cercano al en que se encuentre la aeronave en vuelo.

### Artículo 222

Por tiempo efectivo de vuelo se entiende el comprendido desde que una aeronave comienza a moverse por su propio impulso, o es remolcada para tomar posición de despegue, hasta que se detiene al terminar el vuelo.

### Artículo 223

El tiempo total de servicios que deben prestar los tripulantes, considerado el equipo que se utilice, se fijará en el contrato de trabajo y comprenderá solamente el tiempo efectivo de vuelo, el de ruta y el de servicios de reserva, sin que pueda exceder de ciento ochenta horas mensuales.

### Artículo 224

El tiempo efectivo de vuelo que mensualmente podrán trabajar los tripulantes se fijará en los contratos de trabajo, tomando en consideración las características del equipo que se utilice, sin que pueda exceder de noventa horas.

### Artículo 225

El tiempo efectivo de vuelo de los tripulantes no excederá de ocho horas en la jornada diurna, de siete en la nocturna y de siete y media en la mixta, salvo que se les conceda un período de descanso horizontal, antes de cumplir o al cumplir dichas jornadas, igual al tiempo volado. El tiempo excedente al señalado será extraordinario.

### Artículo 226

Las jornadas de los tripulantes se ajustarán a las necesidades del servicio y podrán principiar a cualquiera hora del día o de la noche.

### Artículo 227

Cuando las necesidades del servicio o las características de las rutas en operación lo requieran, el tiempo total de servicios de los tripulantes será repartido en forma convencional durante la jornada correspondiente.

### Artículo 228

Los tripulantes no podrán interrumpir un servicio de vuelo durante su trayecto, por vencimiento de la jornada de trabajo. En caso de que alcancen el límite de su jornada durante el vuelo o en un aeropuerto que no sea el de destino final, tendrán la obligación de terminarlo si no requiere más de tres horas. Si requiere mayor tiempo, serán relevados o suspenderán el vuelo en el aeropuerto más próximo del trayecto.

### Artículo 229

Cuando se use equipo a reacción podrá reducirse la duración del tiempo total de servicios señalado en este capítulo.

### Artículo 230

Cuando por necesidades del servicio los tripulantes excedan su tiempo total de servicios, percibirán por cada hora extra un ciento por ciento más del salario correspondiente. El tiempo excedente, calculado y pagado en los términos de este artículo, no será objeto de nuevo pago.

### Artículo 231

Las tripulaciones están obligadas a prolongar su jornada de trabajo en los vuelos de auxilio, búsqueda o salvamento. Las horas excedentes se retribuirán en la forma prevista en el párrafo primero del artículo 67.

### Artículo 232

Los Tripulantes que presten servicios en los días de descanso obligatorio tendrán derecho a la retribución consignada en el artículo 75. Se exceptúan los casos de terminación de un servicio que no exceda de la primera hora y media de dichos días, en los que únicamente percibirán el importe de un día de salario adicional.

Para los efectos de este artículo, los días se iniciarán a las cero horas y terminarán a las veinticuatro, tiempo oficial del lugar de la base de residencia.

### Artículo 233

Los tripulantes tienen derecho a un período anual de vacaciones de treinta días de calendario, no acumulables. Este

período podrá disfrutarse semestralmente en forma proporcional, y se aumentará en un día por cada año de servicios, sin que exceda de sesenta días de calendario.

### **Artículo 234**

No es violatoria del principio de igualdad de salario la disposición que estipule salarios distintos para trabajo igual, si éste se presta en aeronaves de diversa categoría o en diferentes rutas, y la que establezca primas de antigüedad.

### **Artículo 235**

El salario de los tripulantes se pagará, incluyendo las asignaciones adicionales correspondientes, los días quince y último de cada mes. Las percepciones por concepto de tiempo de vuelo nocturno y de tiempo extraordinario, en la primera quincena del mes siguiente al en que se hayan realizado; y el importe de los días de descanso obligatorio, en la quincena inmediata a aquella en que se hayan trabajado.

Los pagos, sea cualquiera su concepto, se harán en moneda nacional y en el lugar de residencia del tripulante, salvo pacto en contrario.

### **Artículo 236**

Los patrones tienen las obligaciones especiales siguientes:

I. Proporcionar alimentación, alojamiento y transportación a los tripulantes por todo el tiempo que permanezcan fuera de su base por razones del servicio. El pago se hará de conformidad con las normas siguientes:

a) En las estaciones previamente designadas, o en las de pernoctación extraordinaria, la transportación se hará en automóvil y el alojamiento será cubierto directamente por el patrón. La transportación se proporcionará entre los aeropuertos y el lugar de alojamiento y viceversa, excepto en aquellos lugares de base permanente de residencia de los tripulantes.

b) Cuando los alimentos no puedan tomarse a bordo, los tripulantes percibirán una asignación en efectivo, que se fijará según el número de comidas que deban hacerse en cada viaje o en los lugares de pernoctación extraordinaria. El monto de estas asignaciones se fijará de común acuerdo;

II. Pagar a los tripulantes los gastos de traslado, incluyendo los del cónyuge y familiares de primer grado que dependan económicamente de ellos, del menaje de casa y efectos personales, cuando sean cambiados de su base de residencia. El monto de estos gastos se fijará de común acuerdo;

III. Repatriar o trasladar al lugar de contratación a los tripulantes cuya aeronave se destruya o inutilice fuera de ese lugar, pagándoles sus salarios y los gastos de viaje; y

IV. Conceder los permisos a que se refiere el artículo 132 fracciones IX y X, siempre que no se ponga en peligro la seguridad de la aeronave o se imposibilite su salida en la fecha y hora previamente señaladas.

### **Artículo 237**

Los tripulantes, en la medida que les corresponda, tienen las obligaciones especiales siguientes:

I. Cuidar que en las aeronaves a su cargo no se transporte pasajeros o efectos ajenos a los intereses del patrón sin el cumplimiento de los requisitos correspondientes, ni artículos prohibidos por la ley, a menos que se cuente con el permiso de las autoridades correspondientes;

II. Conservar en vigor sus licencias, pasaportes, visas y documentos que se requieran legalmente para el desempeño de su trabajo;

III. Presentarse a cubrir los servicios que tengan asignados con la anticipación y en la forma que establezcan su contrato y el reglamento interior de trabajo, salvo causa justificada;

IV. Someterse, cuando menos dos veces al año, a los exámenes médicos periódicos que prevengan las leyes, los reglamentos y los contratos de trabajo;

V. Someterse a los adiestramientos que establezca el patrón, según las necesidades del servicio, a fin de conservar o incrementar su eficiencia para ascensos o utilización de equipo con nuevas características técnicas y operar éste al obtener la capacidad requerida;

VI. Planear, preparar y realizar cada vuelo, con estricto apego a las leyes, reglamentos y demás disposiciones dictadas o aprobadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y por el patrón;

VII. Cerciorarse, antes de iniciar un viaje, de que la aeronave satisface los requisitos legales y reglamentarios, las condiciones necesarias de seguridad, y que ha sido debidamente equipada, aprovisionada y avituallada;

VIII. Observar las indicaciones técnicas que en materia de seguridad de tránsito aéreo boletine el patrón o dicten las autoridades respectivas en el aeropuerto base o en las estaciones foráneas;

IX. Dar aviso al patrón y, en su caso, a las autoridades competentes, utilizando los medios de comunicación más rápidos de que dispongan, en caso de presentarse en vuelo cualquier situación de emergencia, o cuando ocurra un accidente;

X. Efectuar vuelos de auxilio, búsqueda o salvamento en cualquier tiempo y lugar que se requiera;

XI. Tratándose de los pilotos al mando de la aeronave, anotar en la bitácora, con exactitud y bajo su responsabilidad, los datos exigidos por las disposiciones legales relativas y hacer, cuando proceda, la distribución del tiempo de servicio de los demás miembros de la tripulación;

XII. Rendir los informes, formular las declaraciones y manifestaciones y firmar la documentación que en relación con cada vuelo exijan las leyes, reglamentos y demás disposiciones aplicables; y

XIII. Poner en conocimiento del patrón al terminar el vuelo, los defectos mecánicos o técnicos que adviertan o presuman existen en la aeronave.

### Artículo 238

Cuando por cualquier causa un miembro de la tripulación técnica hubiese dejado de volar durante 21 días o más, el tripulante deberá someterse al adiestramiento correspondiente a la categoría que tenía en el momento de la suspensión y comprobar que posee la capacidad técnica y práctica requerida para el desempeño y reanudación de su trabajo, en los términos que establezca la Ley de Vías Generales de Comunicación y sus reglamentos.

### Artículo 239

El escalafón de las tripulaciones aeronáuticas tomará en consideración:

I. La capacidad técnica, física y mental del interesado, referida al equipo que corresponda al puesto de ascenso;

II. La experiencia previa, determinada, según la especialidad, por las horas de vuelo registradas ante la autoridad competente o por las instrucciones y práctica en el caso de los tripulantes que no tengan obligación de registrar dichas horas de vuelo; y

III. La antigüedad, en igualdad de condiciones.

### Artículo 240

El tripulante interesado en una promoción de su especialidad, deberá sustentar y aprobar el programa de adiestramiento respectivo, y obtener la licencia requerida para cada especialidad por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

### Artículo 241

En el caso de operación de equipo con características técnicas distintas del que se venía utilizando, el tripulante y el patrón fijarán las condiciones de trabajo.

### Artículo 242

Queda prohibido a los tripulantes:

I. Ingerir bebidas alcohólicas durante la prestación del servicio y en las veinticuatro horas anteriores a la iniciación de los vuelos que tengan asignados;

II. Usar narcóticos o drogas enervantes dentro o fuera de sus horas de trabajo, sin prescripción de un especialista en medicina de aviación. Antes de iniciar su servicio, el trabajador deberá poner el hecho en conocimiento del patrón y presentarle la prescripción suscrita por el médico; y

III. Ejecutar como tripulantes algún vuelo que disminuya sus posibilidades físicas y legales de realizar vuelos al servicio de su patrón.

#### **Artículo 243**

Es causa especial de suspensión de las relaciones de trabajo, sin responsabilidad para el patrón, la suspensión transitoria de las licencias respectivas, de los pasaportes, visas y demás documentos exigidos por las leyes nacionales y extranjeras cuando sea imputable al tripulante.

#### **Artículo 244**

Son causas especiales de terminación o rescisión de las relaciones de trabajo:

I. La cancelación o revocación definitiva de los documentos especificados en el artículo anterior;

II. Encontrarse el tripulante en estado de embriaguez, dentro de las veinticuatro horas anteriores a la iniciación del vuelo que tenga asignado o durante el transcurso del mismo;

III. Encontrarse el tripulante, en cualquier tiempo, bajo la influencia de narcóticos o drogas enervantes salvo lo dispuesto en el artículo 242, fracción II;

IV. La violación de las leyes en materia de importación o exportación de mercancías, en el desempeño de sus servicios;

V. La negativa del tripulante, sin causa justificada, a ejecutar vuelos de auxilio, búsqueda o salvamento, o iniciar o proseguir el servicio de vuelo que le haya sido asignado;

VI. La negativa del tripulante a cursar los programas de adiestramiento que según las necesidades del servicio establezca el patrón, cuando sean indispensables para conservar o incrementar su eficiencia, para ascensos o para operar equipo con nuevas características técnicas;

VII. La ejecución, en el desempeño del trabajo, por parte del tripulante, de cualquier acto o la omisión intencional o negligencia que pueda poner en peligro su seguridad o la de los miembros de la tripulación, de los pasajeros o de terceras personas, o que dañe, perjudique o ponga en peligro los bienes del patrón o de terceros; y

VIII. El incumplimiento de las obligaciones señaladas en el artículo 237 y la violación de la prohibición consignada en el artículo 242, fracción III.

#### **Artículo 245**

La Junta Federal de Conciliación y Arbitraje, previamente a la aprobación del reglamento interior de trabajo, recabará la opinión de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a fin de que en el mismo se observen las disposiciones de la Ley de Vías Generales de Comunicaciones y sus reglamentos.

## **CAPITULO V**

### **Trabajo ferrocarrilero**

#### **Artículo 246**

Los trabajadores ferrocarrileros deberán ser mexicanos.

#### **Artículo 247**

En los contratos colectivos se podrá determinar el personal de confianza, tomando en consideración lo dispuesto en el artículo 9o.

#### **Artículo 248**

En los contratos colectivos se podrá estipular que los trabajadores trenistas presten sus servicios sobre la base de viajes en una sola o en dos direcciones.

#### **Artículo 249**

Cuando algún trabajador esté próximo a cumplir los términos de jubilación determinados en los contratos colectivos, la relación de trabajo sólo podrá rescindirse por causas particularmente graves que hagan imposible su

continuación, de conformidad con las disposiciones contenidas en los contratos colectivos. A falta de disposiciones expresas se estará a lo dispuesto en el artículo 161.

### **Artículo 250**

No es causa de rescisión de las relaciones de trabajo ni de pérdida de los derechos, la circunstancia de que los trabajadores, por fuerza mayor, queden aislados de sus jefes, si continúan en sus puestos.

Si en las mismas condiciones los abandonan, volverán a ocuparlos al desaparecer las causas que motivaron el abandono. En estos casos, se harán previamente las investigaciones respectivas, con intervención de los representantes del sindicato y de la empresa, y si de ellas resulta responsabilidad a los trabajadores afectados, o se comprueba que voluntariamente descuidaron o perjudicaron los intereses de la empresa, serán separados de sus empleos. Los trabajadores que hayan ocupado los puestos abandonados tendrán la categoría de interinos, y al ser reinstalados los titulares continuarán trabajando en los empleos que tenían con anterioridad o en los que queden vacantes.

### **Artículo 251**

Los trabajadores que hayan sido separados por reducción de personal o de puestos, aun cuando reciban las indemnizaciones que en derecho procedan, seguirán conservando los derechos que hayan adquirido antes de su separación, para regresar a sus puestos, si éstos vuelven a crearse y también para que se les llame al servicio en el ramo de trabajo de donde salieron, siempre que continúen perteneciendo a los sindicatos que celebraron los contratos colectivos.

### **Artículo 252**

Las jornadas de los trabajadores se ajustarán a las necesidades del servicio y podrán principiarse en cualquier hora del día o de la noche.

### **Artículo 253**

No es violatorio del principio de igualdad de salario la fijación de salarios distintos para trabajo igual, si éste se presta en líneas o ramales de diversa importancia.

### **Artículo 254**

Queda prohibido a los trabajadores:

- I. El consumo de bebidas embriagantes, y su tráfico durante el desempeño de sus labores, por cuenta ajena a la empresa;
- II. El consumo de narcóticos o drogas enervantes, salvo que exista prescripción médica. Antes de iniciar el servicio, el trabajador deberá poner el hecho en conocimiento del patrón y presentarle la prescripción suscrita por el médico; y
- III. El tráfico de drogas enervantes.

### **Artículo 255**

Son causas especiales de rescisión de las relaciones de trabajo:

- I. La recepción de carga o pasaje fuera de los lugares señalados por la empresa para estos fines; y
- II. La negativa a efectuar el viaje contratado o su interrupción, sin causa justificada.

## **CAPITULO VI**

### **Trabajo de autotransportes**

### **Artículo 256**

Las relaciones entre los choferes, conductores, operadores, cobradores y demás trabajadores que prestan servicios a bordo de autotransportes de servicio público, de pasajeros, de carga o mixtos, foráneos o urbanos, tales como autobuses, camiones, camionetas o automóviles, y los propietarios o permisionarios de los vehículos, son relaciones de trabajo y quedan sujetas a las disposiciones de este capítulo.

La estipulación que en cualquier forma desvirtúe lo dispuesto en el párrafo anterior, no produce ningún efecto legal

ni impide el ejercicio de los derechos que deriven de los servicios prestados.

### **Artículo 257**

El salario se fijará por día, por viaje, por boletos vendidos o por circuito o kilómetros recorridos y consistirá en una cantidad fija, o en una prima sobre los ingresos o la cantidad que exceda a un ingreso determinado, o en dos o más de estas modalidades, sin que en ningún caso pueda ser inferior al salario mínimo.

Cuando el salario se fije por viaje, los trabajadores tienen derecho a un aumento proporcional en caso de prolongación o retardo del término normal del viaje por causa que no les sea imputable.

Los salarios no podrán reducirse si se abrevia el viaje, cualquiera que sea la causa.

En los transportes urbanos o de circuito, los trabajadores tienen derecho a que se les pague el salario en los casos de interrupción del servicio, por causas que no les sean imputables.

No es violatoria del principio de igualdad de salario la disposición que estipula salarios distintos para trabajo igual, si éste se presta en líneas o servicios de diversa categoría.

### **Artículo 258**

Para determinar el salario de los días de descanso se aumentará el que perciban por el trabajo realizado en la semana, con un dieciséis sesenta y seis por ciento.

### **Artículo 259**

Para determinar el monto del salario de los días de vacaciones y de las indemnizaciones, se estará a lo dispuesto en el párrafo segundo del artículo 89.

### **Artículo 260**

El propietario del vehículo y el concesionario o permissionario son solidariamente responsables de las obligaciones derivadas de las relaciones de trabajo y de la ley.

### **Artículo 261**

Queda prohibido a los trabajadores:

- I. El uso de bebidas alcohólicas durante la prestación del servicio y en las doce horas anteriores a su iniciación;
- II. Usar narcóticos o drogas enervantes dentro o fuera de sus horas de trabajo, sin prescripción médica. Antes de iniciar el servicio, el trabajador deberá poner el hecho en conocimiento del patrón y presentarle la prescripción suscrita por el médico; y
- III. Recibir carga o pasaje fuera de los lugares señalados por la empresa para esos fines.

### **Artículo 262**

Los trabajadores tienen las obligaciones especiales siguientes:

- I. Tratar al pasaje con cortesía y esmero y a la carga con precaución;
- II. Someterse a los exámenes médicos periódicos que prevengan las leyes y demás normas de trabajo;
- III. Cuidar el buen funcionamiento de los vehículos e informar al patrón de cualquier desperfecto que observen;
- IV. Hacer durante el viaje las reparaciones de emergencia que permitan sus conocimientos, la herramienta y las refacciones de que dispongan. Si no es posible hacer las reparaciones, pero el vehículo puede continuar circulando, conducirlo hasta el poblado más próximo o hasta el lugar señalado para su reparación; y
- V. Observar los reglamentos de tránsito y las indicaciones técnicas que dicten las autoridades o el patrón.

### **Artículo 263**

Los patrones tienen las obligaciones especiales siguientes:

- I. En los transportes foráneos pagar los gastos de hospedaje y alimentación de los trabajadores, cuando se prolongue

o retarde el viaje por causa que no sea imputable a éstos;

II. Hacer las reparaciones para garantizar el buen funcionamiento del vehículo y la seguridad de los trabajadores, usuarios y público en general;

III. Dotar a los vehículos de la herramienta y refacciones indispensables para las reparaciones de emergencia; y

IV. Observar las disposiciones de los Reglamentos de Tránsito sobre condiciones de funcionamiento y seguridad de los vehículos.

#### **Artículo 264**

Son causas especiales de rescisión de las relaciones de trabajo:

I. La negativa a efectuar el viaje contratado o su interrupción sin causa justificada. Será considerada en todo caso causa justificada la circunstancia de que el vehículo no reúna las condiciones de seguridad indispensables para garantizar la vida de los trabajadores, usuarios y del público en general; y

II. La disminución importante y reiterada del volumen de ingresos, salvo que concurran circunstancias justificadas.

### **CAPITULO VII**

#### **Trabajo de maniobras de servicio público en zonas bajo jurisdicción federal**

#### **Artículo 265**

Las disposiciones de este capítulo se aplican al trabajo de maniobras de servicio público de carga, descarga, estiba, desestiba, alijo, chequeo, atraque, amarre, acarreo, almacenaje y transbordo de carga y equipaje, que se efectúe a bordo de buques o en tierra, en los puertos, vías navegables, estaciones de ferrocarril y demás zonas bajo jurisdicción federal, al que se desarrolle en lanchas para prácticos, y a los trabajos complementarios o conexos.

#### **Artículo 266**

En los contratos colectivos se determinarán las maniobras objeto de los mismos, distinguiéndose de las que correspondan a otros trabajadores.

#### **Artículo 267**

No podrá utilizarse el trabajo de los menores de dieciséis años.

#### **Artículo 268**

Son patrones las empresas navieras y las de maniobras, los armadores y fletadores, los consignatarios, los agentes aduanales, y demás personas que ordenen los trabajos.

#### **Artículo 269**

Las personas a que se refiere el artículo anterior, que en forma conjunta ordenen los trabajos comprendidos en este capítulo, son solidariamente responsables por los salarios e indemnizaciones que correspondan a los trabajadores, por los trabajos realizados.

#### **Artículo 270**

El salario puede fijarse por unidad de tiempo, por unidad de obra, por peso de los bultos o de cualquiera otra manera.

Si intervienen varios trabajadores en una maniobra, el salario se distribuirá entre ellos de conformidad con sus categorías y en la proporción en que participen.

#### **Artículo 271**

El salario se pagará directamente al trabajador, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 100.

El pago hecho a organizaciones, cualquiera que sea su naturaleza, o a intermediarios, para que a su vez hagan el pago a los trabajadores, no libera de responsabilidad a los patrones.

### Artículo 272

Los trabajadores tienen derecho a que el salario diario se aumente en un dieciséis sesenta y seis por ciento como salario del día de descanso.

Asimismo, se aumentará el salario diario, en la proporción que corresponda, para el pago de vacaciones.

### Artículo 273

En la determinación de la antigüedad de los trabajadores, y del orden en que deben ser utilizados sus servicios, se observarán las normas siguientes:

- I. La antigüedad se computará a partir de la fecha en que principió el trabajador a prestar sus servicios al patrón;
- II. En los contratos colectivos podrá establecerse la antigüedad de cada trabajador. El trabajador inconforme podrá solicitar de la Junta de Conciliación y Arbitraje que rectifique su antigüedad. Si no existen contratos colectivos o falta en ellos la determinación, la antigüedad se fijará de conformidad con lo dispuesto en el artículo 158; y
- III. La distribución del trabajo se hará de conformidad con la antigüedad que corresponda a cada trabajador. En los contratos colectivos se determinarán las modalidades que se estime conveniente para la distribución del trabajo.

### Artículo 274

Los sindicatos proporcionarán a los patrones una lista pormenorizada que contenga el nombre y la categoría de los trabajadores que deben realizar las maniobras, en cada caso.

### Artículo 275

Los trabajadores no pueden hacerse substituir en la prestación del servicio. Si se quebranta esta prohibición, el substituto tiene derecho a que se le pague la totalidad del salario que corresponda al trabajo desempeñado y a que el pago se haga de conformidad con lo dispuesto en el artículo 100.

### Artículo 276

Para el pago de indemnizaciones en los casos de riesgos de trabajo, se observarán las normas siguientes:

- I. Si el riesgo produce incapacidad, el pago se hará de conformidad con lo dispuesto en el artículo 483;
- II. El patrón bajo cuya autoridad se prestó el trabajo, será responsable de los accidentes de trabajo; y
- III. Si se trata de enfermedades de trabajo, cada patrón que hubiese utilizado los servicios del trabajador durante 90 días, por lo menos, en los tres años anteriores a la fecha en que se determine el grado de incapacidad para el trabajo, contribuirá en la proporción en que hubiese utilizado los servicios.

El trabajador podrá ejercitar la acción de pago de la indemnización contra cualquiera de los patrones a que se refiere el párrafo anterior, pero el demandado podrá llamar a juicio a los demás o repetir contra ellos.

### Artículo 277

En los contratos colectivos podrá estipularse que los patrones cubran un porcentaje sobre los salarios, a fin de que se constituya un fondo de pensiones de jubilación o de invalidez que no sea consecuencia de un riesgo de trabajo. En los estatutos del sindicato o en un reglamento especial aprobado por la asamblea, se determinarán los requisitos para el otorgamiento de las pensiones.

Las cantidades correspondientes se entregarán por los patrones al Instituto Mexicano del Seguro Social y en caso de que éste no acepte, a la institución bancaria que se señale en el contrato colectivo. La institución cubrirá las pensiones previa aprobación de la Junta de Conciliación y Arbitraje.

### Artículo 278

En los contratos colectivos podrá estipularse la constitución de un fondo afecto al pago de responsabilidades por concepto de pérdidas o averías. La cantidad correspondiente se entregará a la institución bancaria nacional que se señale en el contrato colectivo, la que cubrirá los pagos correspondientes por convenio entre el sindicato y el patrón, o mediante resolución de la Junta de Conciliación y Arbitraje.

Alcanzado el monto del fondo, no se harán nuevas aportaciones, salvo para reponer las cantidades que se paguen.

## **CAPITULO VIII**

### **Trabajadores del campo**

#### **Artículo 279**

Trabajadores del campo son los que ejecutan los trabajos propios y habituales de la agricultura, de la ganadería y forestales, al servicio de un patrón.

Los trabajadores en las explotaciones industriales forestales se regirán por las disposiciones generales de esta ley.

#### **Artículo 280**

Los trabajadores que tengan una permanencia continua de tres meses o más al servicio de un patrón, tienen a su favor la presunción de ser trabajadores de planta.

#### **Artículo 281**

Cuando existan contratos de arrendamiento, el propietario del predio es solidariamente responsable con el arrendatario, si este no dispone de elementos propios suficientes para cumplir las obligaciones que deriven de las relaciones con sus trabajadores.

Si existieren contratos de aparcería, el propietario del predio y el aparcerero serán solidariamente responsables.

#### **Artículo 282**

Las condiciones de trabajo se redactarán por escrito, observándose lo dispuesto en el artículo 25 y siguientes.

#### **Artículo 283**

Los patrones tienen las obligaciones especiales siguientes:

- I. Pagar los salarios precisamente en el lugar donde preste el trabajador sus servicios y en períodos de tiempo que no excedan de una semana;
- II. Suministrar gratuitamente a los trabajadores habitaciones adecuadas e higiénicas, proporcionadas al número de familiares o dependientes económicos, y un terreno contiguo para la cría de animales de corral;
- III. Mantener las habitaciones en buen estado, haciendo en su caso las reparaciones necesarias y convenientes;
- IV. Mantener en el lugar de trabajo los medicamentos y material de curación necesarios para primeros auxilios y adiestrar personal que los preste;
- V. Proporcionar a los trabajadores y a sus familiares asistencia médica o trasladarlos al lugar más próximo en el que existan servicios médicos. También tendrán las obligaciones a que se refiere el artículo 504, fracción II;
- VI. Proporcionar gratuitamente medicamentos y material de curación en los casos de enfermedades tropicales, endémicas y propias de la región y pagar el setenta y cinco por ciento de los salarios hasta por noventa días; y
- VII. Permitir a los trabajadores dentro del predio:
  - a) Tomar en los depósitos acuíferos, el agua que necesiten para sus usos domésticos y sus animales de corral.
  - b) La caza y la pesca, para usos propios, de conformidad con las disposiciones que determinan las leyes.
  - c) El libre tránsito por los caminos y veredas establecidos, siempre que no sea en perjuicio de los sembrados y cultivos.
  - d) Celebrar en los lugares acostumbrados sus fiestas regionales.
  - e) Fomentar la creación de cooperativas de consumo entre los trabajadores.
  - f) Fomentar la alfabetización entre los trabajadores y sus familiares.

#### **Artículo 284**

Queda prohibido a los patrones:

- I. Permitir la entrada a vendedores de bebidas embriagantes;
- II. Impedir la entrada a los vendedores de mercancías o cobrarles alguna cuota; y
- III. Impedir a los trabajadores que críen animales de corral dentro del predio contiguo a la habitación que se hubiese señalado a cada uno.

## **CAPITULO IX**

### **Agentes de comercio y otros semejantes**

#### **Artículo 285**

Los agentes de comercio, de seguros, los vendedores, viajantes, propagandistas o impulsores de ventas y otros semejantes, son trabajadores de la empresa o empresas a las que presten sus servicios, cuando su actividad sea permanente, salvo que no ejecuten personalmente el trabajo o que únicamente intervengan en operaciones aisladas.

#### **Artículo 286**

El salario a comisión puede comprender una prima sobre el valor de la mercancía vendida o colocada, sobre el pago inicial o sobre los pagos periódicos, o dos o las tres de dichas primas.

#### **Artículo 287**

Para determinar el momento en que nace el derecho de los trabajadores a percibir las primas, se observarán las normas siguientes:

- I. Si se fija una prima única, en el momento en que se perfeccione la operación que le sirva de base; y
- II. Si se fijan las primas sobre los pagos periódicos, en el momento en que éstos se hagan.

#### **Artículo 288**

Las primas que correspondan a los trabajadores no podrán retenerse ni descontarse si posteriormente se deja sin efecto la operación que les sirvió de base.

#### **Artículo 289**

Para determinar el monto del salario diario se tomará como base el promedio que resulte de los salarios del último año o del total de los percibidos si el trabajador no cumplió un año de servicios.

#### **Artículo 290**

Los trabajadores no podrán ser removidos de la zona o ruta que se les haya asignado, sin su consentimiento.

#### **Artículo 291**

Es causa especial de rescisión de las relaciones de trabajo la disminución importante y reiterada del volumen de las operaciones, salvo que concurren circunstancias justificativas.

## **CAPITULO X**

### **Deportistas profesionales**

#### **Artículo 292**

Las disposiciones de este capítulo se aplican a los deportistas profesionales, tales como jugadores de fútbol, baseball, frontón, box, luchadores y otros semejantes.

#### **Artículo 293**

Las relaciones de trabajo pueden ser por tiempo determinado, por tiempo indeterminado, para una o varias temporadas o para la celebración de uno o varios eventos o funciones. A falta de estipulaciones expresas, la relación será por tiempo indeterminado.

Si vencido el término o concluida la temporada no se estipula un nuevo término de duración u otra modalidad, y el trabajador continúa prestando sus servicios, la relación continuará por tiempo indeterminado.

### Artículo 294

El salario podrá estipularse por unidad de tiempo, para uno o varios eventos o funciones, o para una o varias temporadas.

### Artículo 295

Los deportistas profesionales no podrán ser transferidos a otra empresa o club, sin su consentimiento.

### Artículo 296

La prima por transferencia de jugadores se sujetará a las normas siguientes:

- I. La empresa o club dará a conocer a los deportistas profesionales el reglamento o cláusulas que la contengan;
- II. El monto de la prima se determinará por acuerdo entre el deportista profesional y la empresa o club, y se tomarán en consideración la categoría de los eventos o funciones, la de los equipos, la del deportista profesional y su antigüedad en la empresa o club; y
- III. La participación del deportista profesional en la prima será de un veinticinco por ciento, por lo menos. Si el porcentaje fijado es inferior al cincuenta por ciento, se aumentará en un cinco por ciento por cada año de servicios, hasta llegar al cincuenta por ciento, por lo menos.

### Artículo 297

No es violatoria del principio de igualdad de salarios la disposición que estipule salarios distintos para trabajos iguales, por razón de la categoría de los eventos o funciones, de la de los equipos o de la de los jugadores.

### Artículo 298

Los deportistas profesionales tienen las obligaciones especiales siguientes:

- I. Someterse a la disciplina de la empresa o club;
- II. Concurrir a las prácticas de preparación y adiestramiento en el lugar y a la hora señalados por la empresa o club y concentrarse para los eventos o funciones;
- III. Efectuar los viajes para los eventos o funciones de conformidad con las disposiciones de la empresa o club. Los gastos de transportación, hospedaje y alimentación serán por cuenta de la empresa o club; y
- IV. Respetar los reglamentos locales, nacionales e internacionales que rijan la práctica de los deportes.

### Artículo 299

Queda prohibido a los deportistas profesionales todo maltrato de palabra o de obra a los jueces o árbitros de los eventos, a sus compañeros y a los jugadores contrincantes.

En los deportes que impliquen una contienda personal, los contendientes deberán abstenerse de todo acto prohibido por los reglamentos.

### Artículo 300

Son obligaciones especiales de los patrones:

- I. Organizar y mantener un servicio médico que practique reconocimientos periódicos; y
  - II. Conceder a los trabajadores un día de descanso a la semana.
- No es aplicable a los deportistas profesionales la disposición contenida en el párrafo segundo del artículo 71.

### Artículo 301

Queda prohibido a los patrones exigir de los deportistas un esfuerzo excesivo que pueda poner en peligro su salud o su vida.

### Artículo 302

Las sanciones a los deportistas profesionales se aplicarán de conformidad con los reglamentos a que se refiere el

artículo 298, fracción IV.

### **Artículo 303**

Son causas especiales de rescisión y terminación de las relaciones de trabajo;

- I. La indisciplina grave o las faltas repetidas de indisciplina; y
- II. La pérdida de facultades.

## **CAPITULO XI**

### **Trabajadores actores y músicos**

### **Artículo 304**

Las disposiciones de este capítulo se aplican a los trabajadores actores y a los músicos que actúen en teatros, cines, centros nocturnos o de variedades, circos, radio y televisión, salas de doblaje y grabación, o en cualquier otro local donde se transmita o fotografíe la imagen del actor o del músico o se transmita o quede grabada la voz o la música, cualquiera que sea el procedimiento que se use.

### **Artículo 305**

Las relaciones de trabajo pueden ser por tiempo determinado o por tiempo indeterminado, para varias temporadas o para la celebración de una o varias funciones, representaciones o actuaciones.

No es aplicable la disposición contenida en el artículo 39.

### **Artículo 306**

El salario podrá estipularse por unidad de tiempo, para una o varias temporadas o para una o varias funciones, representaciones o actuaciones.

### **Artículo 307**

No es violatoria del principio de igualdad de salario, la disposición que estipule salarios distintos para trabajos iguales, por razón de la categoría de las funciones, representaciones o actuaciones, o de la de los trabajadores actores y músicos.

### **Artículo 308**

Para la prestación de servicios de los trabajadores actores o músicos fuera de la República, se observarán, además de las normas contenidas en el artículo 28, las disposiciones siguientes:

- I. Deberá hacerse un anticipo del salario por el tiempo contratado de un veinticinco por ciento, por lo menos; y
- II. Deberá garantizarse el pasaje de ida y regreso.

### **Artículo 309**

La prestación de servicios dentro de la República, en lugar diverso de la residencia del trabajador actor o músico, se regirá por las disposiciones contenidas en el artículo anterior, en lo que sean aplicables.

### **Artículo 310**

Cuando la naturaleza del trabajo lo requiera, los patrones estarán obligados a proporcionar a los trabajadores actores y músicos camerinos cómodos, higiénicos y seguros, en el local donde se preste el servicio.

## **CAPITULO XII**

### **Trabajo a domicilio**

### **Artículo 311**

Trabajo a domicilio es el que se ejecuta habitualmente para un patrón, en el domicilio del trabajador o en un local libremente elegido por el, sin vigilancia ni dirección inmediata de quien proporciona el trabajo.

Si el trabajo se ejecuta en condiciones distintas de las señaladas en el párrafo anterior, se regirá por las disposiciones generales de esta Ley.

### **Artículo 312**

El convenio por virtud del cual el patrón venda materias primas u objetos a un trabajador para que éste los transforme o confeccione en su domicilio y posteriormente los venda al mismo patrón, y cualquier otro convenio u operación semejante, constituye trabajo a domicilio.

### **Artículo 313**

Trabajador a domicilio es la persona que trabaja personalmente o con la ayuda de miembros de su familia para un patrón.

### **Artículo 314**

Son patronos las personas que dan trabajo a domicilio, sea que suministren o no los útiles o materiales de trabajo y cualquiera que sea la forma de la remuneración.

### **Artículo 315**

La simultaneidad de patronos no priva al trabajador a domicilio de los derechos que le concede este capítulo.

### **Artículo 316**

Queda prohibida la utilización de intermediarios. En el caso de la empresa que aproveche o venda los productos del trabajo a domicilio, regirá lo dispuesto en el artículo 13.

### **Artículo 317**

Los patronos que den trabajo a domicilio deberán inscribirse previamente en el Registro de patronos del trabajo a domicilio, que funcionará en la Inspección del Trabajo. En el registro constará el nombre y el domicilio del patrón para el que se ejecutará el trabajo y los demás datos que señalen los reglamentos respectivos.

### **Artículo 318**

Las condiciones de trabajo se harán constar por escrito. Cada una de las partes conservará un ejemplar y el otro será entregado a la Inspección del Trabajo. El escrito contendrá:

- I. Nombre, nacionalidad, edad, sexo, estado civil y domicilio del trabajador y del patrón;
- II. Local donde se ejecutará el trabajo;
- III. Naturaleza, calidad y cantidad del trabajo;
- IV. Monto del salario y fecha y lugar de pago; y
- V. Las demás estipulaciones que convengan las partes.

### **Artículo 319**

El escrito a que se refiere el artículo anterior deberá entregarse por el patrón, dentro de un término de tres días hábiles, a la Inspección del Trabajo, la cual, dentro de igual término, procederá a revisarlo bajo su más estricta responsabilidad. En caso de que no estuviese ajustado a la Ley, la Inspección del Trabajo, dentro de tres días, hará a las partes las observaciones correspondientes, a fin de que hagan las modificaciones respectivas. El patrón deberá presentarlo nuevamente a la misma Inspección del Trabajo.

### **Artículo 320**

Los patronos están obligados a llevar un Libro de registro de trabajadores a domicilio, autorizado por la Inspección del Trabajo, en el que constarán los datos siguientes:

- I. Nombre, nacionalidad, edad, sexo, estado civil del trabajador y domicilio o local donde se ejecute el trabajo;
- II. Días y horario para la entrega y recepción del trabajo y para el pago de los salarios;
- III. Naturaleza, calidad y cantidad del trabajo;
- IV. Materiales y útiles que en cada ocasión se proporcionen al trabajador, valor de los mismos y forma de pago de los objetos perdidos o deteriorados por culpa del trabajador;

V. Forma y monto del salario; y

VI. Los demás datos que señalen los reglamentos.

Los libros estarán permanentemente a disposición de la Inspección del Trabajo.

### **Artículo 321**

Los patrones entregarán gratuitamente a sus trabajadores a domicilio una libreta foliada y autorizada por la Inspección del Trabajo, que se denominará Libreta de trabajo a domicilio y en la que se anotarán los datos a que se refieren las fracciones I, II y V del artículo anterior, y en cada ocasión que se proporcione trabajo, los mencionados en la fracción IV del mismo artículo.

La falta de libreta no priva al trabajador de los derechos que le correspondan de conformidad con las disposiciones de esta Ley.

### **Artículo 322**

La Comisión Nacional de los Salarios Mínimos fijará los salarios mínimos profesionales de los diferentes trabajos a domicilio, debiendo tomar en consideración, entre otras, las circunstancias siguientes:

I. La naturaleza y calidad de los trabajos:

II. El tiempo promedio para la elaboración de los productos;

III. Los salarios y prestaciones percibidos por los trabajadores de establecimientos y empresas que elaboren los mismos o semejantes productos; y

IV. Los precios corrientes en el mercado de los productos del trabajo a domicilio.

Los libros a que se refiere el artículo 320 estarán permanentemente a disposición de la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos.

### **Artículo 323**

Los salarios de los trabajadores a domicilio no podrán ser menores de los que se paguen por trabajos semejantes en la empresa o establecimiento para el que se realice el trabajo.

### **Artículo 324**

Los patrones tienen las obligaciones especiales siguientes:

I. Fijar las tarifas de salarios en lugar visible de los locales donde proporcionen o reciban el trabajo;

II. Proporcionar los materiales y útiles de trabajo en las fechas y horas convenidos;

III. Recibir oportunamente el trabajo y pagar los salarios en la forma y fechas estipuladas;

IV. Hacer constar en la libreta de cada trabajador, al momento de recibir el trabajo, las pérdidas o deficiencias que resulten, no pudiendo hacerse ninguna reclamación posterior; y

V. Proporcionar a los Inspectores y a la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos los informes que le soliciten.

### **Artículo 325**

La falta de cumplimiento puntual de las obligaciones mencionadas en las fracciones II y III del artículo anterior, dará derecho al trabajador a domicilio a una indemnización por el tiempo perdido.

### **Artículo 326**

Los trabajadores a domicilio tienen las obligaciones especiales siguientes:

I. Poner el mayor cuidado en la guarda y conservación de los materiales y útiles que reciban del patrón;

II. Elaborar los productos de acuerdo con la calidad convenida y acostumbrada;

III. Recibir y entregar el trabajo en los días y horas convenidos; y

IV. Indemnizar al patrón por la pérdida o deterioro que por su culpa sufran los materiales y útiles que reciban. La responsabilidad del trabajador a domicilio se rige por la disposición contenida en el artículo 110, fracción I.

### **Artículo 327**

También tienen el derecho de que en la semana que corresponda se les pague el salario del día de descanso obligatorio.

### **Artículo 328**

Los trabajadores a domicilio tienen derecho a vacaciones anuales. Para determinar el importe del salario correspondiente se estará a lo dispuesto en el párrafo segundo del artículo 89.

### **Artículo 329**

El trabajador a domicilio al que se le deje de dar el trabajo, tendrá los derechos consignados en el artículo 48.

### **Artículo 330**

Los Inspectores del Trabajo tienen las atribuciones y deberes especiales siguientes:

I. Comprobar si las personas que proporcionan trabajo a domicilio se encuentran inscritas en el Registro de Patrones. En caso de que no lo estén, les ordenarán que se registren, apercibiéndolas que de no hacerlo en un término no mayor de 10 días, se les aplicarán las sanciones que señala esta Ley;

II. Comprobar si se llevan correctamente y se encuentran al día los Libros de registro de trabajadores a domicilio y las Libretas de trabajo a domicilio;

III. Vigilar que la tarifa de salarios se fije en lugar visible de los locales en donde se reciba y proporcione el trabajo;

IV. Verificar si los salarios se pagan de acuerdo con la tarifa respectiva;

V. Vigilar que los salarios no sean inferiores a los que se paguen en la empresa al trabajador similar;

VI. Practicar visitas en los locales donde se ejecute el trabajo, para vigilar que se cumplan las disposiciones sobre higiene y seguridad; y

VII. Informar a la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos las diferencias de salarios que adviertan, en relación con los que se paguen a trabajadores que ejecuten trabajos similares.

## **CAPITULO XIII**

### **Trabajadores domésticos**

### **Artículo 331**

Trabajadores domésticos son los que prestan los servicios de aseo, asistencia y demás propios o inherentes al hogar de una persona o familia.

### **Artículo 332**

No son trabajadores domésticos y en consecuencia quedan sujetos a las disposiciones generales o particulares de esta Ley:

I. Las personas que presten servicios de aseo, asistencia, atención de clientes y otros semejantes, en hoteles, casas de asistencia, restaurantes, fondas, bares, hospitales, sanatorios, colegios, internados y otros establecimientos análogos; y

II. Los porteros y veladores de los establecimientos señalados en la fracción anterior y los de edificios de departamentos y oficinas.

### **Artículo 333**

Los trabajadores domésticos deberán disfrutar de reposos suficientes para tomar sus alimentos y de descanso

durante la noche.

#### **Artículo 334**

Salvo lo expresamente pactado, la retribución del doméstico comprende, además del pago en efectivo, los alimentos y la habitación. Para los efectos de esta Ley, los alimentos y habitación se estimarán equivalentes al 50% del salario que se pague en efectivo.

#### **Artículo 335**

La Comisión Nacional de los Salarios Mínimos fijará los salarios mínimos profesionales que deberán pagarse a estos trabajadores.

#### **Artículo 336**

Para la fijación de los salarios mínimos a que se refiere el artículo anterior, se tomarán en consideración las condiciones de las localidades en que vayan a aplicarse.

#### **Artículo 337**

Los patrones tienen las obligaciones especiales siguientes:

- I. Guardar consideración al trabajador doméstico, absteniéndose de todo maltrato de palabra o de obra;
- II. Proporcionar al trabajador un local cómodo e higiénico para dormir, una alimentación sana y satisfactoria y condiciones de trabajo que aseguren la vida y la salud; y
- III. El patrón deberá cooperar para la instrucción general del trabajador doméstico, de conformidad con las normas que dicten las autoridades correspondientes.

#### **Artículo 338**

Además de las obligaciones a que se refiere el artículo anterior, en los casos de enfermedad que no sea de trabajo, el patrón deberá:

- I. Pagar al trabajador doméstico el salario que le corresponda hasta por un mes;
- II. Si la enfermedad no es crónica, proporcionarle asistencia médica entre tanto se logra su curación o se hace cargo del trabajador algún servicio asistencial; y
- III. Si la enfermedad es crónica y el trabajador ha prestado sus servicios durante seis meses por lo menos, proporcionarle asistencia médica hasta por tres meses, o antes si se hace cargo del trabajador algún servicio asistencial.

#### **Artículo 339**

En caso de muerte, el patrón sufragará los gastos del sepelio.

#### **Artículo 340**

Los trabajadores domésticos tienen las obligaciones especiales siguientes:

- I. Guardar al patrón, a su familia y a las personas que concurren al hogar donde prestan sus servicios, consideración y respeto; y
- II. Poner el mayor cuidado en la conservación del menaje de la casa.

#### **Artículo 341**

Es causa de rescisión de las relaciones de trabajo el incumplimiento de las obligaciones especiales consignadas en este capítulo.

#### **Artículo 342**

El trabajador doméstico podrá dar por terminada en cualquier tiempo la relación de trabajo, dando aviso al patrón con ocho días de anticipación.

#### **Artículo 343**

El patrón podrá dar por terminada la relación de trabajo sin responsabilidad, dentro de los treinta días siguientes a la

iniciación del servicio; y en cualquier tiempo, sin necesidad de comprobar la causa que tenga para ello, pagando la indemnización que corresponda de conformidad con lo dispuesto en los artículos 49, fracción IV, y 50.

## **CAPITULO XIV**

### **Trabajo en hoteles, restaurantes, bares y otros establecimientos análogos**

#### **Artículo 344**

Las disposiciones de este capítulo se aplican a los trabajadores en hoteles, casas de asistencia, restaurantes, fondas, cafés, bares y otros establecimientos análogos.

#### **Artículo 345**

La Comisión Nacional de los Salarios Mínimos fijará los salarios mínimos profesionales que deberán pagarse a estos trabajadores.

#### **Artículo 346**

Las propinas son parte del salario de los trabajadores a que se refiere este capítulo en los términos del artículo 347.

Los patrones no podrán reservarse ni tener participación alguna en ellas.

#### **Artículo 347**

Si no se determina, en calidad de propina, un porcentaje sobre las consumiciones, las partes fijarán el aumento que deba hacerse al salario de base para el pago de cualquier indemnización o prestación que corresponda a los trabajadores. El salario fijado para estos efectos será remunerador, debiendo tomarse en consideración la importancia del establecimiento donde se presten los servicios.

#### **Artículo 348**

La alimentación que se proporcione a los trabajadores deberá ser sana, abundante y nutritiva.

#### **Artículo 349**

Los trabajadores están obligados a atender con esmero y cortesía a la clientela del establecimiento.

#### **Artículo 350**

Los Inspectores del Trabajo tienen las atribuciones y deberes especiales siguientes:

- I. Vigilar que la alimentación que se proporcione a los trabajadores sea sana, abundante y nutritiva;
- II. Verificar que las propinas correspondan en su totalidad a los trabajadores; y
- III. Vigilar que se respeten las normas sobre jornada de trabajo.

## **CAPITULO XV**

### **Industria familiar**

#### **Artículo 351**

Son talleres familiares aquellos en los que exclusivamente trabajan los cónyuges, sus ascendientes, descendientes y pupilos.

#### **Artículo 352**

No se aplican a los talleres familiares las disposiciones de esta Ley, con excepción de las normas relativas a higiene y seguridad.

#### **Artículo 353**

La Inspección del Trabajo vigilará el cumplimiento de las normas a que se refiere el artículo anterior.

## **CAPITULO XVI**

### **Trabajos de médicos residentes en período de adiestramiento en una**

## **especialidad**

### **Artículo 353-A**

Para los efectos de este Capítulo, se entiende por:

I. Médico Residente: El profesional de la medicina con Título legalmente expedido y registrado ante las autoridades competentes, que ingrese a una Unidad Médica Receptora de Residentes, para cumplir con una residencia.

II. Unidad Médica Receptora de Residentes, el establecimiento hospitalario en el cual se pueden cumplir las Residencias, que para los efectos de los artículos 161 y 164 del Código Sanitario de los Estados Unidos Mexicanos, exige la especialización de los profesionales de la Medicina;

III. Residencia: El conjunto de actividades que deba cumplir un Médico Residente en período de adiestramiento; para realizar estudios y prácticas de postrado, respecto de la disciplina de la salud a que pretenda dedicarse, dentro de una Unidad Médica Receptora de Residentes, durante el tiempo y conforme a los requisitos que señalen las disposiciones académicas respectivas.

### **Artículo 353-B**

Las relaciones laborales entre los Médicos Residentes y la persona moral o física de quien dependa la Unidad Médica Receptora de Residentes, se regirán por las disposiciones de este Capítulo y por las estipulaciones contenidas en el contrato respectivo, en cuanto no las contradigan.

### **Artículo 353-C**

Son derechos especiales de los Médicos Residentes, que deberán consignarse en los contratos que se otorguen, a más de los previstos en esta Ley, los siguientes:

I. Disfrutar de las prestaciones que sean necesarias para el cumplimiento de la Residencia;

II. Ejercer su Residencia hasta concluir su especialidad, siempre y cuando cumplan con los requisitos que establece este Capítulo.

### **Artículo 353-D**

Son obligaciones especiales del Médico Residente, las siguientes:

I. Cumplir la etapa de instrucción académica y el adiestramiento, de acuerdo con el programa docente académico que esté vigente en la Unidad Médica Receptora de Residentes;

II. Acatar las órdenes de las personas designadas para impartir el adiestramiento o para dirigir el desarrollo del trabajo, en lo concerniente a aquél y a éste;

III. Cumplir las disposiciones internas de la Unidad Médica Receptora de Residentes de que se trate, en cuanto no contraríen las contenidas en esta Ley;

IV. Asistir a las conferencias de teoría sesiones clínicas, anatomoclínicas, clinicorradiológicas, bibliográficas y demás actividades académicas que se señalen como parte de los estudios de especialización;

V. Permanecer en la Unidad Médica Receptora de Residentes, en los términos del artículo siguiente; y

VI. Someterse y aprobar los exámenes periódicos de evaluación de conocimientos y destreza adquiridos, de acuerdo a las disposiciones académicas y normas administrativas de la Unidad correspondiente.

### **Artículo 353-E**

Dentro del tiempo que el Médico Residente debe permanecer en la Unidad Médica Receptora de Residentes, conforme a las disposiciones docentes respectivas, quedan incluidos, la jornada laboral junto al adiestramiento en la especialidad, tanto en relación con pacientes como en las demás formas de estudio o práctica, y los períodos para disfrutar de reposo e ingerir alimentos.

### **Artículo 353-F**

La relación de trabajo será por tiempo determinado, no menor de un año ni mayor del período de duración de la residencia necesaria para obtener el Certificado de Especialización correspondiente, tomándose en cuenta a este último respecto las causas de rescisión señaladas en el artículo 353. G.

En relación con este Capítulo, no regirá lo dispuesto por el artículo 39 de esta ley.

#### **Artículo 353-G**

Son causas especiales de rescisión de la relación de trabajo, sin responsabilidad para el patrón, además de la que establece el artículo 47, las siguientes:

- I. El incumplimiento de las obligaciones a que aluden las fracciones I, II, III y VI del artículo 353.D;
- II. La violación de las normas técnicas o administrativas necesarias para el funcionamiento de la Unidad Médica Receptora de Residentes en la que se efectúe la residencia; y
- III. La comisión de faltas a las normas de conducta propias de la profesión médica, consignados en el Reglamento Interior de Trabajo de la Unidad Médica Receptora de Residentes.

#### **Artículo 353-H**

Son causas de terminación de la relación de trabajo, además de las que establece el artículo 53 de esta Ley:

- I. La conclusión del Programa de Especialización;
- II. La supresión académica de estudios en la Especialidad en la rama de la Medicina que interesa al Médico Residente.

#### **Artículo 353-I**

Las disposiciones de este Capítulo no serán aplicables a aquellas personas que exclusivamente reciben cursos de capacitación o adiestramiento, como parte de su formación profesional, en las instituciones de salud.

## **CAPITULO XVII**

### **Trabajo en las universidades e instituciones de educación superior autónomas por ley**

#### **Artículo 353-J**

Las disposiciones de este Capítulo se aplican a las relaciones de trabajo entre los trabajadores administrativos y académicos y las universidades e instituciones de educación superior autónomas por ley y tienen por objeto conseguir el equilibrio y la justicia social en las relaciones de trabajo, de tal modo que concuerden con la autonomía, la libertad de cátedra e investigación y los fines propios de estas instituciones.

#### **Artículo 353-K**

Trabajador académico es la persona física que presta servicios de docencia o investigación a las universidades o instituciones a las que se refiere este Capítulo, conforme a los planes y programas establecidos por las mismas, Trabajador administrativo es la persona física que presta servicios no académicos a tales universidades o instituciones.

#### **Artículo 353-L**

Corresponde exclusivamente a las universidades o instituciones autónomas por ley regular los aspectos académicos.

Para que un trabajador académico pueda considerarse sujeto a una relación laboral por tiempo indeterminado, además de que la tarea que realice tenga ese carácter, es necesario que sea aprobado en la evaluación académica que efectúe el órgano competente conforme a los requisitos y procedimientos que las propias universidades o instituciones establezcan.

#### **Artículo 353-M**

El Trabajador académico podrá ser contratado por jornada completa o media jornada. Los trabajadores académicos dedicados exclusivamente a la docencia podrán ser contratados por hora clase.

#### **Artículo 353-N**

No es violatorio del principio de igualdad de salarios la fijación de salarios distintos para trabajo igual si éste corresponde a diferentes categorías académicas.

### Artículo 353-Ñ

Los sindicatos y las directivas de los mismos que se constituyan en las universidades o instituciones a las que se refiere este Capítulo, únicamente estarán formados por los trabajadores que presten sus servicios en cada una de ellas y serán:

- I. De personal académico;
- II. De personal administrativo, o
- III. De institución si comprende a ambos tipos de trabajadores.

### Artículo 353-O

Los sindicatos a que se refiere el artículo anterior deberán registrarse en la Secretaría del Trabajo y Previsión Social o en la Junta de Conciliación y Arbitraje que corresponda, según sea federal o local la ley que creó a la universidad o institución de que se trate.

### Artículo 353-P

Para los efectos de la contratación colectiva entre las universidades e instituciones y sus correspondientes sindicatos, se seguirán las reglas fijadas en el Artículo 388. Para tal efecto el sindicato de institución recibirá el tratamiento de sindicato de empresa y los sindicatos de personal académico o de personal administrativo tendrán el tratamiento de sindicato gremial.

### Artículo 353-Q

En los contratos colectivos las disposiciones relativas a los trabajadores académicos no se extenderán a los trabajadores administrativos, ni a la inversa, salvo que así se convenga expresamente.

En ningún caso estos contratos podrán establecer para el personal académico la admisión exclusiva o la separación por expulsión a que se refiere el Artículo 395.

### Artículo 353-R

En el procedimiento de huelga el aviso para la suspensión de labores deberá darse por lo menos con diez días de anticipación a la fecha señalada para suspender el trabajo.

Además de los casos previstos por el Artículo 935, antes de la suspensión de los trabajos, las partes o en su defecto la Junta de Conciliación y Arbitraje, con audiencia de aquéllas, fijarán el número indispensable de trabajadores que deban continuar trabajando para que sigan ejecutándose las labores cuya suspensión pueda perjudicar irreparablemente la buena marcha de una investigación o un experimento en curso.

### Artículo 353-S

En las Juntas de Conciliación y Arbitraje o las de Conciliación Permanentes, funcionarán Juntas Especiales que conocerán de los asuntos laborales de las universidades e instituciones de educación superior autónomas por Ley y se integrarán con el presidente respectivo, el representante de cada universidad o institución y el representante de sus trabajadores académicos o administrativos que corresponda.

### Artículo 353-T

Para los efectos del artículo anterior, la autoridad competente expedirá la convocatoria respectiva, estableciendo en ella que cada universidad o institución nombrará su representante, y que deberán celebrarse sendas convenciones para la elección de representantes de los correspondientes trabajadores académicos o administrativos.

### Artículo 353-U

Los trabajadores de las universidades e instituciones a las que se refiere este Capítulo disfrutarán de sistemas de seguridad social en los términos de sus leyes orgánicas, o conforme a los acuerdos que con base en ellas se celebren. Estas prestaciones nunca podrán ser inferiores a los mínimos establecidos por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y esta Ley.

## TITULO SEPTIMO

### Relaciones Colectivas de Trabajo

## **CAPITULO I**

### **Coaliciones**

#### **Artículo 354**

La Ley reconoce la libertad de coalición de trabajadores y patrones.

#### **Artículo 355**

Coalición es el acuerdo temporal de un grupo de trabajadores o de patrones para la defensa de sus intereses comunes.

## **CAPITULO II**

### **Sindicatos, federaciones y confederaciones**

#### **Artículo 356**

Sindicato es la asociación de trabajadores o patrones, constituida para el estudio, mejoramiento y defensa de sus respectivos intereses.

#### **Artículo 357**

Los trabajadores y los patrones tienen el derecho de constituir sindicatos, sin necesidad de autorización previa.

#### **Artículo 358**

A nadie se puede obligar a formar parte de un sindicato o a no formar parte de él.

Cualquier estipulación que establezca multa convencional en caso de separación del sindicato o que desvirtúe de algún modo la disposición contenida en el párrafo anterior, se tendrá por no puesta.

#### **Artículo 359**

Los sindicatos tienen derecho a redactar sus estatutos y reglamentos, elegir libremente a sus representantes, organizar su administración y sus actividades y formular su programa de acción.

#### **Artículo 360**

Los sindicatos de trabajadores pueden ser:

- I. Gremiales, los formados por trabajadores de una misma profesión, oficio o especialidad;
- II. De empresa, los formados por trabajadores que presten sus servicios en una misma empresa;
- III. Industriales, los formados por trabajadores que presten sus servicios en dos o más empresas de la misma rama industrial;
- IV. Nacionales de industria, los formados por trabajadores que presten sus servicios en una o varias empresas de la misma rama industrial, instaladas en dos o más Entidades Federativas; y
- V. De oficios varios, los formados por trabajadores de diversas profesiones. Estos sindicatos sólo podrán constituirse cuando en el municipio de que se trate, el número de trabajadores de una misma profesión sea menor de veinte.

#### **Artículo 361**

Los sindicatos de patrones pueden ser:

- I. Los formados por patrones de una o varias ramas de actividades; y
- II. Nacionales, los formados por patrones de una o varias ramas de actividades de distintas Entidades Federativas.

#### **Artículo 362**

Pueden formar parte de los sindicatos los trabajadores mayores de catorce años.

#### **Artículo 363**

No pueden ingresar en los sindicatos de los demás trabajadores, los trabajadores de confianza. Los estatutos de los sindicatos podrán determinar la condición y los derechos de sus miembros, que sean promovidos a un puesto de confianza.

#### **Artículo 364**

Los sindicatos deberán constituirse con veinte trabajadores en servicio activo o con tres patronos, por lo menos. Para la determinación del número mínimo de trabajadores, se tomarán en consideración aquellos cuya relación de trabajo hubiese sido rescindida o dada por terminada dentro del período comprendido entre los treinta días anteriores a la fecha de presentación de la solicitud de registro del sindicato y la en que se otorgue éste.

#### **Artículo 365**

Los sindicatos deben registrarse en la Secretaría del Trabajo y Previsión Social en los casos de competencia federal y en las Juntas de Conciliación y Arbitraje en los de competencia local, a cuyo efecto remitirán por duplicado:

- I. Copia autorizada del acta de la asamblea constitutiva;
- II. Una lista con el número, nombres y domicilios de sus miembros y con el nombre y domicilio de los patronos, empresas o establecimientos en los que se prestan los servicios;
- III. Copia autorizada de los estatutos; y
- IV. Copia autorizada del acta de la asamblea en que se hubiese elegido la directiva.

Los documentos a que se refieren las fracciones anteriores serán autorizados por el Secretario General, el de Organización y el de Actas, salvo lo dispuesto en los estatutos.

#### **Artículo 366**

El registro podrá negarse únicamente:

- I. Si el sindicato no se propone la finalidad prevista en el artículo 356;
- II. Si no se constituyó con el número de miembros fijado en el artículo 364; y
- III. Si no se exhiben los documentos a que se refiere el artículo anterior.

Satisfechos los requisitos que se establecen para el registro de los sindicatos, ninguna de las autoridades correspondientes podrá negarlo.

Si la autoridad ante la que se presentó la solicitud de registro, no resuelve dentro de un término de sesenta días, los solicitantes podrán requerirla para que dicte resolución, y si no lo hace dentro de los tres días siguientes a la presentación de la solicitud, se tendrá por hecho el registro para todos los efectos legales, quedando obligada la autoridad, dentro de los tres días siguientes, a expedir la constancia respectiva.

#### **Artículo 367**

La Secretaría del Trabajo y Previsión Social, una vez que haya registrado un sindicato, enviará copia de la resolución a la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje.

#### **Artículo 368**

El registro del sindicato y de su directiva, otorgado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social o por las Juntas Locales de Conciliación y Arbitraje, produce efectos ante todas las autoridades.

#### **Artículo 369**

El registro del sindicato podrá cancelarse únicamente:

- I. En caso de disolución; y
- II. Por dejar de tener los requisitos legales.

La Junta de Conciliación y Arbitraje resolverá acerca de la cancelación de su registro.

### Artículo 370

Los sindicatos no están sujetos a disolución, suspensión o cancelación de su registro, por vía administrativa.

### Artículo 371

Los estatutos de los sindicatos contendrán:

I. Denominación que le distinga de los demás;

II. Domicilio;

III. Objeto;

IV. Duración. Faltando esta disposición se entenderá constituido el sindicato por tiempo indeterminado;

V. Condiciones de admisión de miembros;

VI. Obligaciones y derechos de los asociados;

VII. Motivos y procedimientos de expulsión y correcciones disciplinarias. En los casos de expulsión se observarán las normas siguientes:

a) La asamblea de trabajadores se reunirá para el solo efecto de conocer de la expulsión.

b) Cuando se trate de sindicatos integrados por secciones, el procedimiento de expulsión se llevará a cabo ante la asamblea de la sección correspondiente, pero el acuerdo de expulsión deberá someterse a la decisión de los trabajadores de cada una de las secciones que integren el sindicato.

c) El trabajador afectado será oído en defensa, de conformidad con las disposiciones contenidas en los estatutos.

d) La asamblea conocerá de las pruebas que sirvan de base al procedimiento y de las que ofrezca el afectado.

e) Los trabajadores no podrán hacerse representar ni emitir su voto por escrito.

f) La expulsión deberá ser aprobada por mayoría de las dos terceras partes del total de los miembros del sindicato.

g) La expulsión sólo podrá decretarse por los casos expresamente consignados en los estatutos, debidamente comprobados y exactamente aplicables al caso;

VIII. Forma de convocar a asamblea, época de celebración de las ordinarias y quórum requerido para sesionar. En el caso de que la directiva no convoque oportunamente a las asambleas previstas en los estatutos, los trabajadores que representen el treinta y tres por ciento del total de los miembros del sindicato o de la sección, por lo menos, podrán solicitar de la directiva que convoque a la asamblea, y si no lo hace dentro de un término de diez días, podrán los solicitantes hacer la convocatoria, en cuyo caso, para que la asamblea pueda sesionar y adoptar resoluciones, se requiere que concurren las dos terceras partes del total de los miembros del sindicato o de la sección.

Las resoluciones deberán adoptarse por el cincuenta y uno por ciento del total de los miembros del sindicato o de la sección, por lo menos;

IX. Procedimiento para la elección de la directiva y número de sus miembros;

X. Período de duración de la directiva;

XI. Normas para la administración, adquisición y disposición de los bienes, patrimonio del sindicato;

XII. Forma de pago y monto de las cuotas sindicales;

XIII. Época de presentación de cuentas;

XIV. Normas para la liquidación del patrimonio sindical; y

XV. Las demás normas que apruebe la asamblea.

### Artículo 372

No podrán formar parte de la directiva de los sindicatos:

- I. Los trabajadores menores de dieciséis años; y
- II. Los extranjeros.

### Artículo 373

La directiva de los sindicatos debe rendir a la asamblea cada seis meses, por lo menos, cuenta completa y detallada de la administración del patrimonio sindical. Esta obligación no es dispensable.

### Artículo 374

Los sindicatos legalmente constituidos son personas morales y tienen capacidad para:

- I. Adquirir bienes muebles;
- II. Adquirir los bienes inmuebles destinados inmediata y directamente al objeto de su institución; y
- III. Defender ante todas las autoridades sus derechos y ejercitar las acciones correspondientes.

### Artículo 375

Los sindicatos representan a sus miembros en la defensa de los derechos individuales que les correspondan, sin perjuicio del derecho de los trabajadores para obrar o intervenir directamente, cesando entonces, a petición del trabajador, la intervención del sindicato.

### Artículo 376

La representación del sindicato se ejercerá por su secretario general o por la persona que designe su directiva, salvo disposición especial de los estatutos.

Los miembros de la directiva que sean separados por el patrón o que se separen por causa imputable a éste, continuarán ejerciendo sus funciones salvo lo que dispongan los estatutos.

### Artículo 377

Son obligaciones de los sindicatos:

- I. Proporcionar los informes que les soliciten las autoridades del trabajo, siempre que se refieran exclusivamente a su actuación como sindicatos;
- II. Comunicar a la autoridad ante la que estén registrados, dentro de un término de diez días, los cambios de su directiva y las modificaciones de los estatutos, acompañando por duplicado copia autorizada de las actas respectivas; y
- III. Informar a la misma autoridad cada tres meses, por lo menos, de las altas y bajas de sus miembros.

### Artículo 378

Queda prohibido a los sindicatos:

- I. Intervenir en asuntos religiosos; y
- II. Ejercer la profesión de comerciantes con ánimo de lucro.

### Artículo 379

Los sindicatos se disolverán:

- I. Por el voto de las dos terceras partes de los miembros que los integren; y
- II. Por transcurrir el término fijado en los estatutos.

### **Artículo 380**

En caso de disolución del sindicato, el activo se aplicará en la forma que determinen sus estatutos. A falta de disposición expresa, pasará a la federación o confederación a que pertenezca y si no existen, al Instituto Mexicano del Seguro Social.

### **Artículo 381**

Los sindicatos pueden formar federaciones y confederaciones, las que se registrarán por las disposiciones de este capítulo, en lo que sean aplicables.

### **Artículo 382**

Los miembros de las federaciones o confederaciones podrán retirarse de ellas, en cualquier tiempo, aunque exista pacto en contrario.

### **Artículo 383**

Los estatutos de las federaciones y confederaciones, independientemente de los requisitos aplicables del artículo 371, contendrán:

- I. Denominación y domicilio y los de sus miembros constituyentes;
- II. Condiciones de adhesión de nuevos miembros; y
- III. Forma en que sus miembros estarán representados en la directiva y en las asambleas.

### **Artículo 384**

Las federaciones y confederaciones deben registrarse ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

Es aplicable a las federaciones y confederaciones lo dispuesto en el párrafo final del artículo 366.

### **Artículo 385**

Para los efectos del artículo anterior, las federaciones y confederaciones remitirán por duplicado:

- I. Copia autorizada del acta de la asamblea constitutiva;
- II. Una lista con la denominación y domicilio de sus miembros;
- III. Copia autorizada de los estatutos; y
- IV. Copia autorizada del acta de la asamblea en que se haya elegido la directiva.

La documentación se autorizará de conformidad con lo dispuesto en el párrafo final del artículo 365.

## **CAPITULO III**

### **Contrato colectivo de trabajo**

### **Artículo 386**

Contrato colectivo de trabajo es el convenio celebrado entre uno o varios sindicatos de trabajadores y uno o varios patrones, o uno o varios sindicatos de patrones, con objeto de establecer las condiciones según las cuales debe prestarse el trabajo en una o más empresas o establecimientos.

### **Artículo 387**

El patrón que emplee trabajadores miembros de un sindicato tendrá obligación de celebrar con éste, cuando lo solicite, un contrato colectivo.

Si el patrón se niega a firmar el contrato, podrán los trabajadores ejercitar el derecho de huelga consignado en el artículo 450.

### **Artículo 388**

Si dentro de la misma empresa existen varios sindicatos, se observarán las normas siguientes:

I. Si concurren sindicatos de empresa o industriales o unos y otros, el contrato colectivo se celebrará con el que tenga mayor número de trabajadores dentro de la empresa;

II. Si concurren sindicatos gremiales, el contrato colectivo se celebrará con el conjunto de los sindicatos mayoritarios que representen a las profesiones, siempre que se pongan de acuerdo. En caso contrario, cada sindicato celebrará un contrato colectivo para su profesión; y

III. Si concurren sindicatos gremiales y de empresa o de industria, podrán los primeros celebrar un contrato colectivo para su profesión, siempre que el número de sus afiliados sea mayor que el de los trabajadores de la misma profesión que formen parte del sindicato de empresa o de industria.

### **Artículo 389**

La pérdida de la mayoría a que se refiere el artículo anterior, declarada por la Junta de Conciliación y Arbitraje, produce la de la titularidad del contrato colectivo de trabajo.

### **Artículo 390**

El contrato colectivo de trabajo deberá celebrarse por escrito, bajo pena de nulidad. Se hará por triplicado, entregándose un ejemplar a cada una de las partes y se depositará el otro tanto en la Junta de Conciliación y Arbitraje o en la Junta Federal o Local de Conciliación, la que después de anotar la fecha y hora de presentación del documento lo remitirá a la Junta Federal o Local de Conciliación y Arbitraje.

El contrato surtirá efectos desde la fecha y hora de presentación del documento, salvo que las partes hubiesen convenido en una fecha distinta.

### **Artículo 391**

El contrato colectivo contendrá:

I. Los nombres y domicilios de los contratantes;

II. Las empresas y establecimientos que abarque;

III. Su duración o la expresión de ser por tiempo indeterminado o para obra determinada;

IV. Las jornadas de trabajo;

V. Los días de descanso y vacaciones;

VI. El monto de los salarios;

VII. Las cláusulas relativas a la capacitación o adiestramiento de los trabajadores en la empresa o establecimientos que comprenda;

VIII. Disposiciones sobre la capacitación o adiestramiento inicial que se deba impartir a quienes vayan a ingresar a laborar a la empresa o establecimiento;

IX. Las bases sobre la integración y funcionamiento de las Comisiones que deban integrarse de acuerdo con esta Ley; y,

X. Las demás estipulaciones que convengan las partes.

### **Artículo 392**

En los contratos colectivos podrá establecerse la organización de comisiones mixtas para el cumplimiento de determinadas funciones sociales y económicas. Sus resoluciones serán ejecutadas por las Juntas de Conciliación y Arbitraje, en los casos en que las partes las declaren obligatorias.

### **Artículo 393**

No producirá efectos de contrato colectivo el convenio al que falte la determinación de los salarios. Si faltan las estipulaciones sobre jornada de trabajo, días de descanso y vacaciones, se aplicarán las disposiciones legales.

### **Artículo 394**

El contrato colectivo no podrá concertarse en condiciones menos favorables para los trabajadores que las contenidas en contratos vigentes en la empresa o establecimiento.

### **Artículo 395**

En el contrato colectivo, podrá establecerse que el patrón admitirá exclusivamente como trabajadores a quienes sean miembros del sindicato contratante. Esta cláusula y cualesquiera otras que establezcan privilegios en su favor, no podrán aplicarse en perjuicio de los trabajadores que no formen parte del sindicato y que ya presten sus servicios en la empresa o establecimiento con anterioridad a la fecha en que el sindicato solicite la celebración o revisión del contrato colectivo y la inclusión en él de la cláusula de exclusión.

Podrá también establecerse que el patrón separará del trabajo a los miembros que renuncien o sean expulsados del sindicato contratante.

### **Artículo 396**

Las estipulaciones del contrato colectivo se extienden a todas las personas que trabajen en la empresa o establecimiento, aunque no sean miembros del sindicato que lo haya celebrado, con la limitación consignada en el artículo 184.

### **Artículo 397**

El contrato colectivo por tiempo determinado o indeterminado, o para obra determinada, será revisable total o parcialmente, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 399.

### **Artículo 398**

En la revisión del contrato colectivo se observarán las normas siguientes:

- I. Si se celebró por un solo sindicato de trabajadores o por un solo patrón, cualquiera de las partes podrá solicitar su revisión;
- II. Si se celebró por varios sindicatos de trabajadores, la revisión se hará siempre que los solicitantes representen el cincuenta y uno por ciento de la totalidad de los miembros de los sindicatos, por lo menos; y
- III. Si se celebró por varios patrones, la revisión se hará siempre que los solicitantes tengan el cincuenta y uno por ciento de la totalidad de los trabajadores afectados por el contrato, por lo menos.

### **Artículo 399**

La solicitud de revisión deberá hacerse, por lo menos, sesenta días antes:

- I. Del vencimiento del contrato colectivo por tiempo determinado, si éste no es mayor de dos años;
- II. Del transcurso de dos años, si el contrato por tiempo determinado tiene una duración mayor; y
- III. Del transcurso de dos años, en los casos de contrato por tiempo indeterminado o por obra determinada.

Para el cómputo de este término se atenderá a lo establecido en el contrato y, en su defecto, a la fecha del depósito.

### **Artículo 399 Bis**

Sin perjuicio de lo que establece el Artículo 399, los contratos colectivos serán revisables cada año en lo que se refiere a los salarios en efectivo por cuota diaria.

La solicitud de esta revisión deberá hacerse por lo menos treinta días antes del cumplimiento de un año transcurrido desde la celebración, revisión o prórroga del contrato colectivo.

### **Artículo 400**

Si ninguna de las partes solicitó la revisión en los términos del artículo 399 o no se ejercitó el derecho de huelga, el contrato colectivo se prorrogará por un período igual al de su duración o continuará por tiempo indeterminado.

### **Artículo 401**

El contrato colectivo de trabajo termina:

- I. Por mutuo consentimiento;

II. Por terminación de la obra; y

III. En los casos del capítulo VIII de este Título, por cierre de la empresa o establecimiento, siempre que en este último caso, el contrato colectivo se aplique exclusivamente en el establecimiento.

#### Artículo 402

Si firmado un contrato colectivo, un patrón se separa del sindicato que lo celebró, el contrato registrará, no obstante, las relaciones de aquel patrón con el sindicato o sindicatos de sus trabajadores.

#### Artículo 403

En los casos de disolución del sindicato de trabajadores titular del contrato colectivo o de terminación de éste, las condiciones de trabajo continuarán vigentes en la empresa o establecimiento.

## **CAPITULO IV**

### **Contrato Ley**

#### Artículo 404

Contrato-ley es el convenio celebrado entre uno o varios sindicatos de trabajadores y varios patrones, o uno o varios sindicatos de patrones, con objeto de establecer las condiciones según las cuales debe prestarse el trabajo en un rama determinada de la industria, y declarado obligatorio en una o varias Entidades Federativas, en una o varias zonas económicas que abarquen una o más de dichas Entidades, o en todo el territorio nacional.

#### Artículo 405

Los contratos-ley pueden celebrarse para industrias de jurisdicción federal o local.

#### Artículo 406

Pueden solicitar la celebración de un contrato-ley los sindicatos que representen las dos terceras partes de los trabajadores sindicalizados, por lo menos, de una rama de la industria en una o varias Entidades Federativas, en una o más zonas económicas, que abarque una o más de dichas Entidades o en todo el territorio nacional.

#### Artículo 407

La solicitud se presentará a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, si se refiere a dos o más Entidades Federativas o a industrias de jurisdicción federal, o al Gobernador del Estado o Territorio o Jefe del Departamento del Distrito Federal, si se trata de industrias de jurisdicción local.

#### Artículo 408

Los solicitantes justificarán que satisfacen el requisito de mayoría mencionado en el artículo 406.

#### Artículo 409

La Secretaría del Trabajo y Previsión Social, el Gobernador del Estado o Territorio o el Jefe del Departamento del Distrito Federal, después de verificar el requisito de mayoría, si a su juicio es oportuna y benéfica para la industria la celebración del contrato-ley, convocará a una convención a los sindicatos de trabajadores y a los patrones que puedan resultar afectados.

#### Artículo 410

La convocatoria se publicará en el Diario Oficial de la Federación o en el periódico oficial de la Entidad Federativa y en los periódicos o por los medios que se juzguen adecuados y señalará el lugar donde haya de celebrarse la convención y la fecha y hora de la reunión inaugural. La fecha de la reunión será señalada dentro de un plazo no menor de treinta días.

#### Artículo 411

La convención será presidida por el Secretario del Trabajo y Previsión Social, o por el Gobernador del Estado o Territorio o por el Jefe del Departamento del Distrito Federal, o por el representante que al efecto designen.

La convención formulará su reglamento e integrará las comisiones que juzgue conveniente.

#### Artículo 412

El contrato-ley contendrá:

- I. Los nombres y domicilios de los sindicatos de trabajadores y de los patrones que concurren a la convención;
- II. La Entidad o Entidades Federativas, la zona o zonas que abarque o la expresión de regir en todo el territorio nacional;
- III. Su duración, que no podrá exceder de dos años;
- IV. Las condiciones de trabajo señaladas en el artículo 391, fracciones IV, V, VI y IX;
- V. Las reglas conforme a las cuales se formularán los planes y programas para la implantación de la capacitación y el adiestramiento en la rama de la industria de que se trate; y,
- VI. Las demás estipulaciones que convengan las partes.

### **Artículo 413**

En el contrato-ley podrán establecerse las cláusulas a que se refiere el artículo 395. Su aplicación corresponderá al sindicato administrador del contrato-ley en cada empresa.

### **Artículo 414**

El convenio deberá ser aprobado por la mayoría de los trabajadores a que se refiere el artículo 406 y por la mayoría de los patrones que tengan a su servicio la misma mayoría de trabajadores.

Aprobado el convenio en los términos del párrafo anterior, el Presidente de la República o el Gobernador del Estado o Territorio, lo publicarán en el Diario Oficial de la Federación o en el periódico oficial de la Entidad Federativa, declarándolo contrato-ley en la rama de la industria considerada, para todas las empresas o establecimientos que existan o se establezcan en el futuro en la Entidad o Entidades Federativas, en la zona o zonas que abarque o en todo el territorio nacional.

### **Artículo 415**

Si el contrato colectivo ha sido celebrado por una mayoría de dos terceras partes de los trabajadores sindicalizados de determinada rama de la industria, en una o varias Entidades Federativas, en una o varias zonas económicas, o en todo el territorio nacional, podrá ser elevado a la categoría de contrato-ley, previo cumplimiento de los requisitos siguientes:

- I. La solicitud deberá presentarse por los sindicatos de trabajadores o por los patrones ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, el Gobernador del Estado o Territorio o el Jefe del Departamento del Distrito Federal, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 407;
- II. Los sindicatos de trabajadores y los patrones comprobarán que satisfacen el requisito de mayoría señalado en el artículo 406;
- III. Los peticionarios acompañarán a su solicitud copia del contrato y señalarán la autoridad ante la que esté depositado;
- IV. La autoridad que reciba la solicitud, después de verificar el requisito de mayoría, ordenará su publicación en el Diario Oficial de la Federación o en el periódico oficial de la Entidad Federativa, y señalará un término no menor de quince días para que se formulen oposiciones;
- V. Si no se formula oposición dentro del término señalado en la convocatoria, el Presidente de la República o el Gobernador del Estado o Territorio, declarará obligatorio el contrato-ley, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 414; y
- VI. Si dentro del plazo señalado en la convocatoria se formula oposición, se observarán las normas siguientes:
  - a) Los trabajadores y los patrones dispondrán de un término de quince días para presentar por escrito sus observaciones, acompañadas de las pruebas que las justifiquen.
  - b) El Presidente de la República o el Gobernador del Estado o Territorio, tomando en consideración los datos del expediente, podrá declarar la obligatoriedad del contrato-ley.

### **Artículo 416**

El contrato-ley producirá efectos a partir de la fecha de su publicación en el Diario Oficial de la Federación, o en el periódico oficial de la Entidad Federativa, salvo que la convención señale una fecha distinta.

### **Artículo 417**

El contrato-ley se aplicará no obstante cualquier disposición en contrario contenida en el contrato colectivo que la empresa tenga celebrado, salvo en aquellos puntos en que estas estipulaciones sean más favorables al trabajador.

### **Artículo 418**

En cada empresa, la administración del contrato-ley corresponderá al sindicato que represente dentro de ella el mayor número de trabajadores. La pérdida de la mayoría declarada por la Junta de Conciliación y Arbitraje produce la de la administración.

### **Artículo 419**

En la revisión del contrato-ley se observarán las normas siguientes:

I. Podrán solicitar la revisión los sindicatos de trabajadores o los patrones que representen las mayorías señaladas en el artículo 406;

II. La solicitud se presentará a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, al Gobernador del Estado o Territorio o al Jefe del Departamento del Distrito Federal, noventa días antes del vencimiento del contrato-ley, por lo menos;

III. La autoridad que reciba la solicitud, después de verificar el requisito de mayoría, convocará a los sindicatos de trabajadores y a los patrones afectados a una convención, que se regirá por lo dispuesto en el artículo 411; y

IV. Si los sindicatos de trabajadores y los patrones llegan a un convenio, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, el Gobernador del Estado o Territorio o el Jefe del Departamento del Distrito Federal, ordenará su publicación en el Diario Oficial de la Federación o en el periódico oficial de la Entidad Federativa. Las reformas surtirán efectos a partir del día de su publicación, salvo que la convención señale una fecha distinta.

### **Artículo 419 Bis**

Los contratos-ley serán revisables cada año en lo que se refiere a los salarios en efectivo por cuota diaria.

La solicitud de esta revisión deberá hacerse por lo menos sesenta días antes del cumplimiento de un año transcurrido desde la fecha en que surta efectos la celebración, revisión o prórroga del contrato-ley.

### **Artículo 420**

Si ninguna de las partes solicitó la revisión o no se ejerció el derecho de huelga, el contrato-ley se prorrogará por un período igual al que se hubiese fijado para su duración.

### **Artículo 421**

El contrato-ley terminará:

I. Por mutuo consentimiento de las partes que representen la mayoría a que se refiere el artículo 406; y

II. Si al concluir el procedimiento de revisión, los sindicatos de trabajadores y los patrones no llegan a un convenio, salvo que aquéllos ejerciten el derecho de huelga.

## **CAPITULO V**

### **Reglamento interior de trabajo**

### **Artículo 422**

Reglamento interior de trabajo es el conjunto de disposiciones obligatorias para trabajadores y patrones en el desarrollo de los trabajos en una empresa o establecimiento.

No son materia del reglamento las normas de orden técnico y administrativo que formulen directamente las empresas para la ejecución de los trabajos.

### Artículo 423

El reglamento contendrá:

- I. Horas de entrada y salida de los trabajadores, tiempo destinado para las comidas y períodos de reposo durante la jornada;
- II. Lugar y momento en que deben comenzar y terminar las jornadas de trabajo;
- III. Días y horas fijados para hacer la limpieza de los establecimientos, maquinaria, aparatos y útiles de trabajo;
- IV. Días y lugares de pago;
- V. Normas para el uso de los asientos o sillas a que se refiere el artículo 132, fracción V;
- VI. Normas para prevenir los riesgos de trabajo e instrucciones para prestar los primeros auxilios;
- VII. Labores insalubres y peligrosas que no deben desempeñar los menores y la protección que deben tener las trabajadoras embarazadas;
- VIII. Tiempo y forma en que los trabajadores deben someterse a los exámenes médicos, previos o periódicos, y a las medidas profilácticas que dicten las autoridades;
- IX. Permisos y licencias;
- X. Disposiciones disciplinarias y procedimientos para su aplicación. La suspensión en el trabajo, como medida disciplinaria, no podrá exceder de ocho días. El trabajador tendrá derecho a ser oído antes de que se aplique la sanción; y
- XI. Las demás normas necesarias y convenientes de acuerdo con la naturaleza de cada empresa o establecimiento, para conseguir la mayor seguridad y regularidad en el desarrollo del trabajo.

### Artículo 424

En la formación del reglamento se observarán las normas siguientes:

- I. Se formulará por una comisión mixta de representantes de los trabajadores y del patrón;
- II. Si las partes se ponen de acuerdo, cualquiera de ellas, dentro de los ocho días siguientes a su firma, lo depositará ante la Junta de Conciliación y Arbitraje;
- III. No producirán ningún efecto legal las disposiciones contrarias a esta Ley, a sus reglamentos, y a los contratos colectivos y contratos-ley; y
- IV. Los trabajadores o el patrón, en cualquier tiempo, podrán solicitar de la Junta se subsanen las omisiones del reglamento o se revisen sus disposiciones contrarias a esta Ley y demás normas de trabajo.

### Artículo 425

El reglamento surtirá efectos a partir de la fecha de su depósito. Deberá imprimirse y repartirse entre los trabajadores y se fijará en los lugares más visibles del establecimiento.

## **CAPITULO VI**

### **Modificación colectiva de las condiciones de trabajo**

### Artículo 426

Los sindicatos de trabajadores o los patrones podrán solicitar de las Juntas de Conciliación y Arbitraje la modificación de las condiciones de trabajo contenidas en los contratos colectivos o en los contratos-ley:

- I. Cuando existan circunstancias económicas que la justifiquen; y
- II. Cuando el aumento del costo de la vida origine un desequilibrio entre el capital y el trabajo.

La solicitud se ajustará a lo dispuesto en los artículos 398 y 419, fracción I, y se tramitará de conformidad con las disposiciones para conflictos colectivos de naturaleza económica.

## **CAPITULO VII**

### **Suspensión colectiva de las relaciones de trabajo**

#### **Artículo 427**

Son causas de suspensión temporal de las relaciones de trabajo en una empresa o establecimiento:

I. La fuerza mayor o el caso fortuito no imputable al patrón, o su incapacidad física o mental o su muerte, que produzca como consecuencia necesaria, inmediata y directa, la suspensión de los trabajos;

II. La falta de materia prima, no imputable al patrón;

III. El exceso de producción con relación a sus condiciones económicas y a las circunstancias del mercado;

IV. La incosteabilidad, de naturaleza temporal, notoria y manifiesta de la explotación;

V. La falta de fondos y la imposibilidad de obtenerlos para la prosecución normal de los trabajos, si se comprueba plenamente por el patrón; y

VI. La falta de administración por parte del Estado de las cantidades que se haya obligado a entregar a las empresas con las que hubiese contratado trabajos o servicios, siempre que aquéllas sean indispensables.

#### **Artículo 428**

La suspensión puede afectar a toda una empresa o establecimiento o a parte de ellos. Se tomará en cuenta el escalafón de los trabajadores a efecto de que sean suspendidos los de menor antigüedad.

#### **Artículo 429**

En los casos señalados en el artículo 427, se observarán las normas siguientes:

I. Si se trata de la fracción I, el patrón o su representante, dará aviso de la suspensión a la Junta de Conciliación y Arbitraje, para que está, previo el procedimiento consignado en el artículo 782 y siguientes, la apruebe o desapruere;

II. Si se trata de las fracciones III a V, el patrón, previamente a la suspensión, deberá obtener la autorización de la Junta de Conciliación y Arbitraje, de conformidad con las disposiciones para conflictos colectivos de naturaleza económica; y

III. Si se trata de las fracciones II y VI, el patrón, previamente a la suspensión, deberá obtener la autorización de la Junta de Conciliación y Arbitraje, de conformidad con las disposiciones contenidas en el artículo 782 y siguientes.

#### **Artículo 430**

La Junta de Conciliación y Arbitraje, al sancionar o autorizar la suspensión, fijará la indemnización que deba pagarse a los trabajadores, tomando en consideración, entre otras circunstancias, el tiempo probable de suspensión de los trabajos y la posibilidad de que encuentren nueva ocupación, sin que pueda exceder del importe de un mes de salario.

#### **Artículo 431**

El sindicato y los trabajadores podrán solicitar cada seis meses de la Junta de Conciliación y Arbitraje que verifique si subsisten las causas que originaron la suspensión. Si la junta resuelve que no subsisten, fijará un término no mayor de treinta días, para la reanudación de los trabajos. Si el patrón no los reanuda, los trabajadores tendrán derecho a la indemnización señalada en el artículo 50.

#### **Artículo 432**

El patrón deberá anunciar con toda oportunidad la fecha de reanudación de los trabajos. Dará aviso al sindicato, y llamará por los medios que sean adecuados, a juicio de la Junta de Conciliación y Arbitraje, a los trabajadores que prestaban sus servicios en la empresa cuando la suspensión fue decretada, y estará obligado a reponerlos en los puestos que ocupaban con anterioridad, siempre que se presenten dentro del plazo que fije el mismo patrón, que no

podrá ser menor de treinta días, contado desde la fecha del último llamamiento.

Si el patrón no cumple las obligaciones consignadas en el párrafo anterior, los trabajadores podrán ejercitar las acciones a que se refiere el artículo 48.

## **CAPITULO VIII**

### **Terminación colectiva de las relaciones de trabajo**

#### **Artículo 433**

La terminación de las relaciones de trabajo como consecuencia del cierre de las empresas o establecimientos o de la reducción definitiva de sus trabajos, se sujetará a las disposiciones de los artículos siguientes.

#### **Artículo 434**

Son causas de terminación de las relaciones de trabajo:

I. La fuerza mayor o el caso fortuito no imputable al patrón, o su incapacidad física o mental o su muerte, que produzca como consecuencia necesaria, inmediata y directa, la terminación de los trabajos;

II. La incosteabilidad notoria y manifiesta de la explotación;

III. El agotamiento de la materia objeto de una industria extractiva;

IV. Los casos del artículo 38; y

V. El concurso o la quiebra legalmente declarado, si la autoridad competente o los acreedores resuelven el cierre definitivo de la empresa o la reducción definitiva de sus trabajos.

#### **Artículo 435**

En los casos señalados en el artículo anterior, se observarán las normas siguientes:

I. Si se trata de las fracciones I y V, se dará aviso de la terminación a la Junta de Conciliación y Arbitraje, para que ésta, previo el procedimiento consignado en el artículo 782 y siguientes, la apruebe o desapruebe;

II. Si se trata de la fracción III, el patrón, previamente a la terminación, deberá obtener la autorización de la Junta de Conciliación y Arbitraje, de conformidad con las disposiciones contenidas en el artículo 782 y siguientes; y

III. Si se trata de la fracción II, el patrón, previamente a la terminación, deberá obtener la autorización de la Junta de Conciliación y Arbitraje, de conformidad con las disposiciones para conflictos colectivos de naturaleza económica.

#### **Artículo 436**

En los casos de terminación de los trabajos señalados en el artículo 434, salvo el de la fracción IV, los trabajadores tendrán derecho a una indemnización de tres meses de salario, y a recibir la prima de antigüedad a que se refiere el artículo 162.

#### **Artículo 437**

Cuando se trate de reducción de los trabajos en una empresa o establecimiento, se tomará en consideración el escalafón de los trabajadores, a efecto de que sean reajustados los de menor antigüedad.

#### **Artículo 438**

Si el patrón reanuda las actividades de su empresa o crea una semejante, tendrá las obligaciones señaladas en el artículo 154.

Lo dispuesto en el párrafo anterior es aplicable, en el caso de que se reanuden los trabajos de la empresa declarada en estado de concurso o quiebra.

#### **Artículo 439**

Cuando se trate de la implantación de maquinaria o de procedimientos de trabajo nuevos, que traiga como consecuencia la reducción de personal, a falta de convenio, el patrón deberá obtener la autorización de la Junta de Conciliación y Arbitraje, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 782 y siguientes. Los trabajadores

reajustados tendrán derecho a una indemnización de cuatro meses de salario, más veinte días por cada año de servicios prestados o la cantidad estipulada en los contratos de trabajo si fuese mayor y a la prima de antigüedad a que se refiere el artículo 162.

## TITULO OCTAVO

### Huelgas

#### CAPITULO I

#### Disposiciones generales

##### Artículo 440

Huelga es la suspensión temporal del trabajo llevada a cabo por una coalición de trabajadores.

##### Artículo 441

Para los efectos de este Título, los sindicatos de trabajadores son coaliciones permanentes.

##### Artículo 442

La huelga puede abarcar a una empresa o a uno o varios de sus establecimientos.

##### Artículo 443

La huelga debe limitarse al mero acto de la suspensión del trabajo.

##### Artículo 444

Huelga legalmente existente es la que satisface los requisitos y persigue los objetivos señalados en el artículo 450.

##### Artículo 445

La huelga es ilícita:

- I. Cuando la mayoría de los huelguistas ejecuten actos violentos contra las personas o las propiedades; y
- II. En caso de guerra, cuando los trabajadores pertenezcan a establecimientos o servicios que dependan del Gobierno.

##### Artículo 446

Huelga justificada es aquella cuyos motivos son imputables al patrón.

##### Artículo 447

La huelga es causa legal de suspensión de los efectos de las relaciones de trabajo por todo el tiempo que dure.

##### Artículo 448

El ejercicio del derecho de huelga suspende la tramitación de los conflictos colectivos de naturaleza económica pendientes ante la Junta de Conciliación y Arbitraje, y la de las solicitudes que se presenten, salvo que los trabajadores sometan el conflicto a la decisión de la Junta.

No es aplicable lo dispuesto en el párrafo anterior cuando la huelga tenga por objeto el señalado en el artículo 450, fracción VI.

##### Artículo 449

La Junta de Conciliación y Arbitraje y las autoridades civiles correspondientes deberán hacer respetar el derecho de huelga, dando a los trabajadores las garantías necesarias y prestándoles el auxilio que soliciten para suspender el trabajo.

#### CAPITULO II

#### Objetivos y procedimientos de huelga

##### Artículo 450

La huelga deberá tener por objeto:

- I. Conseguir el equilibrio entre los diversos factores de la producción, armonizando los derechos del trabajo con los del capital;
- II. Obtener del patrón o patronos la celebración del contrato colectivo de trabajo y exigir su revisión al terminar el período de su vigencia, de conformidad con lo dispuesto en el Capítulo III del Título Séptimo;
- III. Obtener de los patronos la celebración del contrato-ley y exigir su revisión al terminar el período de su vigencia, de conformidad con lo dispuesto en el Capítulo IV del Título Séptimo;
- IV. Exigir el cumplimiento del contrato colectivo de trabajo o del contrato-ley en las empresas o establecimientos en que hubiese sido violado;
- V. Exigir el cumplimiento de las disposiciones legales sobre participación de utilidades;
- VI. Apoyar una huelga que tenga por objeto alguno de los enumerados en las fracciones anteriores; y
- VII. Exigir la revisión de los salarios contractuales a que se refieren los artículo 399 bis y 419 bis.

#### **Artículo 451**

Para suspender los trabajos se requiere:

- I. Que la huelga tenga por objeto alguno o algunos de los que señala el artículo anterior;
- II. Que la suspensión se realice por la mayoría de los trabajadores de la empresa o establecimiento. La determinación de la mayoría a que se refiere esta fracción, sólo podrá promoverse como causa para solicitar la declaración de inexistencia de la huelga, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 460, y en ningún caso como cuestión previa a la suspensión de los trabajos; y
- III. Que se cumplan previamente los requisitos señalados en el artículo siguiente:

#### **Artículo 452**

(Se deroga).

#### **Artículo 453**

(Se deroga).

#### **Artículo 454**

(Se deroga).

#### **Artículo 455**

(Se deroga).

#### **Artículo 456**

(Se deroga).

#### **Artículo 457**

(Se deroga).

#### **Artículo 458**

(Se deroga).

#### **Artículo 459**

La huelga es legalmente inexistente si:

- I. La suspensión del trabajo se realiza por un número de trabajadores menor al fijado en el artículo 451, fracción II;
- II. No ha tenido por objeto alguno de los establecidos en el artículo 450; y

III. No se cumplieron los requisitos señalados en el artículo 452.

No podrá declararse la inexistencia de una huelga por causas distintas a las señaladas en las fracciones anteriores.

**Artículo 460**

(Se deroga).

**Artículo 461**

(Se deroga).

**Artículo 462**

(Se deroga).

**Artículo 463**

(Se deroga).

**Artículo 464**

(Se deroga).

**Artículo 465**

(Se deroga).

**Artículo 466**

Los trabajadores huelguistas deberán continuar prestando los siguientes servicios:

I. Los buques, aeronaves, trenes, autobuses y demás vehículos de transporte que se encuentren en ruta, deberán conducirse a su punto de destino; y

II. En los hospitales, sanatorios, clínicas y demás establecimientos análogos, continuará la atención de los pacientes recluidos al momento de suspenderse el trabajo, hasta que puedan ser trasladados a otro establecimiento.

**Artículo 467**

(Se deroga).

**Artículo 468**

(Se deroga).

**Artículo 469**

La huelga terminará:

I. Por acuerdo entre los trabajadores huelguistas y los patrones;

II. Si el patrón se allana, en cualquier tiempo, a las peticiones contenidas en el escrito de emplazamiento de huelga y cubre los salarios que hubiesen dejado de percibir los trabajadores;

III. Por laudo arbitral de la persona o comisión que libremente elijan las partes; y

IV. Por laudo de la Junta de Conciliación y Arbitraje si los trabajadores huelguistas someten el conflicto a su decisión.

**Artículo 470**

(Se deroga).

**Artículo 471**

(Se deroga).

## TITULO NOVENO

## Riesgos de Trabajo

### Artículo 472

Las disposiciones de este Título se aplican a todas las relaciones de trabajo, incluidos los trabajos especiales, con la limitación consignada en el artículo 352.

### Artículo 473

Riesgos de trabajos son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo.

### Artículo 474

Accidente de trabajo es toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, o la muerte, producida repentinamente en ejercicio, o con motivo del trabajo, cualesquiera que sean el lugar y el tiempo en que se preste.

Quedan incluidos en la definición anterior los accidentes que se produzcan al trasladarse el trabajador directamente de su domicilio al lugar del trabajo y de éste a aquél.

### Artículo 475

Enfermedad de trabajo es todo estado patológico derivado de la acción continuada de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo o en el medio en que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios.

### Artículo 476

Serán consideradas en todo caso enfermedades de trabajo las consignadas en la tabla del artículo 513.

### Artículo 477

Cuando los riesgos se realizan pueden producir:

- I. Incapacidad temporal;
- II. Incapacidad permanente parcial;
- III. Incapacidad permanente total; y
- IV. La muerte.

### Artículo 478

Incapacidad temporal es la pérdida de facultades o aptitudes que imposibilita parcial o totalmente a una persona para desempeñar su trabajo por algún tiempo.

### Artículo 479

Incapacidad permanente parcial es la disminución de las facultades o aptitudes de una persona para trabajar.

### Artículo 480

Incapacidad permanente total es la pérdida de facultades o aptitudes de una persona que la imposibilita para desempeñar cualquier trabajo por el resto de su vida.

### Artículo 481

La existencia de estados anteriores tales como idiosincrasias, taras, discrasias, intoxicaciones, o enfermedades crónicas, no es causa para disminuir el grado de la incapacidad, ni las prestaciones que correspondan al trabajador.

### Artículo 482

Las consecuencias posteriores de los riesgos de trabajo se tomarán en consideración para determinar el grado de la incapacidad.

### Artículo 483

Las indemnizaciones por riesgos de trabajo que produzcan incapacidades, se pagarán directamente al trabajador.

En los casos de incapacidad mental, comprobados ante la Junta, la indemnización se pagará a la persona o personas,

de las señaladas en el artículo 501, a cuyo cuidado quede; en los casos de muerte del trabajador, se observará lo dispuesto en el artículo 115.

#### **Artículo 484**

Para determinar las indemnizaciones a que se refiere este Título, se tomará como base el salario diario que perciba el trabajador al ocurrir el riesgo y los aumentos posteriores que correspondan al empleo que desempeñaba, hasta que se determine el grado de la incapacidad, el de la fecha en que se produzca la muerte o el que percibía al momento de su separación de la empresa.

#### **Artículo 485**

La cantidad que se tome como base para el pago de las indemnizaciones no podrá ser inferior al salario mínimo.

#### **Artículo 486**

Para determinar las indemnizaciones a que se refiere este título, si el salario que percibe el trabajador excede del doble del salario mínimo del área geográfica de aplicación a que corresponda el lugar de prestación del trabajo, se considerará esa cantidad como salario máximo. Si el trabajo se presta en lugares de diferentes áreas geográficas de aplicación, el salario máximo será el doble del promedio de los salarios mínimos respectivos.

#### **Artículo 487**

Los trabajadores que sufran un riesgo de trabajo tendrán derecho a:

- I. Asistencia médica y quirúrgica;
- II. Rehabilitación;
- III. Hospitalización, cuando el caso lo requiera;
- IV. Medicamentos y material de curación;
- V. Los aparatos de prótesis y ortopedia necesarios; y
- VI. La indemnización fijada en el presente Título.

#### **Artículo 488**

El patrón queda exceptuado de las obligaciones que determina el artículo anterior, en los casos y con las modalidades siguientes:

- I. Si el accidente ocurre encontrándose el trabajador en estado de embriaguez;
- II. Si el accidente ocurre encontrándose el trabajador bajo la acción de algún narcótico o droga enervante, salvo que exista prescripción médica y que el trabajador hubiese puesto el hecho en conocimiento del patrón y le hubiese presentado la prescripción suscrita por el médico;
- III. Si el trabajador se ocasiona intencionalmente una lesión por sí solo o de acuerdo con otra persona; y
- IV. Si la incapacidad es el resultado de alguna riña o intento de suicidio.

El patrón queda en todo caso obligado a prestar los primeros auxilios y a cuidar del traslado del trabajador a su domicilio o a un centro médico.

#### **Artículo 489**

No libera al patrón de responsabilidad:

- I. Que el trabajador explícita o implícitamente hubiese asumido los riesgos de trabajo;
- II. Que el accidente ocurra por torpeza o negligencia del trabajador; y
- III. Que el accidente sea causado por imprudencia o negligencia de algún compañero de trabajo o de una tercera persona.

### Artículo 490

En los casos de falta inexcusable del patrón, la indemnización podrá aumentarse hasta en un veinticinco por ciento, a juicio de la Junta de Conciliación y Arbitraje. Hay falta inexcusable del patrón:

- I. Si no cumple las disposiciones legales y reglamentarias para la prevención de los riesgos de trabajo;
- II. Si habiéndose realizado accidentes anteriores, no adopta las medidas adecuadas para evitar su repetición;
- III. Si no adopta las medidas preventivas recomendadas por las comisiones creadas por los trabajadores y los patrones, o por las autoridades del Trabajo;
- IV. Si los trabajadores hacen notar al patrón el peligro que corren y éste no adopta las medidas adecuadas para evitarlo; y
- V. Si concurren circunstancias análogas, de la misma gravedad a las mencionadas en las fracciones anteriores.

### Artículo 491

Si el riesgo produce al trabajador una incapacidad temporal, la indemnización consistirá en el pago íntegro del salario que deje de percibir mientras subsista la imposibilidad de trabajar.

Este pago se hará desde el primer día de la incapacidad.

Si a los tres meses de iniciada una incapacidad no está el trabajador en aptitud de volver al trabajo, él mismo o el patrón podrá pedir, en vista de los certificados médicos respectivos, de los dictámenes que se rindan y de las pruebas conducentes, se resuelva si debe seguir sometido al mismo tratamiento médico y gozar de igual indemnización o procede declarar su incapacidad permanente con la indemnización a que tenga derecho. Estos exámenes podrán repetirse cada tres meses. El trabajador percibirá su salario hasta que se declare su incapacidad permanente y se determine la indemnización a que tenga derecho.

### Artículo 492

Si el riesgo produce al trabajador una incapacidad permanente parcial, la indemnización consistirá en el pago del tanto por ciento que fija la tabla de valuación de incapacidades, calculado sobre el importe que debería pagarse si la incapacidad hubiese sido permanente total. Se tomará el tanto por ciento que corresponda entre el máximo y el mínimo establecidos, tomando en consideración la edad del trabajador, la importancia de la incapacidad y la mayor o menor aptitud para ejercer actividades remuneradas, semejantes a su profesión u oficio. Se tomará asimismo en consideración si el patrón se ha preocupado por la reeducación profesional del trabajador.

### Artículo 493

Si la incapacidad parcial consiste en la pérdida absoluta de las facultades o aptitudes del trabajador para desempeñar su profesión, la Junta de Conciliación y Arbitraje podrá aumentar la indemnización hasta el monto de la que correspondería por incapacidad permanente total, tomando en consideración la importancia de la profesión y la posibilidad de desempeñar una de categoría similar, susceptible de producirle ingresos semejantes.

### Artículo 494

El patrón no estará obligado a pagar una cantidad mayor de la que corresponda a la incapacidad permanente total aunque se reúnan más de dos incapacidades.

### Artículo 495

Si el riesgo produce al trabajador una incapacidad permanente total, la indemnización consistirá en una cantidad equivalente al importe de mil noventa y cinco días de salario.

### Artículo 496

Las indemnizaciones que debe percibir el trabajador en los casos de incapacidad permanente parcial o total, le serán pagadas íntegras, sin que se haga deducción de los salarios que percibió durante el período de incapacidad temporal.

### Artículo 497

Dentro de los dos años siguientes al en que se hubiese fijado el grado de incapacidad, podrá el trabajador o el patrón solicitar la revisión del grado, si se comprueba una agravación o una atenuación posterior.

### Artículo 498

El patrón está obligado a reponer en su empleo al trabajador que sufrió un riesgo de trabajo, si está capacitado, siempre que se presente dentro del año siguiente a la fecha en que se determinó su incapacidad.

No es aplicable lo dispuesto en el párrafo anterior si el trabajador recibió la indemnización por incapacidad permanente total.

### Artículo 499

Si un trabajador víctima de un riesgo no puede desempeñar su trabajo, pero sí algún otro, el patrón estará obligado a proporcionárselo, de conformidad con las disposiciones del contrato colectivo de trabajo.

### Artículo 500

Cuando el riesgo traiga como consecuencia la muerte del trabajador, la indemnización comprenderá:

- I. Dos meses de salario por concepto de gastos funerarios; y
- II. El pago de la cantidad que fija el artículo 502.

### Artículo 501

Tendrán derecho a recibir indemnización en los casos de muerte:

I. La viuda, o el viudo que hubiese dependido económicamente de la trabajadora y que tenga una incapacidad de cincuenta por ciento o más, y los hijos menores de dieciséis años y los mayores de esta edad si tienen una incapacidad de cincuenta por ciento o más;

II. Los ascendientes concurrirán con las personas mencionadas en la fracción anterior, a menos que se pruebe que no dependían económicamente del trabajador;

III. A falta de cónyuge supérstite, concurrirá con las personas señaladas en las dos fracciones anteriores, la persona con quien el trabajador vivió como si fuera su cónyuge durante los cinco años que precedieron inmediatamente a su muerte, o con la que tuvo hijos, siempre que ambos hubieran permanecido libres de matrimonio durante el concubinato.

IV. A falta de cónyuge supérstite, hijos y ascendientes, las personas que dependían económicamente del trabajador concurrirán con la persona que reúna los requisitos señalados en la fracción anterior, en la proporción en que cada una dependía de él; y

V. A falta de las personas mencionadas en las fracciones anteriores, el Instituto Mexicano del Seguro Social.

### Artículo 502

En caso de muerte del trabajador, la indemnización que corresponda a las personas a que se refiere el artículo anterior será la cantidad equivalente al importe de setecientos treinta días de salario, sin deducir la indemnización que percibió el trabajador durante el tiempo en que estuvo sometido al régimen de incapacidad temporal.

### Artículo 503

Para el pago de la indemnización en los casos de muerte por riesgo de trabajo, se observarán las normas siguientes:

I. La Junta de Conciliación Permanente o el Inspector del Trabajo que reciba el aviso de la muerte, o la Junta de Conciliación y Arbitraje ante la que se reclame el pago de la indemnización, mandará practicar dentro de las veinticuatro horas siguientes una investigación encaminada a averiguar qué personas dependían económicamente del trabajador y ordenará se fije un aviso en lugar visible del establecimiento donde prestaba sus servicios, convocando a los beneficiarios para que comparezcan ante la Junta de Conciliación y Arbitraje, dentro de un término de treinta días, a ejercitar sus derechos;

II. Si la residencia del trabajador en el lugar de su muerte era menor de seis meses, se girará exhorto a la Junta de Conciliación Permanente, a la de Conciliación y Arbitraje o al Inspector del Trabajo del lugar de la última residencia, a fin de que se practique la investigación y se fije el aviso mencionado en la fracción anterior;

III. La Junta de Conciliación Permanente, la de Conciliación y Arbitraje o el Inspector del Trabajo,

independientemente del aviso a que se refiere la fracción I, podrá emplear los medios publicitarios que juzgue conveniente para convocar a los beneficiarios;

IV. La Junta de Conciliación Permanente, o el Inspector del Trabajo, concluida la investigación, remitirá el expediente a la Junta de Conciliación y Arbitraje;

V. Satisfechos los requisitos señalados en las fracciones que anteceden y comprobada la naturaleza del riesgo, la Junta de Conciliación y Arbitraje, con audiencia de las partes, dictará resolución, determinando qué personas tienen derecho a la indemnización;

VI. La Junta de Conciliación y Arbitraje apreciará la relación de esposo, esposa, hijos y ascendientes, sin sujetarse a las pruebas legales que acrediten el matrimonio o parentesco, pero no podrá dejar de reconocer lo asentado en las actas del Registro Civil; y

VII. El pago hecho en cumplimiento de la resolución de la Junta de Conciliación y Arbitraje libera al patrón de responsabilidad. Las personas que se presenten a deducir sus derechos con posterioridad a la fecha en que se hubiese verificado el pago, sólo podrán deducir su acción en contra de los beneficiarios que lo recibieron.

#### Artículo 504

Los patrones tienen las obligaciones especiales siguientes:

I. Mantener en el lugar de trabajo los medicamentos y material de curación necesarios para primeros auxilios y adiestrar personal para que los preste;

II. Cuando tenga a su servicio más de cien trabajadores, establecer una enfermería, dotada con los medicamentos y material de curación necesarios para la atención médica y quirúrgica de urgencia.

Estará atendida por personal competente, bajo la dirección de un médico cirujano. Si a juicio de éste no se puede prestar la debida atención médica y quirúrgica, el trabajador será trasladado a la población u hospital en donde pueda atenderse a su curación;

III. Cuando tengan a su servicio más de trescientos trabajadores, instalar un hospital, con el personal médico y auxiliar necesario;

IV. Previo acuerdo con los trabajadores, podrán los patrones celebrar contratos con sanatorios u hospitales ubicados en el lugar en que se encuentre el establecimiento o a una distancia que permita el traslado rápido y cómodo de los trabajadores, para que presten los servicios a que se refieren las dos fracciones anteriores;

V. Dar aviso escrito a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, al inspector del Trabajo y a la Junta de Conciliación Permanente o a la de Conciliación y Arbitraje, dentro de las 72 horas siguientes, de los accidentes que ocurran, proporcionando los siguientes datos y elementos:

a) Nombre y domicilio de la empresa;

b) Nombre y domicilio del trabajador; así como su puesto o categoría y el monto de su salario;

c) Lugar y hora del accidente, con expresión sucinta de los hechos;

d) Nombre y domicilio de las personas que presenciaron el accidente; y,

e) Lugar en que se presta o haya prestado atención médica al accidentado.

VI. Tan pronto se tenga conocimiento de la muerte de un trabajador por riesgos de trabajo, dar aviso escrito a las autoridades que menciona la fracción anterior, proporcionando, además de los datos y elementos que señala dicha fracción, el nombre y domicilio de las personas que pudieran tener derecho a la indemnización correspondiente.

VII. (Se deroga).

#### Artículo 505

Los médicos de las empresas serán designados por los patrones. Los trabajadores podrán oponerse a la designación, exponiendo las razones en que se funden. En caso de que las partes no lleguen a un acuerdo, resolverá la Junta de Conciliación y Arbitraje.

### Artículo 506

Los médicos de las empresas están obligados:

- I. Al realizarse el riesgo, a certificar si el trabajador queda capacitado para reanudar su trabajo;
- II. Al terminar la atención médica, a certificar si el trabajador está capacitado para reanudar su trabajo;
- III. A emitir opinión sobre el grado de incapacidad; y
- IV. En caso de muerte, a expedir certificado de defunción.

### Artículo 507

El trabajador que rehuse con justa causa recibir la atención médica y quirúrgica que le proporcione el patrón, no perderá los derechos que otorga este Título.

### Artículo 508

La causa de la muerte por riesgo de trabajo podrá comprobarse con los datos que resulten de la autopsia, cuando se practique, o por cualquier otro medio que permita determinarla.

Si se practica la autopsia, los presuntos beneficiarios podrán designar un médico que la presencie. Podrán igualmente designar un médico que la practique, dando aviso a la autoridad.

El patrón podrá designar un médico que presencie la autopsia.

### Artículo 509

En cada empresa o establecimiento se organizarán las comisiones de seguridad e higiene que se juzgue necesarias, compuestas por igual número de representantes de los trabajadores y del patrón, para investigar las causas de los accidentes y enfermedades, proponer medidas para prevenirlos y vigilar que se cumplan.

### Artículo 510

Las comisiones a que se refiere el artículo anterior, serán desempeñadas gratuitamente dentro de las horas de trabajo.

### Artículo 511

Los Inspectores del Trabajo tienen las atribuciones y deberes especiales siguientes:

- I. Vigilar el cumplimiento de las normas legales y reglamentarias sobre prevención de los riesgos de trabajo y seguridad de la vida y salud de los trabajadores;
- II. Hacer constar en actas especiales las violaciones que descubran; y
- III. Colaborar con los trabajadores y el patrón en la difusión de las normas sobre prevención de riesgos, higiene y salubridad.

### Artículo 512

En los reglamentos de esta Ley y en los instructivos que las autoridades laborales expidan con base en ellos, se fijarán las medidas necesarias para prevenir los riesgos de trabajo y lograr que éste se preste en condiciones que aseguren la vida y la salud de los trabajadores.

### Artículo 512-A

Con el objeto de estudiar y proponer la adopción de medidas preventivas para abatir los riesgos en los centros de trabajo, se organizará la Comisión Consultiva Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, integrada por representantes de las Secretarías del Trabajo y Previsión Social y de Salubridad y Asistencia, y del Instituto Mexicano del Seguro Social, así como por los que designen aquellas organizaciones nacionales de trabajadores y de patrones a las que convoque el titular de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, quien tendrá el carácter de Presidente de la citada Comisión.

### Artículo 512-B

En cada Entidad Federativa se constituirá una Comisión Consultiva Estatal de Seguridad e Higiene en el Trabajo, cuya finalidad será la de estudiar y proponer la adopción de todas aquellas medidas preventivas para abatir los riesgos en los centros de trabajo comprendidos en su jurisdicción.

Dichas Comisiones Consultivas Estatales serán presididas por los Gobernadores de las Entidades Federativas y en su integración participarán también representantes de las Secretarías del Trabajo y Previsión Social y Salubridad y Asistencia y del Instituto Mexicano del Seguro Social; así como los que designen las organizaciones de trabajadores y de patrones a las que convoquen, conjuntamente, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social y el Gobernador de la Entidad correspondiente.

El representante de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social ante la Comisión Consultiva Estatal respectiva, fungirá como Secretario de la misma.

#### **Artículo 512-C**

La organización de la Comisión Consultiva Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo y la de las Comisiones Consultivas Estatales de Seguridad e Higiene en el Trabajo, serán señaladas en el reglamento de esta Ley que se expida en materia de seguridad e higiene.

El funcionamiento interno de dichas Comisiones, se fijará en el Reglamento Interior que cada Comisión expida.

#### **Artículo 512-D**

Los patrones deberán efectuar las modificaciones que ordenen las autoridades del trabajo a fin de ajustar sus establecimientos, instalaciones o equipos a las disposiciones de esta Ley, de sus reglamentos o de los instructivos que con base en ellos expidan las autoridades competentes. Si transcurrido el plazo que se les conceda para tal efecto, no se han efectuado las modificaciones, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social procederá a sancionar al patrón infractor, con apercibimiento de sanción mayor en caso de no cumplir la orden dentro del nuevo plazo que se le otorgue.

Si aplicadas las sanciones a que se hace referencia anteriormente, subsistiera la irregularidad, la Secretaría, tomando en cuenta la naturaleza de las modificaciones ordenadas y el grado de riesgo, podrá clausurar parcial o totalmente el centro de trabajo hasta que se dé cumplimiento a la obligación respectiva, oyendo previamente la opinión de la Comisión Mixta de Seguridad e Higiene correspondiente, sin perjuicio de que la propia Secretaría adopte las medidas pertinentes para que el patrón cumpla con dicha obligación.

Cuando la Secretaría del Trabajo determine la clausura parcial o total, lo notificará por escrito, con tres días hábiles de anticipación a la fecha de la clausura, al patrón y a los representantes del sindicato. Si los trabajadores no están sindicalizados, el aviso se notificará por escrito a los representantes de éstos ante la Comisión Mixta de Seguridad e Higiene.

#### **Artículo 512-E**

La Secretaría del Trabajo y Previsión Social establecerá la coordinación necesaria con la Secretaría de Salubridad y Asistencia y con el Instituto Mexicano del Seguro Social para la elaboración de programas y el desarrollo de campañas tendientes a prevenir accidentes y enfermedades de trabajo.

#### **Artículo 512-F**

Las autoridades de las Entidades Federativas auxiliarán a las del orden federal en la aplicación de las normas de seguridad e higiene en el trabajo, cuando se trate de empresas o establecimientos que, en los demás aspectos derivados de las relaciones laborales, estén sujetos a la jurisdicción local.

Dicho auxilio será prestado en los términos de los artículos 527-A y 529.

#### **Artículo 513**

Para los efectos de este Título la Ley adopta la siguiente Tabla de Enfermedades de Trabajo.

##### **TABLA DE ENFERMEDADES DE TRABAJO**

Neumoconiosis y enfermedades broncopulmonares producidas por aspiración de polvos y humos de origen animal, vegetal o mineral

1. Afecciones debidas a inhalación de polvos de lana.

Trabajadores de la industria textil y demás manipuladores de este producto.

2. Afecciones debidas a inhalación de polvos de pluma, cuerno, hueso, crin, pelo y seda.

Colchoneros, fabricantes de adornos y artículos de mercería, cortadores y peinadores de pelo, fabricación de brochas, pinceles, cepillos. Trabajadores de los rastros, carniceros, empacadores de carne.

3. Afecciones debidas a la inhalación de polvos de madera.

Carpinteros, madereros, ebanistas y trabajadores de la industria papelera.

4. Tabacosis:

Afecciones debidas a la inhalación de polvos de tabaco.

Trabajadores de la industria del tabaco.

5. Bagazosis: afecciones debidas a la inhalación de polvos de bagazo, como en la industria azucarera.

Tolveros, cernidores y bagaceros, trabajadores de la industria papelera y fabricación de abonos.

6. Suberosis: afecciones debidas a la inhalación de polvos de corcho.

Trabajadores del corcho.

7. Afecciones debidas a inhalación de polvos de cereales, harinas, heno, paja, yute, ixtle y henequén.

Cargadores, alijadores, estibadores, recolectores, granjeros, trilladores, sombrereros (de sombreros de paja), empacadores, molineros, panaderos, trabajadores de las industrias de fibras duras, fabricantes de muebles, industria papelera.

8. Bisinosis.

Trabajadores de hilados y tejidos de algodón y demás manipuladores de este producto.

9. Canabiosis: afecciones producidas por inhalación de polvos de cáñamo.

Trabajadores de la industria del cáñamo.

10. Linosis: afecciones producidas por la inhalación del polvo de lino.

Trabajadores de la industria del lino.

11. Asma de los impresores (por la goma arábica).

12. Antracosis.

Mineros (de las minas de carbón), carboneros, herreros, forjadores, fundidores, fogoneros, deshollinadores y demás trabajadores expuestos a inhalación de polvos de carbón de hulla, grafito y antracita.

13. Siderosis.

Mineros (de las minas de hierro), fundidores, pulidores, soldadores, limadores, torneros y manipuladores de óxido de hierro.

14. Calcicosis.

Trabajadores que manejan sales cálcicas, como el carbonato y sulfato de calcio y en la industria del yeso.

15. Baritosis.

Trabajadores que manejan compuestos de bario, pintores, de la industria papelera y laboratorios.

16. Estanosis.

Trabajadores de las minas de estaño, hornos y fundiciones del metal, o del óxido.

17. Silicatosis.

Trabajadores expuestos a la aspiración de silicatos pulverulentos (tierra de batán, arcillas, caolín).

18. Afecciones debidas a la inhalación de abrasivos sintéticos:

Esmeril, carborundo, aloxita, utilizados en la preparación de muelas, papeles abrasivos y pulidores.

19. Silicosis.

Mineros, canteros, areneros, alfareros, trabajadores de la piedra y roca, túneles, carreteras y presas, pulidores con chorro de arena, cerámica, cemento, fundidores, industria química y productos refractarios que contengan sílice.

20. Asbetosis o amiantosis.

Mineros (de minas de asbesto), canteros, en la industria textil, papelera, cementos, material de revestimiento aislante del calor y la electricidad.

21. Beriliosis o gluciniosis.

Afecciones debidas a inhalación de polvos de berilio o glucinio.

Mineros (de las minas de berilio), trabajadores que fabrican y manipulan aleaciones para aparatos de rayos X, industria eléctrica y aeronáutica, soldadura, ladrillos para hornos, lámparas fluorescentes e industria atómica.

22. Afecciones debidas a inhalación de polvos de cadmio.

Mineros, trabajadores de fundiciones, preparación de aleaciones, en dentistería, industria foto-eléctrica, telefónica, de los colorantes, vidriera, de los acumuladores y soldadores.

23. Afecciones debidas a inhalación de polvos de vanadio.

Mineros, petroleros, fundidores, trabajadores de la industria del acero, química, fotográfica, farmacéutica, de los insecticidas y durante la limpieza de hornos alimentados con aceites minerales.

24. Afecciones debidas a inhalación de polvos de uranio.

Mineros (de las minas de uranio), cuando se exponen a la acción del hexa-fluoruro, separado del mineral.

25. Afecciones debidas a inhalación de polvos de manganeso (neumonía manganésica).

Mineros (de las minas de manganeso), trabajadores de la fabricación de acero-manganeso, de la soldadura del acero al manganeso y otros usos.

26. Afecciones debidas a inhalación de polvos de cobalto.

Trabajadores expuestos a la aspiración de polvos de metal finamente dividido, o mezclado a carburo de tungsteno.

27. Talcosis o esteatosis.

Trabajadores de la industria química y de cosméticos que manejan talco o esteatita.

28. Aluminosis o pulmón de aluminio.

Fundidores, pulverizadores y pulidores de aluminio, pintores y pirotécnicos; en su forma mixta, por inhalación de alúmina y sílice (enfermedad de Shaver), en trabajadores de la fundición de bauxita y abrasivos.

29. Afecciones debidas a inhalación de polvos de mica.

Fabricación de vidrio refractario, aislantes, anteojos, papeles de decoración, anuncios luminosos, barnices, esmaltes, lubricantes, explosivos y en la cerámica.

30. Afecciones debidas a inhalación de tierra, de diatomeas (tierra de infusorios, diatomita, trípoli, kieselgur).

Trabajadores que manipulan productos silícicos en estado amorfo, derivados de esqueletos de animales marinos, en fábricas de bujías filtrantes, aislantes y polvos absorbentes.

Enfermedades de las vías respiratorias  
producidas por inhalación de gases y vapores

Afecciones provocadas por sustancias químicas inorgánicas u orgánicas que determinan acción asfixiante simple, o irritante de las vías respiratorias superiores, o irritante de los pulmones.

31. Asfixia por el ázoe o nitrógeno.

Obreros que trabajan en procesos de oxidación en medios confinados, limpieza y reparación de cubas, producción de amoníaco y cianamida cálcica.

32. Por el anhídrido carbónico o bióxido de carbono.

Trabajadores expuestos durante la combustión o fermentación de compuestos de carbono, gasificación de aguas minerales y preparación de nieve carbónica, poceros y letrineros.

33. Por el metano, etano, propano y butano.

Trabajadores de la industria del petróleo, yacimientos de carbón, gas líquido, hornos de coque e industria petroquímica.

34. Por el acetileno.

Trabajadores dedicados a su producción y purificación, manejo de lámparas de carburo, soldadores de las industrias química y petroquímica.

35. Acción irritante de las vías respiratorias superiores por el amoníaco.

Trabajadores de la producción de esta substancia y sus compuestos, destilación de la hulla, refinerías de petróleo e industria petroquímica, operaciones químicas, fabricación de hielo y frigoríficos, preparación de abonos para la agricultura, letrineros, poceros, estampadores, de tenerías y establos.

36. Por el anhídrido sulfuroso.

Trabajadores de la combustión de azufre, preparación de anhídrido sulfuroso en estado gaseoso y líquido, fabricación de ácido sulfúrico, tintorería, blanqueo, conservación de alimentos y fumigadores, refrigeración, papeles de colores, estampadores y mineros (de las minas de azufre).

37. Por el formaldehído y formol.

Trabajadores de la fabricación de resinas sintéticas, industria de la alimentación, fotográfica, peletera, textil, química, hulera, tintorera, trabajos de laboratorio, conservación de piezas anatómicas y embalsamadores.

38. Por aldehídos, acridina, acroleína, furfural, acetato de metilo, formiato de metilo, compuestos de selenio, estireno y cloruro de azufre.

Trabajadores de la industria química, petroquímica y manipulación de esos compuestos.

39. Acción irritante sobre los pulmones, por el cloro.

Trabajadores de la preparación del cloro y compuestos clorados, de blanqueo y desinfección, en la industria textil y papelería, de la esterilización del agua y fabricación de productos químicos.

40. Por el fósgeno o cloruro de carbonilo.

Trabajadores de la fabricación de colorantes y otros productos químicos sintéticos, de gases de combate, de extinguidores de incendios.

41. Por los óxidos de azoe o vapores nitrosos.

Trabajadores de la fabricación y manipulación de ácido nítrico y nitratos, estampadores, grabadores, industrias químicas y farmacéuticas, petroquímica, explosivos, colorantes de síntesis, soldadura, abonos nitratos y silos.

42. Por el anhídrido sulfúrico.

Trabajadores de la fabricación de ácido sulfúrico, de refinerías de petróleo y síntesis química.

43. Por el ozono.

Trabajadores que utilizan este agente en la producción de peróxido y en la afinación de aceites, grasas, harina, almidón, azúcar y textiles, en el blanqueo y la esterilización del agua, en la industria eléctrica y en la soldadura.

44. Por el bromo.

Trabajadores que manejan el bromo como desinfectante, en los laboratorios químicos, metalurgia, industria químico-farmacéutica, fotografía y colorantes.

45. Por el flúor y sus compuestos.

Trabajadores que manejan estas sustancias en la industria vidriera, grabado, coloración de sedas, barnizado de la madera, blanqueo, soldadura y como impermeabilizantes del cemento; la preparación del ácido fluorhídrico, metalurgia del aluminio y del berilio, superfosfatos y compuestos, preparación de insecticidas y raticidas.

46. Por el sulfato de metilo.

Trabajadores que manipulan este compuesto en diversas operaciones industriales.

47. Asma bronquial por los alcaloides y éter dietílico diclorado, poli-isocianatos y di-isocianato de tolueno.

Trabajadores de la industria química, farmacéutica, hulera, de los plásticos y lacas.

#### Dermatosis

Enfermedades de la piel (excluyendo las debidas a radiaciones ionizantes), provocadas por agentes mecánicos, físicos, químicos inorgánicos u orgánicos, o biológicos; que actúan como irritantes primarios, o sensibilizantes, o que provocan quemaduras químicas; que se presentan generalmente bajo las formas eritematosa, edematosa, vesiculosa, eczematosa o costrosa.

48. Dermatitis por acción del calor.

Herreros, fundidores, caldereros, fogoneros, horneros, trabajadores del vidrio, panaderos.

49. Dermatitis por exposición a bajas temperaturas.

Trabajadores de cámaras frías, fabricación y manipulación de hielo y de productos refrigerados.

50. Dermatitis por acción de la luz solar y rayos ultravioleta.

Trabajadores al aire libre, salineros, artistas cinematográficos, soldadores, vidrieros, de gabinetes de fisioterapia,

etc.

51. Dermatitis producidas por ácidos clorhídrico, sulfúrico, nítrico, fluorhídrico, fluosilícico, clorosulfónico.

Trabajadores de la fabricación del cloro y productos orgánicos clorados (acné clórico); ácidos grasos, blanqueo, industria química, manejo y preparación del ácido sulfúrico; fabricación, manipulación y utilización del ácido fluorhídrico, en las industrias del petróleo y petroquímica, grabado de vidrio, cerámica, laboratorio, etc.

52. Dermatitis por acción de sosa cáustica, potasa cáustica y carbonato de sodio.

Trabajadores dedicados a la producción y manipulación de estos álcalis.

53. Dermatitis, ulceraciones cutáneas y perforación del tabique nasal por acción de cromatos y bicromatos.

Trabajadores de las fábricas de colorantes de cromo, papel pintado, lápices de colores, espoletas, explosivos, pólvora piroxilada de caza, fósforos suecos; en la industria textil, hulera, tenerías, tintorerías, fotografía, fotograbado y cromado electrolítico.

54. Dermatitis y queratosis arsenical, perforación del tabique nasal.

Trabajadores de las plantas arsenicales, industria de los colorantes, pintura, papel de color, tintorería, tenería, cerámica, insecticidas, raticidas, preparaciones de uso doméstico y demás manipuladores de arsénico.

55. Dermatitis por acción del níquel y oxiclورو de selenio.

Trabajadores de fundiciones y manipulaciones diversas.

56. Dermatitis por acción de la cal, u óxido de calcio.

Trabajadores de la manipulación de la cal, preparación de polvo de blanqueo, yeso, cemento, industria química y albañiles.

57. Dermatitis por acción de sustancias orgánicas: ácido acético, ácido oxálico, ácido fórmico, fenol y derivados, cresol, sulfato de dimetilo, bromuro de metilo, óxido de etileno, fulminato de mercurio, tetril, anhídrido ftálico de trinitrotolueno, parafinas, alquitrán, brea, dinitro-benceno.

Trabajadores de la fabricación y utilización de esas sustancias (acción fotosensibilizante de las tres últimas).

58. Dermatitis por benzol y demás solventes orgánicos.

Trabajadores de la industria textil, hulera, tintorera, vidriera, química, abonos, cementos, linóleos, etc.

59. Dermatitis por acción de aceites de engrase, de corte (botón de aceite o elaiocniosis), petróleo crudo.

Trabajadores que utilizan estos productos en labores de engrase, lubricación, desengrase, en la industria petrolera, petroquímica y derivados.

60. Dermatitis por acción de derivados de hidrocarburos: hexametileno-tetramina, formaldehído, cianamida cálcica, anilinas, parafenileno-diamina, dinitroclorobenceno, etc., en trabajadores que utilizan y manipulan estas sustancias.

61. Callosidades, fisuras y grietas por acción mecánica:

Cargadores, alijadores, estibadores, carretilleros, hilanderos, peinadores y manipuladores de fibras, cáñamo, lana, lino, etc.; cosecheros de caña, vainilleros, jardineros, marmoleros, herreros, toneleros, cortadores de metales, mineros, picapedreros, sastres, lavanderas, cocineras, costureras, planchadoras, peluqueros, zapateros, escribientes, dibujantes, vidrieros, carpinteros, ebanistas, panaderos, sombrereros, grabadores, pulidores, músicos, etc.

62. Dermatitis por agentes biológicos.

Panaderos, especieros del trigo y harina, peluqueros, curtidores, trabajadores de los astilleros que manipulan

cereales parasitados, penicilina y otros compuestos medicamentosos, etc.

63. Otras dermatosis. Dermatitis de contacto.

Manipuladores de pinturas, colorantes vegetales, sales metálicas, cocineras, lavaplatos, lavaderos, mineros, especieros, fotógrafos, canteros, ebanistas, barnizadores, desengrasadores de trapo, bataneros, manipuladores de petróleo y de la gasolina, blanqueadores de tejidos por medio de vapores de azufre, hiladores y colectores de lana, médicos, enfermeras y laboratoristas.

64. Lesiones ungueales y peringueales.

Onicodistrofias, onicosis y paroniquia por exposición a solventes, humedad y traumatismos. Actividades que comprenden el riesgo de exposición a estos agentes.

65. Otros padecimientos cutáneos de tipo reaccional no incluidos en los grupos anteriores, producidos por agentes químicos orgánicos (melanodermias, acromias, leucomelanodermias, liquen plano).

Actividades que comprenden el riesgo de exposición a estos agentes.

Oftalmopatías profesionales

(Enfermedades del aparato ocular producidas por polvos y otros agentes físicos, químicos y biológicos)

66. Blefarokoniosis (Polvos minerales, vegetales o animales).

Trabajadores expuestos a la acción de estos polvos: canteros, yeseros, mineros, alfareros, esmeriladores, afiladores, pulidores, cementeros, carboneros, fabricantes de objetos de aluminio y cobre, manipuladores de mercurio, panaderos, laneros, colchoneros, peleteros, etc.

67. Dermatitis palpebral de contacto y eczema palpebral. (Polvos, gases y vapores de diversos orígenes).

Trabajadores de la industria químico-farmacéutica, antibióticos y productos de belleza; industria petroquímica, plásticos, productos de hule y derivados de la parafenileno-diamina, alquitrán, asfaltos, solventes y barnices, industria de la vainilla, cultivo del champignon, carpinteros, etc.

68. Conjuntivitis y querato-conjuntivitis: (por agentes físicos (calor); químicos o alergizantes: amoníaco, anhídrido sulfuroso, formol, cloro y derivados, vapores nitrosos, ácido sulfúrico, ozono, ácido sulfhídrico, solventes y barnices celulósicos, tetracloretano, alcohol metílico, viscosa, lana, pluma, pelos, pólenes, algodón, trigo, cacahuate, lúpulo, tabaco, mostaza, vainilla, productos medicamentosos, etc.) Herreros, fundidores, horneros, laminadores, hojalateros, panaderos, poceros, letreros, trabajadores de fibras artificiales a partir de la celulosa y otros trabajadores expuestos a la acción del ácido sulfhídrico (hidrógeno sulfurado) y demás agentes mencionados.

69. Conjuntivitis y querato-conjuntivitis por radiaciones (rayos actínicos, infrarrojos, de onda corta y rayos X). Salineros, artistas cinematográficos, soldadores, vidrieros, trabajadores de las lámparas incandescentes de mercurio y los expuestos al ultra-violeta solar; trabajadores de las lámparas de arco, de vapores de mercurio, hornos, soldadura autógena, metalurgia, vidriería, etc.; radiólogos y demás trabajadores de la fabricación y manipulación de aparatos de rayos X y otras fuentes de energía radiante.

70. Pterigión. Por irritación conjuntival permanente por factores mecánicos, (polvos); físicos (rayos infra-rojos, calóricos).

Herreros, fundidores, horneros, laminadores, hojalateros, y todos los trabajadores con actividades que comprenden el riesgo de exposición a estos agentes.

71. Queratoconiosis:

Incrustación en la córnea de partículas duras: (mármol, piedra, polvos abrasivos o metales).

Todas las actividades que comprenden el riesgo de exposición a estos agentes.

72. Argirosis ocular. (Sales de plata).

Cinceladores, orfebres, pulidores, plateros, fabricantes de perlas de vidrio, químicos.

73. Catarata por radiaciones. (Rayos infra-rojos, calóricos, de onda corta, rayos X).

Vidrieros, herreros, fundidores, técnicos y trabajadores de gabinetes de rayos X, técnicos y trabajadores de la energía atómica.

74. Catarata tóxica. (Naftalina y sus derivados).

Todas las actividades que comprenden el riesgo de exposición a estos agentes.

75. Parálisis oculomotoras. (Intoxicación por sulfuro de carbono, plomo).

Todas las actividades que comprenden el riesgo de exposición a estos agentes.

76. Oftalmoplegía interna. (Intoxicación por sulfuro de carbono).

Todas las actividades que comprenden el riesgo de exposición a estos agentes.

77. Retinitis, neuro-retinitis y corio-retinitis. (Intoxicación por naftalina, benzol).

Todas las actividades que comprenden el riesgo de exposición a estos agentes.

78. Neuritis y lesión de la rama sensitiva del trigémino: (intoxicación por tricloretileno).

Todas las actividades que comprenden el riesgo de exposición a este agente.

79. Neuritis óptica y ambliopía o amaurosis tóxica: (intoxicación por plomo, sulfuro de carbono, benzol, tricloretileno, óxido de carbono, alcohol metílico, nicotina, mercurio).

Todas las actividades que comprenden el riesgo de exposición a estos agentes.

80. Conjuntivitis por gérmenes patógenos.

Médicos y enfermeras con motivo de la práctica de su profesión.

81. Oftalmía y catarata eléctrica.

Trabajadores de la soldadura eléctrica, de los hornos eléctricos o expuestos a la luz del arco voltaico durante la producción, transporte y distribución de la electricidad.

#### Intoxicaciones

Enfermedades producidas por absorción de polvos, humos, líquidos, gases o vapores tóxicos de origen químico, orgánico o inorgánico, por las vías respiratoria, digestiva o cutánea.

82. Fosforismo e intoxicación por hidrógeno fosforado.

Trabajadores de la fabricación de compuestos fosforados o derivados del fósforo blanco, catálisis en la industria del petróleo, fabricación de bronce de fósforo, insecticidas, raticidas, parasiticidas, hidrógeno fosforado, aleaciones y en la pirotecnia.

83. Saturnismo o intoxicación plúmbica.

Trabajadores de fundiciones de plomo, industria de acumuladores, cerámica, pintores, plomeros, impresores, fabricantes de cajas para conservas, juguetes, tubos, envolturas de cables, soldadura, barnices, albayalde, esmalte y lacas, pigmentos, insecticidas y demás manipuladores de plomo y sus compuestos.

84. Hidrargirismo o mercurialismo.

Miñeros (de las minas de mercurio), manipuladores del metal y sus derivados, fabricantes de termómetros, manómetros, lámparas de vapores de mercurio, sombreros de fieltro, electrólisis de las salmueras, conservación de semillas, fungicidas, fabricación y manipulación de explosivos y en la industria química-farmacéutica.

#### 85. Arsenicismo e intoxicación por hidrógeno arseniado.

Trabajadores en las plantas de arsénico, fundiciones de minerales y metales, de la industria de los colorantes, pinturas, papel de color, tintorería, tenería, cerámica, insecticidas, raticidas, otras preparaciones de uso doméstico y demás manipuladores del arsénico.

#### 86. Manganesimo.

Miñeros (de minas de manganeso), trituradores y manipuladores del metal, de la fabricación de aleaciones de acero, cobre o aluminio, fabricación de pilas secas, en el blanqueo, tintorería y decoloración del vidrio, soldadores.

#### 87. Fiebre de los fundidores de zinc o temblor de los soldadores de zinc.

Fundidores y soldadores del metal, de la galvanización o estañado, fundición de latón o de la soldadura de metales galvanizados.

#### 88. Oxicarbonismo.

Trabajadores en contacto de gas de hulla, gas pobre, gas de agua, de los altos hornos, de los motores de combustión interna, hornos y espacios confinados, caldereros, mineros, bomberos y en todos los casos de combustión incompleta del carbón.

#### 89. Intoxicación cianica.

Trabajadores que manipulan ácido cianhídrico, cianuro y compuestos, de las plantas de beneficio, de la extracción del oro y la plata de sus minerales, fundidores, fotógrafos, fabricantes de sosa, de la industria textil, química, del hule sintético, materias plásticas, tratamiento térmico de los metales, fumigación, utilización del cianógeno y tintoreros en azul.

#### 90. Intoxicación por alcoholes metílico, etílico, propílico y butílico.

Trabajadores que los utilizan como solventes en la fabricación de lacas y barnices, en la preparación de esencias y materiales tintoriales y en las industrias química y petroquímica.

#### 91. Hidrocarburismo por derivados del petróleo y carbón de hulla.

Trabajadores de las industrias petrolera, petroquímica, carbonífera, fabricación de perfumes y demás expuestos a la absorción de estas sustancias.

#### 92. Intoxicación por el tolueno y el xileno.

Trabajadores que manipulan estos solventes en la industria de las lacas, hulera, peletera, fotograbado, fabricación de ácido benzoico, aldehído bencílico, colorantes, explosivos (TNT), pinturas y barnices.

#### 93. Intoxicaciones por el cloruro de metilo y el cloruro de metileno.

Trabajadores que utilizan el cloruro de metilo como frigorífico o el cloruro de metileno como solvente, o en la industria de las pinturas.

#### 94. Intoxicaciones producidas por el cloroformo, tetracloruro de carbono y cloro-bromo-metanos.

Trabajadores que manipulan estas sustancias como solventes, fumigantes, refrigerantes, extinguidores de incendios, etc.

#### 95. Intoxicaciones por el bromuro de metilo y freones (derivados fluorados de hidrocarburos halogenados).

Trabajadores que los utilizan como frigoríficos, insecticidas y preparación de extinguidores de incendios.

96. Intoxicación por el di-cloretano y tetra-cloretano.

Trabajadores que manipulan estas sustancias como disolventes de grasas, aceites, ceras, hules, resinas, gomas, dilución de lacas, desengrasado de la lana e industria química.

97. Intoxicación por el hexa-cloretano.

Trabajadores que lo utilizan para desengrasar el aluminio y otros metales.

98. Intoxicación por el cloruro de vinilo o monocloretileno.

Trabajadores de la fabricación de materias plásticas y su utilización como frigorífico.

99. Intoxicación por la mono-clorhidrina del glicol.

Trabajadores expuestos durante la fabricación del óxido de etileno y glicoles, composición de lacas y manipulación de abonos y fertilizantes.

100. Intoxicaciones por el tri-cloretileno y per-cloretileno.

Trabajadores que utilizan estos solventes en la metalurgia, tintorerías, en el desengrasado de artículos metálicos y de lana, fabricación de betunes y pinturas.

101. Intoxicaciones por insecticidas clorados.

Trabajadores que fabrican o manipulan derivados aromáticos clorados como el diclorodifenil-tricloretano (DDT), aldrín, dieldrín y similares.

102. Intoxicaciones por los naftalenos clorados y difenilos clorados.

Trabajadores que los utilizan como aislantes eléctricos.

103. Sulfo-carbonismo.

Trabajadores expuestos durante su producción, o en la utilización del solvente en la fabricación del rayón, celofán, cristal óptico, vulcanización del hule en frío, como pesticida y en la extracción de grasas y aceites.

104. Sulfhidrismo o intoxicación por hidrógeno sulfurado.

Trabajadores de la producción de esta sustancia, mineros, aljiberos, albañaleros, limpiadores de hornos, tuberías, retortas y gasómetros, del gas del alumbrado, vinateros y en la industria del rayón.

105. Intoxicación por el bióxido de dietileno (dioxán).

Trabajadores que utilizan este solvente en la industria de las lacas, barnices, pinturas, tintas, resinas de cera y plásticos; preparación de tejidos en histología.

106. Benzolismo.

Trabajadores que utilizan el bencol como solvente en la industria hulera, impermeabilización de telas, fabricación de nitrocelulosa, industria petroquímica, del vestido, lacas, vidrio, artes gráficas, textiles, cerámica, pinturas, fotograbado, industria del calzado, tintorería, etc.

107. Intoxicación por el tetra-hidro-furano.

Trabajadores de la industria textil, que lo utilizan como solvente.

108. Intoxicaciones por la anilina (anilismo) y compuestos.

Trabajadores de la industria química, colorantes, tintas y productos farmacéuticos.

109. Intoxicaciones por nitro-benceno, toluidinas y xilidinas.

Trabajadores de la industria de los colorantes, pinturas, lacas y fabricación de la anilina.

110. Intoxicaciones por trinitro-tolueno y nitroglicerina.

Trabajadores de la industria y manipulación de los explosivos.

111. Intoxicación por el tetra-etilo de plomo.

Trabajadores de la fabricación y manipulación de este antidetonante, preparación de carburantes, limpieza y soldadura de los recipientes que lo contienen.

112. Intoxicación por insecticidas orgánico-fosforados.

Trabajadores de la producción y manipulación de tetra-fosfato hexaetílico (TPHE), pirofosfato tetraetílico (PPTE), paratión y derivados.

113. Intoxicaciones por el dinitrofenol, dinitro-ortocresol, fenol y pentaclorofenol.

Trabajadores que utilizan estos compuestos como fungicidas e insecticidas, en la fabricación de colorantes, resinas y conservación de las maderas.

114. Intoxicaciones por la bencidina, naftilamina alfa, naftilamina beta y para-difenilamina.

Trabajadores que manipulan estas sustancias en la industria hulera y fabricación de colorantes.

115. Intoxicaciones por carbamatos, ditiocarbamatos, derivados de clorofenoxihidroxycumarina, talio, insecticidas de origen vegetal.

Fabricación, formulación, envase, transporte y aplicación de pesticidas en general.

116. Intoxicaciones por la piridina, clorpromazina y quimioterápicos en general.

Trabajadores encargados de la fabricación, formulación y empaque de estas sustancias en la industria químico-farmacéutica.

117. Enfermedades producidas por combustibles de alta potencia.  
(Hidruros de boro, oxígeno líquido, etc.).

Técnicos y trabajadores expuestos en la preparación, control y manejo de estos productos.

Infecciones, parasitosis, micosis y virosis

Enfermedades generalizadas o localizadas provocadas por acción de bacterias, parásitos, hongos y virus.

118. Carbunco.

Pastores, caballerangos, mozos de cuadra, veterinarios, curtidores, peleteros, cardadores de lana, traperos, manipuladores de crin, cerda, cuernos, carne y huesos de bovídeos, caballos, carneros, cabras, etc.

Trabajadores de los rastros y empacadores.

119. Muermo.

Caballerangos, mozos de cuadradas, cuidadores de ganado caballar, veterinarios y enfermeros veterinarios.

120. Tuberculosis.

Médicos, enfermeras, mozos de anfiteatro, afanadoras, personal de laboratorios biológicos y de diagnóstico,

personal de lavandería en sanatorios, veterinarios, enfermeros de veterinaria; carniceros y mineros, cuando previamente exista silicosis.

121. Brucelosis.

Veterinarios, pastores, carniceros, ganaderos, ordeñadores, lecheros, técnicos de laboratorio, personal de plantas para beneficio de la leche de cabra y de vaca, médicos, enfermeras, enfermeros de veterinaria.

122. Sífilis.

Sopladores de vidrio (accidente primario bucal); médicos, enfermeras, mozos de anfiteatro (accidente primario en las manos).

123. Tétanos.

Caballerangos, carniceros, mozos de cuadra, cuidadores de ganado, veterinarios, personal de la industria agropecuaria, jardineros.

124. Micetoma y actinomicosis cutánea.

Trabajadores del campo, panaderos, molineros de trigo, cebada, avena y centeno.

125. Anquilostomiasis.

Mineros, ladrilleros, alfareros, terreros, jardineros, areneros y fabricantes de teja.

126. Leishmaniasis.

Chicleros, huleros, vainilleros, leñadores de las regiones tropicales.

127. Oncocercosis.

Trabajadores agrícolas de las plantaciones cafetaleras.

128. Esporotricosis.

Campesinos, floricultores, empacadores de tierra y plantas, trabajadores de zacate y pieles.

129. Candidiasis o moniliasis.

Fruteros y trabajadores que mantienen manos o pies constantemente húmedos.

130. Histoplasmosis.

Trabajadores de la extracción y manipulación del guano.

131. Aspergilosis.

Criadores de animales, limpiadores de pieles y trabajadores agrícolas expuestos al hongo.

132. Coccidioidomicosis.

Trabajadores de la extracción y manipulación de guanos, provenientes de zonas no infestadas ni endémicas, que sean contratados para realizar trabajos en zonas infestadas o endémicas.

133. Paludismo.

Obreros y campesinos provenientes de zonas no infestadas ni endémicas, que sean contratados para realizar trabajos en zonas infestadas o endémicas.

134. Rickettsiosis. (Tifus exantemático y otras similares).

Médicos, enfermeras, personal de limpieza de los servicios de infectología y laboratorios, siempre que se identifique el agente causal en el paciente y en el sitio de trabajo.

135. Espiroquetosis. (Leptospirosis y otras similares).

Trabajos ejecutados en las alcantarillas, minas, mataderos, deslanado, laboratorios y cuidado de animales.

136. Virosis (hepatitis, enterovirosis, rabia, psitacosis, neumonías a virus, mononucleosis infecciosa, poliomiéлитis y otras).

Médicos, enfermeras y personal de limpieza en hospitales y sanatorios, personal de laboratorio y análisis clínicos, personal de bancos de sangre, siempre que se identifique el agente causal en el paciente y en el sitio de trabajo.

137. Erisipeloide.

Trabajadores en contacto con animales o sus cadáveres, pelo de animales, cuero y otros materiales, trapos viejos y demás desperdicios, personal de lavandería en los hospitales, personal que maneje ropa sucia o contaminada.

138. Toxoplasmosis.

Trabajadores de rastros.

Enfermedades producidas por el contacto con productos biológicos

139. Hormonas sintéticas; enfermedades producidas por hormonas sintéticas de actividad específica, estrogénica, androgénica, etc.

Personal de las industrias que sintetizan productos hormonales.

140. Enfermedades producidas por la exposición a antibióticos.

(Penicilina, estreptomina y otros similares de amplio o mediano espectro).

Trabajadores encargados de la fabricación, formulación y empaque de estas sustancias en la industria química-farmacéutica.

Enfermedades producidas por factores mecánicos y variaciones de los elementos naturales del medio de trabajo

141. Bursitis e higromas.

Trabajadores en los que se realizan presiones repetidas, como mineros (de las minas de carbón y manganeso), cargadores, alijadores, estibadores y otros en los que se ejercen presiones sobre determinadas articulaciones (rodillas, codos, hombros).

142. Osteoartrosis y trastornos angioneuróticos (dedo muerto).

Trabajadores que utilizan martillos neumáticos, perforadoras mecánicas y herramientas análogas, perforistas, remachadores, talladores de piedra, laminadores, herreros, caldereros, pulidores de fundición, trabajadores que utilizan martinetes en las fábricas de calzados, etc.

143. Retracción de la aponeurosis palmar o de los tendones de los dedos de las manos.

Cordeleros, bruñidores, grabadores.

144. Deformaciones.

Trabajadores que adoptan posturas forzadas, zapateros, torneros, recolectores de arroz, cargadores, sastres,

talladores de piedra, mineros, costureras, dibujantes, carpinteros, dactilógrafas, bailarinas de ballet, etc.

145. Rinitis atrófica, faringitis atrófica, laringitis atrófica y algias por elevadas temperaturas.

Trabajadores de las fundiciones, hornos, fraguas, vidrio, calderas, laminación, etc.

146. Congeladuras.

Trabajadores expuestos en forma obligada a la acción de temperaturas glaciales, frigoríficos, fábricas de hielo, etc.

147. Enfermedades por descompresión brusca, intoxicación por oxígeno y aeroembolismo traumático. Osteoartrosis tardías del hombro y de la cadera.

Trabajadores que laboran respirando aire a presión mayor que la atmosférica: buzos, labores subacuáticas y otras similares.

148. Mal de los aviadores, aeroembolismo, otitis y sinusitis baro-traumáticas.

Aeronautas sometidos a atmósfera con aire enrarecido durante el vuelo a grandes altitudes.

149. Enfisema pulmonar.

Músicos de instrumentos de viento, sopladores de vidrio.

150. Complejo cutáneo-vascular de pierna por posición de pie prolongada y constante, o marcha prolongada llevando bultos pesados.

Tipógrafos, dentistas, enfermeras de quirófanos, peluqueros, carteros, vendedores, meseros, policías y otras actividades similares.

Enfermedades producidas por las radiaciones ionizantes y electromagnéticas (excepto el cáncer)

151. Trabajadores de la industria atómica, minas de uranio y otros metales radioactivos (arsénico, níquel, cobalto, estroncio, asbesto, berilio, radium), tratamiento y metalurgia, reactores nucleares, utilización de radio-elementos (gamagrafía, gama y betaterapia, isótopos), utilización de generadores de radiaciones (trabajadores y técnicos de rayos X), radio, sonar, rayos láser, maser, etc.; que presenten:

a) en piel, eritemas, quemaduras térmicas o necrosis;

b) en ojos, cataratas;

c) en sangre, alteraciones de los órganos hematopoyéticos, con leucopenia, trombocitopenia o anemia;

d) en tejido óseo, esclerosis o necrosis;

e) en glándulas sexuales, alteraciones testiculares con trastornos en la producción de los espermatozoides y esterilidad; alteraciones ováricas con modificaciones ovulares y disfunciones hormonales;

f) efectos genéticos debidos a mutaciones de los cromosomas o de los genes;

g) envejecimiento precoz con acortamiento de la duración media de la vida.

Cáncer

Enfermedades neoplásicas malignas debidas a la acción de cancerígenos, industriales de origen físico, o químico inorgánico u orgánico, o por radiaciones, de localización diversa.

152. Cáncer de la piel: trabajadores expuestos a la acción de rayos ultravioleta al aire libre (agricultores, marineros, pescadores, peones); a los rayos X, isótopos radiactivos, radium y demás radioelementos; arsénico y sus compuestos; pechblenda, productos derivados de la destilación de la hulla, alquitrán, brea, asfalto, benzopireno y dibenzoantraceno (cáncer del escroto de los deshollinadores), creosota; productos de la destilación de esquistos

bituminosos (aceites de esquistos lubricantes, aceites de parafina), productos derivados del petróleo (aceites combustibles, de engrasado, de parafina, brea del petróleo).

153. Cáncer bronco-pulmonar.

Mineros (de las minas de uranio, níquel).

Trabajadores expuestos al asbesto (mesotelioma pleural); trabajadores que manipulan polvos de cromatos, arsénico, berilio.

154. Cáncer de etmoides, de las cavidades nasales;

Trabajadores empleados en la refinación del níquel.

155. Cánceres diversos.

Carcinomas (y papilomatosis) de la vejiga en los trabajadores de las aminas aromáticas; leucemias y osteosarcomas por exposición a las radiaciones; leucosis bencénica.

Enfermedades endógenas

Afecciones derivadas de la fatiga industrial.

156. Hipoacusia y sordera: trabajadores expuestos a ruidos y trepidaciones, como laminadores, trituradores de metales, tejedores, coneros y trocileros, herreros, remachadores, telegrafistas, radiotelegrafistas, telefonistas, aviadores, probadores de armas y municiones.

157. Calambres: trabajadores expuestos a repetición de movimientos, como telegrafistas, radio-telegrafistas, violinistas, pianistas, dactilógrafos, escribientes, secretarios, mecanógrafas, manejo de máquinas sumadoras, etc.

158. Laringitis crónica con nudosidades en las cuerdas vocales: profesores, cantantes, locutores, actores de teatro, etc.

159. Tendo-sinovitis crepitante de la muñeca: peones, albañiles, paleadores, ajustadores, torneros.

160. Nistagmo de los mineros (minas de carbón).

161. Neurosis:

Pilotos aviadores, telefonistas y otras actividades similares.

### **Artículo 514**

Para los efectos de este Título, la Ley adopta la siguiente:

#### TABLA DE VALUACION DE INCAPACIDADES PERMANENTES

Miembro superior  
Pérdidas.

1. Por la desarticulación interescapulotorácica de ..... 80 a 85%
2. Por la desarticulación del hombro de ..... 75 a 80%
3. Por la amputación del brazo, entre el hombro y el codo, de ..... 70 a 80%
4. Por la desarticulación del codo, de ..... 70 a 80%
5. Por la amputación del antebrazo entre el codo y la muñeca, de ..... 65 a 75%
6. Por la pérdida total de la mano, de ..... 65 a 75%

7. Por la pérdida total o parcial de los 5 metacarpianos, de ..... 60 a 70%
8. Por la pérdida de los 5 dedos, de ..... 60 a 70%
9. Por la pérdida de 4 dedos de la mano, incluyendo el pulgar, según la movilidad del dedo restante, de ..... 55 a 65%
10. Por la pérdida de 4 dedos de la mano incluyendo el pulgar y los metacarpianos correspondientes, aunque la pérdida de éstos no sea completa, de ..... 60 a 70%
11. Por la pérdida de 4 dedos de la mano, conservando el pulgar móvil, de ..... 45 a 50%
12. Conservando el pulgar inmóvil, de ..... 55 a 60%
13. Por la pérdida del pulgar índice y medio, de ..... 52 a 57%
14. Por la pérdida del pulgar y del índice, de ..... 40 a 45%
15. Por la pérdida del pulgar con el metacarpiano correspondiente ..... 35%
16. Por la pérdida del pulgar solo, de ..... 25 a 30%
17. Por la pérdida de la falange ungueal del pulgar ..... 20%
18. Por la pérdida del índice con el metacarpiano o parte de éste, de ..... 20 a 25%
19. Por la pérdida del dedo índice ..... 20%
20. Por la pérdida de la falangeta, con mutilación o pérdida de la falangina del índice ..... 12%
21. Por la pérdida de la falangeta del índice .. 6%
22. Por la pérdida del dedo medio con mutilación o pérdida de su metacarpiano o parte de éste ..... 18%
23. Por la pérdida del dedo medio ..... 15%
24. Por la pérdida de la falangeta con mutilación o pérdida de la falangina del dedo medio . 10%
25. Por la pérdida de la falangeta del dedo medio ..... 5%
26. Por la pérdida del dedo anular o del meñique con mutilación o pérdida de su metacarpiano o parte de éste ..... 15%
27. Por la pérdida del dedo anular o del meñique ..... 12%
28. Por la pérdida de la falangeta con mutilación de la falangina del anular o del meñique . 8%
29. Por la pérdida de la falangeta del anular o del meñique ..... 4%

#### Anquilosis

#### Pérdida completa de la movilidad articular

30. Completa del hombro con movilidad del omóplato, de ..... 35 a 40%
31. Completa del hombro con fijación e inmovilidad del omóplato, de ..... 40 a 55%
32. Completa del codo en posición de flexión (favorable) entre 110° y 75°, de ..... 30 a 35%
33. Completa del codo en posición de extensión (desfavorable) entre 110° y 180°, de..... 45 a 50%

- 34. De torsión, con supresión de los movimientos de pronación y supinación, de ..... 15 a 25%
- 35. Completa de la muñeca en extensión, según el grado de movilidad de los dedos, de ..... 20 a 45%
- 36. Completa de la muñeca en flexión, según el grado de movilidad de los dedos, de ..... 45 a 60%
- 37. Anquilosis de todas las articulaciones de los dedos de la mano en flexión (mano en garra) o extensión (mano extendida), de ..... 65 a 75%
- 38. Carpo-metacarpiana del pulgar, de ..... 15 a 20%
- 39. Metacarpo-falángica del pulgar ..... 12%
- 40. Interfalángica del pulgar ..... 6%
- 41. De las dos articulaciones del pulgar..... 15%
- 42. De las articulaciones del pulgar y carpo-metacarpiana del primer dedo, de ..... 25 a 30%
- 43. Articulación metacarpo-falángica del índice ..... 7%
- 44. Articulación de la primera y de la segunda falanges del índice ..... 10%
- 45. Articulación de la segunda y tercera falanges del índice ..... 4%
- 46. De las dos últimas articulaciones del índice ..... 10%
- 47. De las tres articulaciones del índice ..... 15%
- 48. Articulación metacarpo-falángica del dedo medio ..... 5%
- 49. Articulación de la primera y de la segunda falanges del dedo medio ..... 7%
- 50. Articulación de la segunda y de la tercera falanges del dedo medio ..... 2%
- 51. De las dos últimas articulaciones del dedo medio ..... 10%
- 52. De las tres articulaciones del dedo medio .. 15%
- 53. Articulación metacarpo-falángica del anular o del meñique ..... 3%
- 54. Articulación de la primera y segunda falanges del anular o del meñique ..... 5%
- 55. Articulación de la segunda y de la tercera falanges del anular o del meñique ..... 2%
- 56. De las dos últimas articulaciones del anular o del meñique ..... 8%
- 57. De las tres articulaciones del anular o del meñique ..... 12%

Rigideces articulares

Disminución de los movimientos por lesiones articulares, tendinosas o musculares

- 58. Del hombro, afectando principalmente la propulsión y la abducción, de ..... 10 a 30%
- 59. Del codo, con conservación del movimiento en posición desfavorable, entre 110° y 180° ..... 30%
- 60. Del codo, con conservación del movimiento en posición favorable, entre 110° y 75°, de ..... 10 a 20%
- 61. De torsión, con limitación de los movimientos de pronación y supinación, de ..... 5 a 15%

- 62. De la muñeca, de ..... 10 a 15%
- 63. Metacarpo-falángica del pulgar, de ..... 2 a 4%
- 64. Interfalángica del pulgar, de ..... 3 a 5%
- 65. De las dos articulaciones del pulgar, de ... 5 a 10%
- 66. Metacarpo-falángica del índice, de ..... 2 a 3%
- 67. De la primera o de la segunda articulaciones interfalángicas del índice, de ..... 4 a 6%
- 68. De las tres articulaciones del índice, de . 8 a 12%
- 69. De una sola articulación del dedo medio ... 2%
- 70. De las tres articulaciones del dedo medio, de ..... 5 a 8%
- 71. De una sola articulación del anular o del meñique ..... 2%
- 72. De las tres articulaciones del anular o del meñique, de ..... 4 a 6%

Pseudoartrosis

- 73. Del hombro, consecutiva a resecciones amplias o pérdidas considerables de substancia ósea, de ..... 45 a 60%
- 74. Del húmero, apretada, de ..... 15 a 35%
- 75. Del húmero, laxa, de ..... 40 a 50%
- 76. Del codo, consecutiva a resecciones amplias o pérdidas considerables de substancia ósea, de ..... 40 a 55%
- 77. Del antebrazo, de un solo hueso, apretada, de ..... 5 a 10%
- 78. Del antebrazo, de un solo hueso, laxa, de . 20 a 40%
- 79. Del antebrazo, de los dos huesos, apretada, de ..... 20 a 35%
- 80. Del antebrazo, de los dos huesos, laxa, de ..... 40 a 50%
- 81. De la muñeca, consecutiva a resecciones amplias o pérdidas considerables de substancia ósea . 40%
- 82. De todos los huesos del metacarpo, de ..... 30 a 40%
- 83. De un solo metacarpiano ..... 10%
- 84. De la falange ungueal del pulgar ..... 8%
- 85. De la falange ungueal de los otros dedos .. 6%
- 86. De la otra falange del pulgar ..... 15%
- 87. De las otras falanges del índice ..... 10%
- 88. De las otras falanges de los demás dedos .. 5%

Cicatrices retráctiles que no puedan ser resueltas quirúrgicamente.

- 89. De la axila, según el grado de limitación de los movimientos del brazo, de .. 20 a 50%

90. Del codo, con limitación de la extensión del antebrazo, entre los 135° y 45°, de ..... 10 a 40%

91. Del codo en flexión aguda del antebrazo, a 45% o menos, de..... 45 a 50%

92. De la aponeurosis palmar que afecten la flexión o extensión, la pronación, supinación, o que produzca rigideces combinadas, de ..... 10 a 30%

Trastornos funcionales de los dedos, consecutivos a lesiones no articulares, sino a sección o pérdida de los tendones extensores o flexores, adherencias o cicatrices

Flexión permanente de uno o varios dedos

93. Pulgar, de ..... 10 a 25%

94. Índice o dedo medio, de ..... 8 a 15%

95. Anular o meñique, de ..... 8 a 12%

96. Flexión permanente de todos los dedos de la mano, de ..... 65 a 75%

97. Flexión permanente de 4 dedos de la mano incluyendo el pulgar, de ..... 45 a 50%

Extensión permanente de uno o varios dedos.

98. Pulgar, de ..... 18 a 22%

99. Índice, de ..... 10 a 15%

100. Medio, de ..... 8 a 12%

101. Anular o meñique, de ..... 8 a 12%

102. Extensión permanente de todos los dedos de la mano, de ..... 65 a 75%

103. Extensión permanente de 4 dedos de la mano, excluyendo el pulgar, de ..... 45 a 50%

Secuelas de fracturas

104. De la clavícula, trazo único, cuando produzca rigidez del hombro, de ..... 10 a 15%

105. De la clavícula, de trazo doble, con callo saliente y rigidez del hombro, de ..... 10 a 30%

106. Del húmero, con deformación del callo de consolidación y atrofia muscular, de ..... 10 a 30%

107. Del olécrano, con callo óseo o fibroso corto y limitación moderada de la flexión, de ..... 5 a 10%

108. Del olécrano, con callo fibroso largo y trastornos moderados de los movimientos, de ..... 10 a 15%

109. Del olécrano, con callo fibroso largo, trastornos acentuados de la movilidad y atrofia del tríceps, de ..... 20 a 25%

110. De los huesos del antebrazo, cuando produzcan entorpecimiento de los movimientos de la mano, de ..... 10 a 20%

111. De los huesos del antebrazo, cuando produzcan limitaciones de los movimientos de pronación o supinación, de ..... 10 a 20%

112. Con abolición de movimientos, de ..... 20 a 40%

113. Del metacarpo, con callo deforme o saliente, desviación secundaria de la mano y entorpecimiento de los movimientos de los dedos, de ..... 10 a 20%

Parálisis completas e incompletas (paresias) por lesiones de nervios periféricos.

114. Parálisis total del miembro superior, de ..... 70 a 80%

115. Parálisis radicular superior ..... 40%

116. Parálisis radicular inferior ..... 60%

117. Parálisis del nervio sub-escapular ..... 12%

118. Parálisis del nervio circunflejo, de ..... 15 a 30%

119. Parálisis del nervio músculo-cutáneo, de ..... 30 a 35%

120. Parálisis del nervio mediano, en el brazo ..... 45%

121. En la muñeca, de ..... 15 a 25%

122. Parálisis del nervio mediano con causalgia, de ..... 50 a 80%

123. Parálisis del nervio cubital si está lesionado a nivel del codo ..... 35%

124. Parálisis del nervio cubital si está lesionado en la mano ..... 30%

125. Parálisis del nervio radial si está lesionado arriba de la rama del tríceps ..... 50%

126. Parálisis del nervio radial si está lesionado abajo de la rama del tríceps ..... 40%

En caso de parálisis incompleta o parcial (paresia), los porcentajes serán reducidos proporcionalmente de acuerdo con el grado de impotencia funcional.

Luxaciones que no puedan ser resueltas quirúrgicamente.

127. De la clavícula, no reducida o irreductible, interna, de ..... 5 a 10%

128. De la clavícula, no reducida o irreductible, externa ..... 5%

129. Del hombro, de ..... 10 a 30%

130. De los dos últimos metacarpianos, de ..... 15 a 20%

131. De todos los metacarpianos, de ..... 30 a 40%

132. Metacarpo-falángica del pulgar, de ..... 10 a 25%

133. De la falange ungueal del pulgar ..... 5%

134. De la primera o de la segunda falange de cualquier otro dedo ..... 10%

135. De la tercera falange de cualquier otro dedo ..... 4%

Músculos

136. Amiotrofia del hombro, sin anquilosis ni rigidez articular ..... 15%

137. Amiotrofia del brazo o del antebrazo, sin anquilosis ni rigidez articular, de ..... 10 a 15%

138. Amiotrofia de la mano, sin anquilosis ni rigidez articular, de ..... 5 a 10%

## Vasos

139. Las secuelas y lesiones arteriales y venosas, se valorarán de acuerdo con la magnitud de las alteraciones orgánicas y los trastornos funcionales que produzcan (amputaciones, rigideces articulares, lesiones de los nervios periféricos, atrofia de masas musculares, etc.). En caso de lesiones bilaterales, se sumarán los porcentajes correspondientes a cada miembro, sin que en ningún caso sobrepasen del ..... 100%

140. Si el miembro lesionado es el menos útil, se reducirá la indemnización calculada conforme a esta tabla en un ..... 10%

141. En los músicos, mecanógrafos, linotipistas, telegrafistas y labores similares, la pérdida, anquilosis, pseudoartrosis, luxaciones, parálisis, retracciones cicatrizales y rigideces de los dedos utilizados efectivamente en el trabajo, así como en los casos de retracciones de la aponeurosis palmar de la mano que interese esos mismos dedos, se aumentará hasta el 250%, observándose lo dispuesto en el artículo 494.

## Miembro inferior

### Pérdidas.

142. Por la desarticulación de la cadera, de ..... 75 a 80%

143. Por la amputación del músculo, entre la cadera y la rodilla, de ..... 70 a 80%

144. Por la desarticulación de la rodilla, de ..... 65 a 70%

145. Por la extirpación de la rótula, con movilidad anormal de la rodilla y amiotrofia del tríceps, de ..... 20 a 40%

146. Por la amputación de la pierna, entre la rodilla y el cuello del pie, de ..... 55 a 65%

147. Por la pérdida total del pie, de ..... 50 a 55%

148. Por la mutilación de un pie con conservación del talón, de ..... 35 a 45%

149. Por la pérdida parcial o total del calcáneo, de .. 10 a 30%

150. Por la desarticulación medio-tarsiana, de ..... 35 a 40%

151. Por la desarticulación tarso metatarsiana, de.... 25 a 30%

152. Por la pérdida de los cinco ortejos, de ..... 20 a 25%

153. Por la pérdida del primer ortejo; con pérdida o mutilación de su metatarsiano, de ..... 20 a 30%

154. Por la pérdida del primer ortejo sólo ..... 15%

155. Por la pérdida de la falange ungueal del primer ortejo ..... 7%

156. Por la pérdida de un ortejo que no sea el primero ..... 5%

157. Por la pérdida de las dos últimas falanges de un ortejo que no sea el primero ..... 3%

158. Por la pérdida de la falange ungueal de un ortejo que no sea el primero ..... 2%

159. Por la pérdida del quinto ortejo con mutilación o pérdida de su metatarsiano, de ..... 20 a 30%

### Anquilosis

160. Completa de la articulación coxo-femoral, en rectitud, de ..... 50 a 55%

161. De la articulación coxo-femoral en mala posición (flexión, aducción, abducción, rotación), de ..... 60 a

65%

162. De las dos articulaciones coxo-femorales, de ..... 90 a 100%

163. De la rodilla en posición de extensión (favorable), de 180° a 135°, de ..... 30 a 40%

164. De la rodilla en posición de flexión (desfavorable), de 135° a 30°, de ..... 40 a 65%

165. De la rodilla en genu-valgum o genu-varum, de .... 40 a 50%

166. Del cuello del pie en ángulo recto, con movilidad suficiente de los ortejos, de ..... 10 a 15%

167. Del cuello del pie en ángulo recto, con entorpecimiento de la movilidad de los ortejos, de ..... 25 a 30%

168. Del cuello del pie, en actitud viciosa, de ..... 30 a 55%

169. Del primer ortejo, en rectitud ..... 5%

170. Del primer ortejo en posición viciosa, de ..... 10 a 15%

171. De los demás ortejos, en rectitud ..... 5%

172. De los demás ortejos en posición viciosa, de ..... 5 a 15%

#### Rigideces articulares

Disminución de los movimientos por lesiones articulares, tendinosas o musculares.

173. De la cadera, con ángulo de movilidad favorable, de ..... 15 a 25%

174. De la cadera, con ángulo de movilidad desfavorable, de ..... 30 a 40%

175. De la rodilla, que permita la extensión completa, según el ángulo de flexión, de ..... 10 a 20%

176. De la rodilla que no permita la extensión completa o casi completa, según el ángulo de flexión, de ... 25 a 35%

177. Del cuello del pie, con ángulo de movilidad favorable, de ..... 5 a 10%

178. Del cuello del pie, con ángulo de movilidad desfavorable, de ..... 10 a 20%

179. De cualquier ortejo, de ..... 2 a 5%

#### Pseudoartrosis

180. De la cadera, consecutiva a resecciones amplias con pérdida considerable de sustancia ósea, de..... 50 a 70%

181. Del fémur, de ..... 40 a 60%

182. De la rodilla con pierna de badajo (consecutiva a resecciones de rodilla), de ..... 40 a 60%

183. De la rótula con callo fibroso corto, flexión poco limitada ..... 15%

184. De la rótula con callo fibroso largo, extensión activa débil y flexión poco limitada ..... 20%

185. De la rótula con callo fibroso largo, extensión activa casi nula y amiotrofia del muslo ..... 40%

186. De la tibia y el peroné, de ..... 40 a 60%

187. De la tibia sola, de ..... 30 a 40%

188. Del peroné sólo, de ..... 8 a 18%

189. Del primero o del último metatarsiano, de ..... 8 a 15%

Cicatrices retráctiles que no puedan ser resueltas quirúrgicamente.

190. Del hueso poplíteo, que limiten la extensión de 170° a 135°, de ..... 20 a 30%

191. Del hueso poplíteo, que limiten la extensión de 135° a 90°, de ..... 30 a 50%

192. Del hueso poplíteo, que limiten la extensión a menos de 90°, de ..... 50 a 60%

193. De la planta del pie, con retracción de la punta hacia uno de sus bordes, de ..... 20 a 40%

Secuelas de fracturas

194. Doble vertical de la pelvis, con dolores persistentes y dificultad moderada para la marcha y los esfuerzos, de ..... 15 a 25%

195. Doble vertical de la pelvis, con acortamiento o desviación del miembro inferior, de ..... 25 a 50%

196. De la cavidad cotiloidea, con hundimiento, de ... 15 a 40%

197. De la rama horizontal del pubis, con ligeros dolores persistentes y moderada dificultad para la marcha o los esfuerzos, de ..... 15 a 20%

198. De la rama isquiopúbica, con moderada dificultad para la marcha y los esfuerzos, de ..... 15 a 20%

199. De la rama horizontal y de la rama isquiopúbica, con dolores persistentes, trastornos vesicales y acentuada dificultad para la marcha o los esfuerzos, de ..... 40 a 60%

200. Del cuello del fémur y región trocantérea, con impotencia funcional moderada, claudicación y dolor de ..... 30 a 40%

201. Del cuello del fémur y región trocantérea, con impotencia funcional acentuada, gran acortamiento, rigideces articulares y desviaciones angulares, de ..... 60 a 80%

202. De la diáfisis femoral, con acortamiento de 1 a 4 centímetros, sin lesiones articulares ni atrofia muscular, de ..... 8 a 15%

203. De la diáfisis femoral, con acortamiento de 3 a 6 centímetros, atrofia muscular media, sin rigidez articular, de ..... 15 a 30%

204. De la diáfisis femoral, con acortamiento de 3 a 6 centímetros, atrofia muscular media y rigidez articular, de ..... 30 a 40%

205. De la diáfisis femoral, con acortamiento de 6 a 12 centímetros, atrofia muscular y rigideces articulares, de ..... 30 a 50%

206. De la diáfisis femoral, con acortamiento de 6 a 12 centímetros, desviación angular externa, atrofia muscular avanzada y flexión de la rodilla que no pase de 135°, de ..... 50 a 70%

207. De los cóndilos femorales y tuberosidades tibiales, con rigideces articulares, desviaciones, aumento de volumen de la rodilla, claudicación, etc., de ..... 30 a 50%

208. De la rótula, con callo óseo, extensión completa y flexión poco limitada ..... 10%

209. De la tibia y el peroné, con acortamiento de 2 a 4 centímetros, callo grande y saliente y atrofia muscular, de ..... 15 a 30%

210. De la tibia y el peroné, con acortamiento de más de 4 centímetros, consolidación angular, desviación de la

- pierna hacia fuera o hacia adentro, desviación secundaria del pie, marcha posible, de ..... 35 a 50%
211. De la tibia y el peroné, con acortamiento considerable o consolidación angular, marcha imposible, de ..... 55 a 70%
212. De la tibia, con dolor, atrofia muscular y rigidez articular, de ..... 10 a 25%
213. Del peroné, con dolor y ligera atrofia muscular de ..... 5 a 10%
214. Maleolares, con desalojamiento del pie hacia adentro, de ..... 25 a 40%
215. Maleolares, con desalojamiento del pie hacia afuera, de ..... 25 a 40%
216. Del tarso, con pie plano post-traumático doloroso, de ..... 15 a 20%
217. Del tarso, con desviación del pie hacia adentro o hacia afuera, de ..... 20 a 30%
218. Del tarso, con deformación considerable, inmovilidad de los ортеjos y atrofia de la pierna, de ..... 30 a 50%
219. Del metatarso, con dolor, desviaciones o impotencia funcional, de ..... 10 a 20%

Parálisis completas o incompletas (paresias) por lesiones de nervios periféricos

220. Parálisis total del miembro inferior, de ..... 70 a 80%
221. Parálisis completa del nervio ciático mayor ..... 40%
222. Parálisis del ciático poplíteo externo ..... 35%
223. Parálisis del ciático poplíteo interno ..... 30%
224. Parálisis combinada del ciático poplíteo interno y del ciático poplíteo externo ..... 40%
225. Parálisis del nervio crural, de ..... 40 a 50%
226. Con reacción causálgica, de los nervios antes citados, aumento de ..... 20 a 30%
227. En caso de parálisis combinadas por lesiones de los nervios antes mencionados en ambos miembros, se sumarán los porcentajes correspondientes a cada uno, sin que en ningún caso las incapacidades sumadas pasen del ..... 100%
228. En caso de parálisis incompleta o parcial (paresias), los porcentajes serán reducidos proporcionalmente de acuerdo con el grado de impotencia funcional.

Luxaciones que no puedan ser resueltas quirúrgicamente.

229. Del pubis, irreductible o irreducida, o relajación extensa de la sínfisis, de ..... 25 a 40%

Músculos

230. Amiotrofia del muslo, sin anquilosis ni rigidez articular ..... 30%
231. Amiotrofia del lóculo anterior del muslo, sin anquilosis ni rigidez articular ..... 20%
232. Amiotrofia de la pierna, sin anquilosis ni rigidez articular ..... 30%
233. Amiotrofia del lóculo antero-externo de la pierna, sin anquilosis ni rigidez articular ..... 15%
234. Amiotrofia total del miembro inferior ..... 40%

Vasos

235. Las secuelas de lesiones arteriales se valuarán de acuerdo con la magnitud de las alteraciones orgánicas y los trastornos funcionales que provoquen (amputaciones, rigideces articulares, lesiones de los nervios periféricos, atrofia de masas musculares, etc.)

236. Flebitis debidamente comprobada, de ..... 15 a 25%

237. Úlcera varicosa recidivante, según su extensión, de ..... 8 a 20%

238. En caso de lesiones bilaterales se sumarán los porcentajes correspondientes a cada miembro, sin que en ningún caso sobrepasen del ..... 100%

239. En caso de que el miembro lesionado (superior o inferior) no estuviera, antes del accidente, íntegro fisiológica y anatómicamente, se reducirá la indemnización proporcionalmente.

#### Cabeza

##### Cráneo

240. Síndrome cráneo-encefálico tardío post-conmocional discreto, de ..... 10 a 20%

241. Síndrome cráneo-encefálico tardío post-conmocional moderado, de ..... 20 a 35%

242. Síndrome cráneo-encefálico tardío post-conmocional acentuado, de ..... 35 a 50%

243. Escalpe o pérdida considerable del cuero cabelludo, de ..... 20 a 35%

244. Pérdida ósea del cráneo hasta de 5 centímetros de diámetro, de ..... 10 a 20%

245. Pérdida ósea más extensa, de ..... 20 a 30%

246. Epilepsia traumática no curable quirúrgicamente, cuando las crisis puedan ser controladas médicamente y permitan desempeñar algún trabajo, de ..... 50 a 70%

247. Por epilepsia traumática no curable quirúrgicamente, cuando las crisis no puedan ser controladas médicamente y no permitan el desempeño de ningún trabajo ..... 100%

248. Epilepsia jacksoniana, de ..... 10 a 25%

249. Anosmia por lesión del nervio olfativo ..... 5%

250. Por lesión del nervio trigémino, de ..... 15 a 30%

251. Por lesión del nervio facial, de ..... 15 a 30%

252. Por lesión del neumogástrico (según el grado de trastornos funcionales comprobados), de ..... 10 a 50%

253. Por lesión del nervio espinal, de ..... 10 a 40%

254. Por lesión del nervio hipogloso, cuando es unilateral ..... 15%

255. Por lesión del nervio hipogloso, bilateral ..... 60%

256. Monoplejía superior ..... 70%

257. Monoparesia superior, de ..... 20 a 40%

258. Monoplejía inferior, marcha espasmódica, de ..... 40 a 60%

259. Monoparesia inferior, marcha posible, de ..... 20 a 40%

- 260. Paraplegia ..... 100%
- 261. Paraparesia, marcha posible, de ..... 50 a 70%
- 262. Hemiplegia, de ..... 70 a 90%
- 263. Hemiparesia, de ..... 20 a 60%
- 264. Diabetes azucarada o insípida, de ..... 10 a 40%
- 265. Afasia discreta, de ..... 20 a 30%
- 266. Afasia acentuada, aislada, de ..... 40 a 80%
- 267. Afasia con hemiplegia ..... 100%
- 268. Agrafía, de ..... 20 a 30%
- 269. Demencia crónica ..... 100%

Cara

- 270. Mutilaciones extensas, cuando comprendan los dos maxilares superiores y la nariz, según la pérdida de substancia de las partes blandas, de ..... 90 a 100%
- 271. Mutilaciones que comprendan un maxilar superior y el inferior, de ..... 90 a 100%
- 272. Mutilación de la rama horizontal del maxilar inferior sin prótesis posible, o del maxilar en su totalidad, de ..... 60 a 80%
- 273. Pseudoartrosis del maxilar superior con masticación imposible, de ..... 50 a 60%
- 274. Pseudoartrosis del maxilar superior con masticación posible, pero limitada, de ..... 20 a 30%
- 275. En caso de prótesis con mejoría comprobada de la masticación, de ..... 5 a 15%
- 276. Pérdidas de substancia en la bóveda palatina, no resueltas quirúrgicamente, según el sitio y la extensión, de ..... 15 a 35%
- 277. En caso de prótesis con mejoría funcional comprobada, de ..... 5 a 10%
- 278. Pseudoartrosis del maxilar inferior, con masticación posible, por falta de consolidación, apretada, de la rama ascendente, de ..... 5 a 10%
- 279. Cuando sea laxa en la rama ascendente, de ..... 15 a 25%
- 280. Cuando sea apretada en la rama horizontal, de .... 10 a 20%
- 281. Cuando sea laxa en la rama horizontal, de ..... 25 a 35%
- 282. Cuando sea apretada en la sínfisis, de ..... 25 a 30%
- 283. Cuando sea lexa en la sínfisis, de ..... 25 a 40%
- 284. En caso de prótesis con mejoría funcional comprobada, de ..... 5 a 20%
- 285. Pseudoartrosis del maxilar inferior, con o sin pérdida de substancia, no resuelta quirúrgicamente, con masticación insuficiente o abolida, de ..... 50 a 60%
- 286. Consolidaciones defectuosas de los maxilares, que dificulten la articulación de los arcos dentarios y limiten la

- masticación, de ..... 20 a 30%
287. Cuando la dificultad de la articulación sea parcial, de ..... 5 a 15%
288. Cuando con un aparato protésico se corrija la masticación, de ..... 5 a 10%
289. Pérdida de uno o varios dientes: reposición .....
290. Pérdida total de la dentadura, prótesis no tolerada ..... 30%
291. Pérdida total de la dentadura, prótesis tolerada ..... 15%
292. Pérdida completa de un arco dentario, prótesis no tolerada ..... 20%
293. Pérdida completa de un arco dentario, prótesis tolerada ..... 10%
294. Pérdida de la mitad de un arco dentario, prótesis no tolerada ..... 15%
295. Pérdida de la mitad de un arco dentario, prótesis tolerada ..... 5%
296. Bridas cicatrizales que limiten la abertura de la boca, impidiendo la higiene bucal, la pronunciación, la masticación o dejen escurrir la saliva, de ..... 20 a 50%
297. Luxación irreductible de la articulación temporo-maxilar, según el grado de entorpecimiento funcional, de ..... 20 a 35%
298. Amputaciones más o menos extensas de la lengua, con adherencias y según el entorpecimiento de la palabra y de la deglución, de ..... 20 a 40%
299. Fístula salival no resuelta quirúrgicamente, de ..... 10 a 20%

#### Ojos

300. Ceguera total, con conservación o pérdida de los globos oculares ..... 100%
301. Pérdida o disminución permanente (cuando ya no puede ser mejorada con anteojos) de la agudeza visual, en trabajadores cuya actividad sea de exigencia visual mediana o baja. (Visión restante con corrección óptica.)

#### TABLA I

A.V. 1 a 0. 8 0.7 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1 0.05 0. Ec/p. Ep/i.

1 a 0. 8	0%	4%	6%	8%	12%	18%	25%	30%	33%	35%	50%	60%
0. 7	4%	9	11	13	17	23	30	35	38	40	55	65
0. 6	6%	11	13	15	19	25	32	37	40	45	60	70
0. 5	8%	13	15	17	21	27	35	45	50	55	65	75
0. 4	12%	17	19	21	25	35	45	55	60	65	70	80
0. 3	18%	23	25	27	35	45	55	65	70	75	80	85
0. 2	25%	30	32	35	45	55	65	75	80	85	90	95
0. 1	30%	35	37	45	55	65	75	85	90	95	98	100
0. 05	33%	38	40	50	60	70	80	90	95	100	100	100
0	35%	40	45	55	65	75	85	95	100	100	100	100

E.c./p.\* 50% 55 60 65 70 80 90 98 100 100 100 100 E.p./i.

En los casos de pérdida o disminución de la agudeza visual en un solo ojo, estando el otro sano, debajo de la primera línea horizontal en la que están señalados los diversos grados indemnizables de pérdida o disminución, aparecen insertos los porcentajes de incapacidad correspondientes a cada grado, (segunda línea horizontal).

En los casos de pérdida o disminución de la agudeza visual en un solo ojo, estando el otro enfermo por afección ajena al trabajo, si la visión restante en cada ojo es inferior a 0. 2, el porcentaje de incapacidad indemnizable aparece en la intersección de la columna vertical y de la línea horizontal correspondiente.



304. Extracción o atrofia de un globo ocular con deformación ostensible, que permite el uso de prótesis ..... 50%
305. Con lesiones cicatrizales o modificaciones anatómicas que impidan el uso de prótesis ..... 60%
306. Al aceptarse en servicio a los trabajadores, se considerará para reclamaciones posteriores por pérdida de la agudeza visual, que tienen la unidad aunque tuvieran 0.8 (8 décimos en cada ojo).
307. Los escotomas centrales se valorarán según la determinación de la agudeza visual, aplicando las tablas anteriores.
308. Estrechamiento del campo visual, con conservación de 30 grados en un solo ojo ..... 10%
309. En ambos ojos, de ..... 15 a 30%
310. Estrechamiento del campo visual, con conservación de menos de 30 grados en un solo ojo, de ..... 15 a 35%
311. En ambos ojos, de ..... 40 a 90%
- Hemianopsias verticales.
312. Homónimas, derecha o izquierda, de ..... 20 a 35%
313. Heterónimas binasales, de ..... 10 a 15%
314. Heterónimas bitemporales, de ..... 40 a 60%
- Hemianopsias horizontales.
315. Superiores, de ..... 10 a 15%
316. Inferiores, de ..... 30 a 50%
317. En cuadrante superior, ..... 10%
318. En cuadrante inferior, de ..... 20 a 25%
- Hemianopsia en sujetos monóculos (visión conservada en un ojo y abolida o menor a 0.05 en el contralateral), con visión central.
319. Nasal, de ..... 60 a 70%
320. Inferior, de ..... 70 a 80%
321. Temporal, de ..... 80 a 90%
322. En los casos de hemianopsia con pérdida de la visión central uni o bilateral se agregará al porcentaje de valuación correspondiente a la hemianopsia, el relativo a la visión restante, observándose lo dispuesto en el artículo 494.
- Trastornos de la movilidad ocular
323. Estrabismo por lesión muscular o alteración nerviosa correspondiente, sin diplopia, en pacientes que previamente carecían de fusión, de ..... 5 a 10%
324. Diplopia susceptible de corrección con prismas o posición compensadora de la cabeza, de ..... 5 a 20%
325. Diplopia en la parte inferior del campo, de ..... 10 a 25%
326. Diplopia no susceptible de corrección con prismas o posición compensadora de la cabeza, acompañada o no

de ptosis palpebral, con o sin oftalmoplegia interna, que amerita la oclusión de un ojo, de ..... 20 a 30%

327. Diplopia no susceptible de corregirse con prismas o mediante posición compensadora de la cabeza, por lesión nerviosa bilateral que limita los movimientos de ambos ojos y reduce el campo visual por la desviación, originando desviación de cabeza para fijar, además de la oclusión de un ojo, de ..... 40 a 50%

#### Otras lesiones

328. Afaquia unilateral corregible con lente de contacto:

Agregar 10% de incapacidad al porcentaje correspondiente a la disminución de la agudeza visual, sin que la suma sobrepase de 35% en trabajadores de mediana o baja exigencia visual, o de 45% en los de elevada exigencia visual.

329. Afaquia bilateral corregible con lentes tóricas o de contacto:

Agregar 25% de incapacidad al porcentaje correspondiente a la disminución de la agudeza visual, sin que la suma sobrepase el 100%, conforme a las estipulaciones del artículo 494.

330. Catarata traumática uni o bilateral inoperable: será indemnizada de acuerdo con la disminución de la agudeza visual.

331. Oftalmoplegia interna total unilateral, de ..... 10 a 15%

332. Bilateral, de ..... 15 a 30%

333. Midriasis, iridodiálisis o iridectomía en sector, cuando ocasionan trastornos funcionales, en un ojo..... 5%

334. En ambos ojos ..... 10%

335. Ptosis palpebral parcial unilateral, pupila descubierta, de ..... 5 a 10%

336. Ptosis palpebral o blefaroespasma unilaterales, no resueltos quirúrgicamente, cuando cubren el área pupilar: serán indemnizados de acuerdo con la disminución de la agudeza visual.

337. Ptosis palpebral bilateral, de ..... 20 a 70%

Estas incapacidades se basan en el grado de la visión, según que en posición primaria (mirada horizontal de frente) la pupila está más o menos descubierta.

338. Desviación de los bordes palpebrales (entropión, ectropión, triquiasis, cicatrices deformantes, simblefarón, anquiloblefarón), unilateral, de ..... 5 a 15%

339. Bilateral, de ..... 10 a 25%

#### Alteraciones de las vías lagrimales

340. Lagoftalmos cicatrizal o paralítico unilateral, de ..... 5 a 15%

341. Bilateral, de ..... 10 a 25%

342. Epífora, de ..... 5 a 15%

343. Fístulas lagrimales, de ..... 15 a 25%

#### Nariz

344. Mutilación parcial de la nariz, sin estenosis, no corregida plásticamente, de ..... 10 a 20%

345. Pérdida de la nariz sin estenosis, no reparada plásticamente, de ..... 30 a 40%

346. Cuando haya sido reparada plásticamente, de ..... 15 a 20%

347. Cuando la nariz quede reducida a muñón cicatrizal, con estenosis, de ..... 30 a 50%

#### Oídos

348. Pérdida o deformación excesiva del pabellón auricular, unilateral, de ..... 5 a 10%

349. Bilateral, de ..... 10 a 15%

350. Vértigo laberíntico traumático debidamente comprobado, de ..... 30 a 50%

#### Sorderas e hipoacusias profesionales

351. Se valorarán siguiendo las normas de la tabla siguiente:

% de hipoacusia % de incapacidad  
bilateral combinada permanente

10	10
15	14
20	17
25	20
30	25
35	30
40	35
45	40
50	45
55	50
60	55
65	60
70	65
75 a 100	70

Se recomienda la exploración por medio de la audiometría tonal, determinando la incapacidad funcional auditiva binaural, sin reducción por presbiacusia o estado anterior.

#### Cuello

352. Desviación (tortícolis, inflexión anterior) por retracción muscular o amplia cicatriz, de ..... 10 a 30%

353. Inflexión anterior cicatrizal, estando el mentón en contacto con el esternón, de ..... 40 a 60%

354. Estrechamientos cicatrizales de la laringe que produzcan disfonía, de ..... 10 a 20%

355. Que produzcan afonía sin disnea, de ..... 20 a 30%

356. Cuando produzcan disnea de grandes esfuerzos .... 10%

357. Cuando produzcan disnea de medianos o pequeños esfuerzos, de ..... 20 a 70%

358. Cuando produzcan disnea de reposo, de ..... 70 a 80%

359. Cuando por disnea se requiera el uso de cánula traqueal a permanencia, de ..... 70 a 90%

360. Cuando causen disfonía (o afonía) y disnea, de ..... 25 a 80%

361. Estrechamiento cicatrizal de la faringe con perturbación de la deglución, de ..... 20 a 40%

#### Tórax y contenido.

362. Secuelas discretas de fractura aislada del esternón ..... 10%

363. Con hundimiento o desviación, sin complicaciones profundas ..... 20%
364. Secuela de fracturas de una a tres costillas, con dolores permanentes al esfuerzo, de ..... 5 a 10%
365. De fracturas costales o condrales con callo deforme doloroso, y dificultad al esfuerzo torácico o abdominal, de ..... 10 a 15%
366. Con hundimiento y trastornos funcionales más acentuados, de ..... 20 a 30%
367. Adherencias y retracciones cicatrizales pleurales consecutivas a traumatismos, de ..... 20 a 30%
368. Secuelas postraumáticas con lesiones bronco-pulmonares, según el grado de lesión orgánica y de los trastornos funcionales residuales, de ..... 10 a 90%
369. Fibrosis neumoconiótica (radiológicamente, con opacidades lineales o reticulares generalizadas, u opacidades puntiformes grados 1 ó 2, u opacidades miliares grado 1, habitualmente), con función cardio-respiratoria sensiblemente normal, de ..... 5 a 10%
370. Fibrosis neumoconiótica (radiológicamente, con opacidades puntiformes grados 2 ó 3, u opacidades miliares grados 1 ó 2, u opacidades nodulares grado 1, habitualmente), con insuficiencia cardio-respiratoria ligera, parcial o completa, de ..... 10 a 25%
371. Fibrosis neumoconiótica (radiológicamente, con opacidades puntiformes grado 3, u opacidades miliares grados 2 ó 3, u opacidades nodulares grados 1, 2 ó 3, u opacidades confluentes grados A o B, habitualmente), con insuficiencia cardio-respiratoria media, de ..... 30 a 60%
372. Fibrosis neumoconiótica (radiológicamente, con opacidades miliares grado 3, u opacidades nodulares grado 2 ó 3, u opacidades confluentes grados B o C, habitualmente), con insuficiencia cardiorespiratoria acentuada o grave, de ..... 60 a 100%
373. Fibrosis neumoconiótica infectada de tuberculosis, clínica y bacteriológicamente curada: agregar 20% al monto de las incapacidades consignadas en las fracciones anteriores relativas, sin exceder del ..... 100%
374. Fibrosis neumoconiótica infectada de tuberculosis, no curada clínica ni bacteriológicamente, abierta ..... 100%
375. Las neumoconiosis no fibróticas y el efisema pulmonar, se valuarán según el grado de insuficiencia cardio-respiratoria, de acuerdo con los porcentajes señalados en las fracciones relativas anteriores.
376. Hernia diafragmática post-traumática no resuelta quirúrgicamente, de ..... 30 a 40%
377. Estrechamiento del esófago no resuelto quirúrgicamente, de ..... 20 a 70%
378. Adherencias pericárdicas post-traumáticas sin insuficiencia cardíaca, de ..... 10 a 20%
379. Con insuficiencia cardíaca, según su gravedad de ..... 20 a 100%

#### Abdomen

380. Hernia inguinal, crural o epigástrica inoperables, de ..... 10 a 20%
381. Las mismas, reproducidas después de tratamiento quirúrgico, de ..... 20 a 30%
382. Cicatrices viciosas de la pared abdominal que produzcan alguna incapacidad, de ..... 10 a 30%
383. Cicatrices con eventración, inoperables o no resueltas quirúrgicamente, de ..... 30 a 60%
384. Fístulas del tubo digestivo o de sus anexos, inoperables o cuando produzcan alguna incapacidad, de ..... 20 a 60%

385. Otras lesiones de los órganos contenidos en el abdomen, que produzcan como consecuencia alguna incapacidad probada, de ..... 30 a 80%

#### Aparato génito-urinario

386. Pérdida o atrofia de un testículo, de ..... 15 a 25%

387. De los dos testículos, tomando en consideración la edad, de ..... 40 a 100%

388. Pérdida total o parcial del pene, o disminución o pérdida de su función, de ..... 50 a 100%

389. Con estrechamiento del orificio uretral, perineal o hipogástrico, de ..... 70 a 100%

390. Prolapso uterino consecutivo a accidentes de trabajo, no resuelto quirúrgicamente, de ..... 50 a 70%

391. Por la pérdida de un seno, de ..... 20 a 30%

392. De los dos senos, de ..... 50 a 70%

393. Pérdida orgánica o funcional de un riñón estando normal el contra-lateral, tomando en cuenta el estado de la cicatriz parietal y la edad, de ..... 35 a 50%

394. Con perturbación funcional del riñón contra-lateral, tomando en cuenta el estado de la cicatriz parietal y la edad, de ..... 50 a 90%

395. Incontinencia de orina permanente, de ..... 30 a 40%

396. Estrechamiento franqueable de la uretra anterior, no resuelto quirúrgicamente, de ..... 30 a 40%

397. Estrechamiento franqueable por lesión incompleta de la uretra posterior, no resuelto quirúrgicamente ..... 60%

398. Estrechamiento infranqueable de la uretra, post-traumático, no resuelto quirúrgicamente, que obligue a efectuar la micción por un meato perineal o hipogástrico, de ..... 60 a 90%

#### Columna vertebral

##### Secuelas de traumatismo sin lesión medular.

399. Desviaciones persistentes de la cabeza o del tronco, con acentuado entorpecimiento de los movimientos, de ..... 30 a 50%

400. Escoliosis o cifosis extensa y permanente o rigidez permanente en rectitud de la columna, de ..... 30 a 40%

401. Saliente o depresión localizada, con dolores y entorpecimiento de los movimientos, de ..... 20 a 30%

##### Secuelas de traumatismos con lesión medular

402. Paraplegia ..... 100%

403. Paraparesia de los miembros inferiores, si la marcha es imposible, de ..... 70 a 90%

404. Si la marcha es posible con muletas, de ..... 50 a 70%

#### Clasificaciones diversas

405. Por enajenación mental que sea resultado de algún accidente o riesgo de trabajo ..... 100%

406. La pérdida de ambos ojos, ambos brazos arriba del codo, desarticulación de la cadera de ambos lados o de un brazo arriba del codo y de una pierna arriba de la rodilla del mismo lado, lesión medular por cualquier traumatismo que produzca parálisis completa de los miembros inferiores con trastornos esfinterianos, enajenación mental

incurable, se considerarán como incapacidad total permanente ..... 100%

407. Las deformaciones puramente estéticas, según su carácter, serán indemnizadas a juicio de la Junta de Conciliación y Arbitraje que corresponda, sólo en el caso de que en alguna forma disminuyan la capacidad de trabajo de la persona lesionada, teniendo en cuenta la profesión a que se dedica.

408. Las lesiones producidas por la acción de la energía radiante, serán indemnizadas de acuerdo con las modalidades especiales de la incapacidad, de ..... 20 a 100%

409. Las cicatrices producidas por amplias quemaduras de los tegumentos serán indemnizadas tomando en cuenta la extensión y la profundidad de las zonas cicatrizales, independientemente de las perturbaciones funcionales que acarreen en los segmentos adyacentes.

### Artículo 515

La Secretaría del Trabajo y Previsión Social realizará las investigaciones y estudios necesarios, a fin de que el Presidente de la República pueda iniciar ante el Poder Legislativo la adecuación periódica de las tablas a que se refieren los artículos 513 y 514 al progreso de la Medicina del Trabajo.

## TITULO DECIMO

### Prescripción

### Artículo 516

Las acciones de trabajo prescriben en un año, contado a partir del día siguiente a la fecha en que la obligación sea exigible, con las excepciones que se consignan en los artículos siguientes.

### Artículo 517

Prescriben en un mes:

I. Las acciones de los patrones para despedir a los trabajadores, para disciplinar sus faltas y para efectuar descuentos en sus salarios; y

II. Las acciones de los trabajadores para separarse del trabajo.

En los casos de la fracción I, la prescripción corre a partir, respectivamente, del día siguiente a la fecha en que se tenga conocimiento de la causa de la separación o de la falta, desde el momento en que se comprueben los errores cometidos, o las pérdidas o averías imputables al trabajador, o desde la fecha en que la deuda sea exigible.

En los casos de la fracción II, la prescripción corre a partir de la fecha en que se tenga conocimiento de la causa de separación.

### Artículo 518

Prescriben en dos meses las acciones de los trabajadores que sean separados del trabajo.

La prescripción corre a partir del día siguiente a la fecha de la separación.

### Artículo 519

Prescriben en dos años:

I. Las acciones de los trabajadores para reclamar el pago de indemnizaciones por riesgo de trabajo;

II. Las acciones de los beneficiarios en los casos de muerte por riesgos de trabajo; y

III. Las acciones para solicitar la ejecución de los laudos de las Juntas de Conciliación y Arbitraje y de los convenios celebrados ante ellas.

La prescripción corre, respectivamente, desde el momento en que se determine el grado de la incapacidad para el trabajo; desde la fecha de la muerte del trabajador, y desde el día siguiente al en que hubiese quedado notificado el laudo de la Junta o aprobado el convenio. Cuando el laudo imponga la obligación de reinstalar, el patrón podrá solicitar de la Junta que fije al trabajador un término no mayor de treinta días para que regrese al trabajo,

apercibiéndolo que de no hacerlo, podrá el patrón dar por terminada la relación de trabajo.

### Artículo 520

La prescripción no puede comenzar ni correr:

- I. Contra los incapaces mentales, sino cuando se haya discernido su tutela conforme a la ley; y
- II. Contra los trabajadores incorporados al servicio militar en tiempo de guerra.

### Artículo 521

La prescripción se interrumpe:

- I. Por la sola presentación de la demanda o de cualquiera promoción ante la Junta de Conciliación o ante la de Conciliación y Arbitraje, independientemente de la fecha de la notificación. No es obstáculo para la interrupción que la Junta sea incompetente; y
- II. Si la persona a cuyo favor corre la prescripción reconoce el derecho de aquella contra quien prescribe, de palabra, por escrito o por hechos indudables.

### Artículo 522

Para los efectos de la prescripción, los meses se regularán por el número de días que les corresponda. El primer día se contará completo, aún cuando no lo sea, pero el último debe ser completo y cuando sea feriado, no se tendrá por completa la prescripción sino cumplido el primero útil siguiente.

## TITULO DECIMO PRIMERO Autoridades del Trabajo y Servicios Sociales

### **CAPITULO I Disposiciones generales**

### Artículo 523

La aplicación de las normas de trabajo compete, en sus respectivas jurisdicciones:

- I. A la Secretaría del Trabajo y Previsión Social;
- II. A las Secretarías de Hacienda y Crédito Público y de Educación Pública;
- III. A las autoridades de las Entidades Federativas, y a sus Direcciones o Departamentos de Trabajo;
- IV. A la Procuraduría de la Defensa del Trabajo;
- V. Al Servicio Nacional del Empleo, Capacitación y Adiestramiento;
- VI. A la Inspección del Trabajo;
- VII. A la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos;
- VIII. A la Comisión Nacional para la Participación de los Trabajadores en las Utilidades de las Empresas;
- IX. A las Juntas Federales y Locales de Conciliación;
- X. A la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje;
- XI. A las Juntas Locales de Conciliación y Arbitraje; y
- XII. Al Jurado de Responsabilidades.

### Artículo 524

La Secretaría del Trabajo y Previsión Social y los Departamentos y Direcciones del Trabajo tendrán las atribuciones que les asignen sus leyes orgánicas y las normas de trabajo.

### **Artículo 525**

La Secretaría del Trabajo y Previsión Social organizará un Instituto del Trabajo, para la preparación y elevación del nivel cultural del personal técnico y administrativo.

### **Artículo 526**

Compete a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la intervención que le señala el Título Tercero, Capítulo VIII, y a la Secretaría de Educación Pública, la vigilancia del cumplimiento de las obligaciones que esta Ley impone a los patrones en materia educativa e intervenir coordinadamente con la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, en la capacitación y adiestramiento de los trabajadores, de acuerdo con lo dispuesto en el Capítulo IV de este Título.

## **CAPITULO II**

### **Competencia constitucional de las autoridades del trabajo**

### **Artículo 527**

La aplicación de las normas de trabajo corresponde a las autoridades federales, cuando se trate de:

I. Ramas Industriales:

1. Textil;
2. Eléctrica;
3. Cinematográfica;
4. Hulera;
5. Azucarera;
6. Minera;
7. Metalúrgica y siderúrgica, abarcando la explotación de los minerales básicos, el beneficio y la fundición de los mismos, así como la obtención de hierro metálico y acero a todas sus formas y ligas y los productos laminados de los mismos;
8. De hidrocarburos;
9. Petroquímica;
10. Cementera;
11. Calera;
12. Automotriz, incluyendo autopartes mecánicas o eléctricas;
13. Química, incluyendo la química farmacéutica y medicamentos;
14. De celulosa y papel;
15. De aceites y grasas vegetales;
16. Productora de alimentos, abarcando exclusivamente la fabricación de los que sean empacados, enlatados o envasados o que se destinen a ello;
17. Elaboradora de bebidas que sean envasadas o enlatadas o que se destinen a ello;
18. Ferrocarrilera;

19. Maderera básica que comprende la producción de aserradero y la fabricación de triplay o aglutinados de madera;

20. Vidriera, exclusivamente por lo que toca a la fabricación de vidrio plano, liso o labrado, o de envases de vidrio; y,

21. Tabacalera, que comprende el beneficio o fabricación de productos de tabaco.

## II. Empresas:

1. Aquéllas que sean administradas en forma directa o descentralizada por el Gobierno Federal;

2. Aquéllas que actúen en virtud de un contrato o concesión federal y las industrias que les sean conexas; y,

3. Aquéllas que ejecuten trabajos en zonas federales o que se encuentren bajo jurisdicción federal, en las aguas territoriales o en las comprendidas en la zona económica exclusiva de la Nación.

También corresponderá a las autoridades federales la aplicación de las normas de trabajo en los asuntos relativos a conflictos que afecten a dos o más Entidades Federativas; contratos colectivos que hayan sido declarados obligatorios en más de una Entidad Federativa; y, obligaciones patronales en las materias de capacitación y adiestramiento de sus trabajadores y de seguridad e higiene en los centros de trabajo.

### Artículo 527-A

En la aplicación de las normas de trabajo referentes a la capacitación y adiestramiento de los trabajadores y las relativas a seguridad e higiene en el trabajo, las autoridades de la Federación serán auxiliadas por las locales, tratándose de empresas o establecimientos que, en los demás aspectos derivados de las relaciones laborales, estén sujetos a la jurisdicción de estas últimas.

### Artículo 528

Para los efectos del punto 2 de la fracción II del artículo 527, son empresas conexas las relacionadas permanente y directamente para la elaboración de productos determinados o para la prestación unitaria de servicios.

### Artículo 529

En los casos no previstos por los artículos 527 y 528, la aplicación de las normas de trabajo corresponde a las autoridades de las Entidades Federativas.

De conformidad con lo dispuesto por el artículo 527-A, las autoridades de las Entidades Federativas deberán:

I. Poner a disposición de las Dependencias del Ejecutivo Federal competentes para aplicar esta Ley, la información que éstas les soliciten para estar en aptitud de cumplir sus funciones;

II. Participar en la integración y funcionamiento del respectivo Consejo Consultivo Estatal de Capacitación y Adiestramiento;

III. Participar en la integración y funcionamiento de la correspondiente Comisión Consultiva Estatal de Seguridad e Higiene en el Trabajo;

IV. Reportar a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social las violaciones que cometan los patrones en materia de seguridad e higiene y de capacitación y adiestramiento e intervenir en la ejecución de las medidas que se adopten para sancionar tales violaciones y para corregir las irregularidades en las empresas o establecimientos sujetos a jurisdicción local;

V. Coadyuvar con los correspondientes Comités Nacionales de Capacitación y Adiestramiento;

VI. Auxiliar en la realización de los trámites relativos a constancias de habilidades laborales; y,

VII. Previa determinación general o solicitud específica de las autoridades federales, adoptar aquellas otras medidas que resulten necesarias para auxiliarlas en los aspectos concernientes a tal determinación o solicitud.

## **CAPITULO III**

## **Procuraduría de la defensa del trabajo**

### **Artículo 530**

La procuraduría de la Defensa del Trabajo tiene las funciones siguientes:

- I. Representar o asesorar a los trabajadores y a sus sindicatos, siempre que lo soliciten, ante cualquier autoridad, en las cuestiones que se relacionen con la aplicación de las normas de trabajo;
- II. Interponer los recursos ordinarios y extraordinarios procedentes, para la defensa del trabajador o sindicato; y
- III. Proponer a las partes interesadas soluciones amistosas para el arreglo de sus conflictos y hacer constar los resultados en actas autorizadas.

### **Artículo 531**

La procuraduría de la Defensa del Trabajo se integrará con un Procurador General y con el número de Procuradores Auxiliares que se juzgue necesario para la defensa de los intereses de los trabajadores. Los nombramientos se harán por el Secretario del Trabajo y Previsión Social, por los Gobernadores de los Estados o por el Jefe del Departamento del Distrito Federal.

### **Artículo 532**

El Procurador General deberá satisfacer los requisitos siguientes:

- I. Ser mexicano, mayor de edad y estar en pleno ejercicio de sus derechos;
- II. Tener título legalmente expedido de licenciado en derecho y una práctica profesional no menor de tres años;
- III. Haberse distinguido en estudios de derecho del trabajo y de la seguridad social;
- IV. No pertenecer al estado eclesiástico; y
- V. No haber sido condenado por delito intencional sancionado con pena corporal.

### **Artículo 533**

Los Procuradores Auxiliares deberán satisfacer los requisitos señalados en las fracciones I, IV y V del artículo anterior y haber terminado los estudios correspondientes al tercer año o al sexto semestre de la carrera de licenciado en derecho, por lo menos.

### **Artículo 534**

Los servicios que preste la Procuraduría de la Defensa del Trabajo serán gratuitos.

### **Artículo 535**

Las Autoridades están obligadas a proporcionar a la Procuraduría de la Defensa del Trabajo, los datos e informes que solicite para el mejor desempeño de sus funciones.

### **Artículo 536**

Los reglamentos determinarán las atribuciones, la forma de su ejercicio y los deberes de la Procuraduría de la Defensa del Trabajo.

## **CAPITULO IV**

### **Del servicio nacional del empleo, capacitación y adiestramiento**

### **Artículo 537**

El Servicio Nacional del Empleo, Capacitación y Adiestramiento tendrá los siguientes objetivos:

- I. Estudiar y promover la generación de empleos;
- II. Promover y supervisar la colocación de los trabajadores;

III. Organizar, promover y supervisar la capacitación y el adiestramiento de los trabajadores; y,

IV. Registrar las constancias de habilidades laborales.

### Artículo 538

El Servicio Nacional del Empleo, Capacitación y Adiestramiento estará a cargo de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, por conducto de las unidades administrativas de la misma, a las que competan las funciones correspondientes, en los términos de su Reglamento Interior.

### Artículo 539

De conformidad con lo que dispone el artículo que antecede y para los efectos del 537, a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social corresponden las siguientes actividades:

I. En materia de promoción de empleos:

- a) Practicar estudios para determinar las causas del desempleo y del subempleo de la mano de obra rural y urbana;
- b) Analizar permanentemente el mercado de trabajo, estimando su volumen y sentido de crecimiento;
- c) Formular y actualizar permanentemente el Catálogo Nacional de Ocupaciones, en coordinación con la Secretaría de Educación Pública;
- d) Promover, directa o indirectamente, el aumento de las oportunidades de empleo;
- e) Practicar estudios y formular planes y proyectos para impulsar la ocupación en el país, así como procurar su correcta ejecución;
- f) Proponer lineamientos para orientar la formación profesional hacia las áreas con mayor demanda de mano de obra;
- g) Proponer la celebración de convenios en materia de empleo, entre la Federación y las Entidades Federativas; y,
- h) En general, realizar todas aquellas que las leyes y reglamentos encomienden a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social en esta materia.

II. En materia de colocación de trabajadores:

- a) Encauzar a los demandantes de trabajo hacia aquellas personas que requieran sus servicios, dirigiendo a los solicitantes más adecuados, por su preparación y aptitudes, hacia los empleos que les resulten más idóneos;
- b) Autorizar y registrar, en su caso, el funcionamiento de agencias privadas que se dediquen a la colocación de personas;
- c) Vigilar que las entidades privadas a que alude el inciso anterior, cumplan las obligaciones que les impongan esta ley, sus reglamentos y las disposiciones administrativas de las autoridades laborales;
- d) Intervenir, en coordinación con las respectivas Unidades Administrativas de las Secretarías de Gobernación, de Patrimonio y Fomento Industrial, de Comercio y de Relaciones Exteriores, en la contratación de los nacionales que vayan a prestar sus servicios en el extranjero;
- e) Proponer la celebración de convenios en materia de colocación de trabajadores, entre la Federación y las Entidades Federativas; y,
- f) En general, realizar todas aquellas que las leyes y reglamentos encomienden a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social en esta materia.

III. En materia de capacitación o adiestramiento de trabajadores:

- a) Cuidar de la oportuna constitución y el funcionamiento de las Comisiones Mixtas de Capacitación y Adiestramiento;

- b) Estudiar y, en su caso, sugerir, la expedición de Convocatorias para formar Comités Nacionales de Capacitación y Adiestramiento, en aquellas ramas industriales o actividades en que lo juzgue conveniente; así como la fijación de las bases relativas a la integración y funcionamiento de dichos Comités;
- c) Estudiar y, en su caso, sugerir, en relación con cada rama industrial o actividad, la expedición de criterios generales que señalen los requisitos que deban observar los planes y programas de capacitación y adiestramiento, oyendo la opinión del Comité Nacional de Capacitación y Adiestramiento que corresponda;
- d) Autorizar y registrar, en los términos del artículo 153-C, a las instituciones o escuelas que deseen impartir capacitación y adiestramiento a los trabajadores; supervisar su correcto desempeño; y, en su caso, revocar la autorización y cancelar el registro concedido;
- e) Aprobar, modificar o rechazar, según el caso, los planes y programas de capacitación o adiestramiento que los patrones presenten;
- f) Estudiar y sugerir el establecimiento de sistemas generales que permitan, capacitar o adiestrar a los trabajadores, conforme al procedimiento de adhesión, convencional a que se refiere el artículo 153-B;
- g) Dictaminar sobre las sanciones que deban imponerse por infracciones a las normas contenidas en el Capítulo III Bis del Título Cuarto;
- h) Establecer coordinación con la Secretaría de Educación Pública para implantar planes o programas sobre capacitación y adiestramiento para el trabajo y, en su caso, para la expedición de certificados conforme a lo dispuesto en esta Ley, en los ordenamientos educativos y demás disposiciones en vigor;
- i) En general, realizar todas aquéllas que las leyes y reglamentos encomienden a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social en esta materia.

#### IV. En materia de registro de constancias de habilidades laborales:

- a) Establecer registros de constancias relativas a trabajadores capacitados o adiestrados, dentro de cada una de las ramas industriales o actividades; y
- b) En general, realizar todas aquéllas que las leyes y reglamentos confieran a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social en esta materia.

#### **Artículo 539-A**

Para el cumplimiento de sus funciones en relación con las empresas o establecimientos que pertenezcan a ramas industriales o actividades de jurisdicción federal, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social será asesorada por un Consejo Consultivo integrado por representantes del Sector Público, de las organizaciones nacionales de trabajadores y de las organizaciones nacionales de patrones, a razón de cinco miembros por cada uno de ellos con sus respectivos suplentes.

Por el Sector Público participarán sendos representantes de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social; de la Secretaría de Educación Pública; de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial; de la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal y del Instituto Mexicano del Seguro Social.

Los representantes de las organizaciones obreras y de las patronales, serán designados conforme a las bases que expida la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

El Consejo Consultivo será presidido por el Secretario del Trabajo y Previsión Social; fungirá como Secretario del mismo, el funcionario que determine el Titular de la propia Secretaría; y su funcionamiento se regirá por el Reglamento que expida el propio Consejo.

#### **Artículo 539-B**

Cuando se trate de empresas o establecimientos sujetos a jurisdicción local y para la realización de las actividades a que se contraen las fracciones III y IV del artículo 539, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social será asesorada por Consejos Consultivos Estatales de Capacitación y Adiestramiento.

Los Consejos Consultivos Estatales estarán formados por el Gobernador de la Entidad Federativa correspondiente, quien los presidirá; sendos representantes de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, de la Secretaría de

Educación Pública y del Instituto Mexicano del Seguro Social; tres representantes de las organizaciones locales de trabajadores y tres representantes de las organizaciones patronales de la Entidad. El representante de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social fungirá como Secretario del Consejo.

La Secretaría del Trabajo y Previsión Social y el Gobernador de la Entidad Federativa que corresponda expedirán, conjuntamente, las bases conforme a las cuales deban designarse los representantes de los trabajadores y de los patrones en los Consejos Consultivos mencionados y formularán, al efecto, las invitaciones que se requieran.

Los Consejos Consultivos se sujetarán en lo que se refiere a su funcionamiento interno, al reglamento que al efecto expida cada una de ellos.

#### **Artículo 539-C**

Las autoridades laborales estatales auxiliarán a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, para el desempeño de sus funciones, de acuerdo a lo que establecen los artículos 527-A y 529.

#### **Artículo 539-D**

El servicio para la colocación de los trabajadores será invariablemente gratuito para ellos y será proporcionado, según el régimen de aplicación de esta Ley, por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social o por los órganos competentes de las Entidades Federativas, de conformidad con lo establecido por la fracción II del artículo 539, en ambos casos.

#### **Artículo 539-E**

Podrán participar en la prestación del servicio a que se refiere el artículo anterior, otras dependencias oficiales, instituciones docentes, organizaciones sindicales o patronales, instituciones de beneficencia y demás asociaciones civiles que no persigan fines de lucro. En estos casos, lo harán del conocimiento de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social para fines de registro y control y para que esté en posibilidad de coordinar las acciones en esta materia.

#### **Artículo 539-F**

Las autorizaciones para el funcionamiento de agencias de colocaciones, con fines lucrativos, sólo podrán otorgarse excepcionalmente, para la contratación de trabajadores que deban realizar trabajos especiales.

Dichas autorizaciones se otorgarán previa solicitud del interesado, cuando a juicio de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social se justifique la prestación del servicio por particulares y una vez que se satisfagan los requisitos que al efecto se señalen. En estos casos, de acuerdo con lo establecido en el artículo 539-D, el servicio deberá ser gratuito para los trabajadores y las tarifas conforme a las cuales se presten, deberán ser previamente fijadas por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

## **CAPITULO V**

### **Inspección del trabajo**

#### **Artículo 540**

La Inspección del Trabajo tiene las funciones siguientes:

- I. Vigilar el cumplimiento de las normas de trabajo;
- II. Facilitar información técnica y asesorar a los trabajadores y a los patrones sobre la manera más efectiva de cumplir las normas de trabajo;
- III. Poner en conocimiento de la autoridad las deficiencias y las violaciones a las normas de trabajo que observe en las empresas y establecimientos;
- IV. Realizar los estudios y acopiar los datos que le soliciten las autoridades y los que juzgue conveniente para procurar la armonía de las relaciones entre trabajadores y patrones; y
- V. Las demás que le confieran las leyes.

#### **Artículo 541**

Los Inspectores del Trabajo tienen los deberes y atribuciones siguientes:

I. Vigilar el cumplimiento de las normas de trabajo, especialmente de las que establecen los derechos y obligaciones de trabajadores y patrones, de las que reglamentan el trabajo de las mujeres y los menores, y de las que determinan las medidas preventivas de riesgos de trabajo, seguridad e higiene;

II. Visitar las empresas y establecimientos durante las horas de trabajo, diurno o nocturno, previa identificación;

III. Interrogar, solos o ante testigos, a los trabajadores y patrones, sobre cualquier asunto relacionado con la aplicación de las normas de trabajo;

IV. Exigir la presentación de libros, registros u otros documentos, a que obliguen las normas de trabajo;

V. Sugerir se corrijan las violaciones a las condiciones de trabajo;

VI. Sugerir se eliminen los defectos comprobados en las instalaciones y métodos de trabajo cuando constituyan una violación de las normas de trabajo o un peligro para la seguridad o salud de los trabajadores, y la adopción de las medidas de aplicación inmediata en caso de peligro inminente;

VII. Examinar las substancias y materiales utilizados en las empresas y establecimientos cuando se trate de trabajos peligrosos; y

VIII. Los demás que les confieran las leyes.

Los Inspectores del Trabajo deberán cumplir puntualmente las instrucciones que reciban de sus superiores jerárquicos en relación con el ejercicio de sus funciones.

#### Artículo 542

Los Inspectores del Trabajo tienen las obligaciones siguientes:

I. Identificarse con credencial debidamente autorizada, ante los trabajadores y los patrones;

II. Inspeccionar periódicamente las empresas y establecimientos;

III. Practicar inspecciones extraordinarias cuando sean requeridos por sus superiores o cuando reciban alguna denuncia respecto de violaciones a las normas de trabajo;

IV. Levantar acta de cada inspección que practiquen, con intervención de los trabajadores y del patrón, haciendo constar las deficiencias y violaciones a las normas de trabajo, entregar una copia a las partes que hayan intervenido y turnarla a la autoridad que corresponda; y

V. Las demás que les impongan las leyes.

#### Artículo 543

Los hechos certificados por los Inspectores del Trabajo en las actas que levanten en ejercicio de sus funciones, se tendrán por ciertos mientras no se demuestre lo contrario.

#### Artículo 544

Queda prohibido a los Inspectores de Trabajo:

I. Tener interés directo o indirecto en las empresas o establecimientos sujetos a su vigilancia;

II. Revelar los secretos industriales o comerciales y los procedimientos de fabricación y explotación de que se enteren en el ejercicio de sus funciones; y

III. Representar o patrocinar a los trabajadores o a los patrones en los conflictos de trabajo.

#### Artículo 545

La Inspección del Trabajo se integrará con un Director General y con el número de Inspectores, hombres y mujeres, que se juzgue necesario para el cumplimiento de las funciones que se mencionan en el artículo 540. Los nombramientos se harán por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social y por los Gobiernos de las Entidades Federativas.

### Artículo 546

Para ser Inspector del Trabajo se requiere:

- I. Ser mexicano, mayor de edad, y estar en pleno ejercicio de sus derechos;
- II. Haber terminado la educación secundaria;
- III. No pertenecer a las organizaciones de trabajadores o de patrones;
- IV. Demostrar conocimientos suficientes de derecho del trabajo y de la seguridad social y tener la preparación técnica necesaria para el ejercicio de sus funciones;
- V. No pertenecer al estado eclesiástico; y
- VI. No haber sido condenado por delito intencional sancionado con pena corporal.

### Artículo 547

Son causas especiales de responsabilidad de los Inspectores del trabajo:

- I. No practicar las inspecciones a que se refiere el artículo 542, fracciones II y III;
- II. Asentar hechos falsos en las actas que levanten;
- III. La violación de las prohibiciones a que se refiere el artículo 544;
- IV. Recibir directa o indirectamente cualquier dádiva de los trabajadores o de los patrones;
- V. No cumplir las órdenes recibidas de su superior jerárquico; y
- VI. No denunciar al Ministerio Público, al patrón de una negociación industrial, agrícola, minera, comercial o de servicios que omita el pago o haya dejado de pagar el salario mínimo general a un trabajador a su servicio.

### Artículo 548

Las sanciones que pueden imponerse a los Inspectores del Trabajo, independientemente de lo que dispongan las leyes penales, son:

- I. Amonestación;
- II. Suspensión hasta por tres meses; y
- III. Destitución.

### Artículo 549

En la imposición de las sanciones se observarán las normas siguientes:

- I. El Director General practicará una investigación con audiencia del interesado;
- II. El Director General podrá imponer las sanciones señaladas en el artículo anterior, fracciones I y II; y
- III. Cuando a juicio del Director General la sanción aplicable sea la destitución, dará cuenta al Secretario del Trabajo y Previsión Social, al Gobernador del Estado o Territorio o al Jefe del Departamento del Distrito Federal, para su decisión.

### Artículo 550

Los reglamentos determinarán las atribuciones, la forma de su ejercicio y los deberes de la Inspección del Trabajo.

## **CAPITULO VI**

### **Comisión nacional de los salarios mínimos**

### Artículo 551

La Comisión Nacional de los Salarios Mínimos funcionará con un Presidente, un Consejo de Representantes y una Dirección Técnica.

### Artículo 552

El Presidente de la Comisión será nombrado por el Presidente de la República y deberá satisfacer los requisitos siguientes:

- I. Ser mexicano, mayor de treinta y cinco años de edad y estar en pleno ejercicio de sus derechos;
- II. Poseer título legalmente expedido de licenciado en derecho o en economía;
- III. Haberse distinguido en estudios de derecho del trabajo y económicos;
- IV. No pertenecer al estado eclesiástico; y
- V. No haber sido condenado por delito intencional sancionado con pena corporal.

### Artículo 553

El Presidente de la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos tiene los deberes y atribuciones siguientes:

- I. Someter al Consejo de Representantes el plan anual de trabajo preparado por la Dirección Técnica;
- II. Reunirse con el Director y los Asesores Técnicos, una vez al mes, por lo menos; vigilar el desarrollo del plan de trabajo que efectúen las investigaciones y estudios complementarios que juzgue conveniente;
- III. Informar periódicamente al Secretario del Trabajo y Previsión Social de las actividades de la Comisión;
- IV. Citar y presidir las sesiones del Consejo de Representantes;
- V. Disponer la organización y vigilar el funcionamiento de las Comisiones Consultivas de la Comisión Nacional;
- VI. Presidir los trabajos de las Comisiones Consultivas o designar, en su caso, a quienes deban presidirlos;
- VII. Los demás que le confieran las leyes.

### Artículo 554

El Consejo de Representantes se integrará:

- I. Con la representación del gobierno, compuesta del Presidente de la Comisión, que será también el Presidente del Consejo y que tendrá el voto del gobierno, y de dos asesores, con voz informativa, designados por el Secretario del Trabajo y Previsión Social;
- II. Con un número igual, no menor de cinco, ni mayor de quince, de representantes propietarios y suplentes de los trabajadores sindicalizados y de los patrones, designados cada cuatro años, de conformidad con la convocatoria que al efecto expida la Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Si los trabajadores o los patrones no hacen la designación de sus representantes, la hará la misma Secretaría del Trabajo y Previsión Social, debiendo recaer en trabajadores o patrones; y
- III. El Consejo de Representantes deberá quedar integrado el primero de julio del año que corresponda, a más tardar.

### Artículo 555

Los representantes asesores a que se refiere la fracción I del artículo anterior, deberán satisfacer los requisitos siguientes:

- I. Ser mexicanos, mayores de treinta años de edad y estar en pleno ejercicio de sus derechos;

- II. Poseer título legalmente expedido de licenciado en derecho o en economía;
- III. No pertenecer al estado eclesiástico; y
- IV. No haber sido condenados por delito intencional sancionado con pena corporal.

#### Artículo 556

Los representantes de los trabajadores y de los patrones deberán satisfacer los requisitos siguientes:

- I. Ser mexicanos, mayores de veinticinco años y estar en pleno ejercicio de sus derechos;
- II. No pertenecer al estado eclesiástico; y
- III. No haber sido condenados por delito intencional sancionado con pena corporal.

#### Artículo 557

El Consejo de Representantes tiene los deberes y atribuciones siguientes:

- I. Determinar, en la primera sesión, su forma de trabajo y la frecuencia de las sesiones;
- II. Aprobar anualmente el plan de trabajo de la Dirección Técnica;
- III. Conocer el dictamen formulado por la Dirección Técnica y dictar resolución en la que se determinen o modifiquen las áreas geográficas en las que regirán los salarios mínimos. La resolución se publicará en el Diario Oficial de la Federación;
- IV. Practicar y realizar directamente las investigaciones y estudios que juzgue conveniente y solicitar de la Dirección Técnica que efectúe investigaciones y estudios complementarios;
- V. Designar una o varias comisiones o técnicos para que practiquen investigaciones o realicen estudios especiales;
- VI. Aprobar la creación de comisiones consultivas de la Comisión Nacional y determinar las bases para su integración y funcionamiento.
- VII. Conocer las opiniones que formulen las comisiones consultivas al término de sus trabajos;
- VIII. Fijar los salarios mínimos generales y profesionales; y
- IX. Los demás que le confieran las leyes.

#### Artículo 558

La Dirección Técnica se integrará:

- I. Con un Director, nombrado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social;
- II. Con el número de Asesores Técnicos que nombre la misma Secretaría; y
- III. Con un número igual, determinado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social de Asesores Técnicos Auxiliares, designados por los representantes de los trabajadores y de los patrones. Estos asesores disfrutarán, con cargo al Presupuesto de Egresos de la Federación, de la misma retribución que se pague a los nombrados por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

#### Artículo 559

La designación de Asesor Técnico Auxiliar a que se refiere la fracción III del artículo anterior, es revocable en cualquier tiempo, a petición del cincuenta y uno por ciento de los trabajadores o patrones que la hubiesen hecho. La solicitud se remitirá a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, la que después de comprobar el requisito de la mayoría, hará la declaratoria correspondiente. La solicitud deberá contener el nombre y domicilio de la persona que deba desempeñar el cargo.

#### Artículo 560

El Director, los Asesores Técnicos y los Asesores Técnicos Auxiliares, deberán satisfacer los requisitos siguientes:

- I. Ser mexicanos, mayores de veinticinco años y estar en pleno ejercicio de sus derechos;
- II. Poseer título legalmente expedido de licenciado en derecho o en economía;
- III. No pertenecer al estado eclesiástico; y
- IV. No haber sido condenados por delito intencional sancionado con pena corporal.

### Artículo 561

La Dirección Técnica tiene los deberes y atribuciones siguientes:

- I. Realizar los estudios técnicos necesarios y apropiados para determinar la división de la República en áreas geográficas, formular un dictamen y proponerlo al Consejo de Representantes;
- II. Proponer al Consejo de Representantes modificaciones a la División de la República en áreas geográficas y a la integración de las mismas; siempre que existan circunstancias que lo justifiquen;
- III. Practicar las investigaciones y realizar los estudios necesarios y apropiados para que el Consejo de Representantes pueda fijar los salarios mínimos;
- IV. Sugerir la fijación de los salarios mínimos profesionales;
- V. Publicar regularmente las fluctuaciones ocurridas en los precios y sus repercusiones en el costo de la vida para las principales localidades del país;
- VI. Resolver, previa orden del Presidente, las consultas que se le formulen en relación con las fluctuaciones de los precios y sus repercusiones en el poder adquisitivo de los salarios;
- VII. Apoyar los trabajos técnicos e investigaciones de las Comisiones Consultivas; y
- VIII. Los demás que le confieran las leyes.

### Artículo 562

Para cumplir las atribuciones a que se refiere la fracción III del artículo anterior, la Dirección Técnica deberá:

- I. Practicar y realizar las investigaciones y estudios necesarios y apropiados para determinar, por lo menos:
  - a) La situación económica general del país.
  - b) Los cambios de mayor importancia que se hayan observado en las diversas actividades económicas.
  - c) Las variaciones en el costo de la vida por familia.
  - d) Las condiciones del mercado de trabajo y las estructuras salariales.
- II. Realizar periódicamente las investigaciones y estudios necesarios para determinar:
  - a) El presupuesto indispensable para la satisfacción de las siguientes necesidades de cada familia, entre otras: las de orden material, tales como la habitación, menaje de casa, alimentación, vestido y transporte; las de carácter social y cultural, tales como concurrencia a espectáculos, práctica de deportes, asistencia a escuelas de capacitación, bibliotecas y otros centros de cultura; y las relacionadas con la educación de los hijos.
  - b) Las condiciones de vida y de trabajo de los trabajadores de salario mínimo.
- III. Solicitar toda clase de informes y estudios de las instituciones oficiales, federales y estatales y de las particulares que se ocupen de problemas económicos, tales como los institutos de investigaciones sociales y económicas, las organizaciones sindicales, las cámaras de comercio, las de industria y otras instituciones semejantes;
- IV. Recibir y considerar los estudios, informes y sugerencias que le presenten los trabajadores y los patrones; y

V. Preparar un informe de las investigaciones y estudios que hubiese efectuado y de los presentados por los trabajadores y los patrones y someterlo a la consideración del Consejo de Representantes.

### **Artículo 563**

El Director Técnico tiene los deberes y atribuciones siguientes:

I. Coordinar los trabajos de los asesores;

II. Informar periódicamente al Presidente de la Comisión y al Consejo de Representantes, del estado de los trabajos y sugerir se lleven a cabo investigaciones y estudios complementarios;

III. Actuar como Secretario del Consejo de Representantes; y

IV. Disponer, previo acuerdo con el Presidente de la Comisión Nacional, la integración oportuna de los Secretariados Técnicos de las Comisiones Consultivas; y

V. Los demás que le confieran las leyes.

## **CAPITULO VII**

### **Comisiones consultivas de la comisión nacional de los salarios mínimos**

### **Artículo 564**

El Presidente de la Comisión Nacional determinará, en cada caso, las bases de organización y funcionamiento de las Comisiones Consultivas.

### **Artículo 565**

Las Comisiones Consultivas se integrarán de conformidad con las disposiciones siguientes:

I. Con un presidente;

II. Con un número igual de representantes de los trabajadores y de los patrones, no menor de tres ni mayor de cinco, designados de acuerdo a lo dispuesto en el Capítulo II del Título Trece de esta Ley;

III. Con los asesores técnicos y especialistas que se considere conveniente, designados por el Presidente de la Comisión Nacional; y

IV. Con un Secretariado Técnico.

### **Artículo 566**

Los representantes de los trabajadores y de los patrones deberán satisfacer los requisitos señalados en el artículo 556.

### **Artículo 567**

Las Comisiones Consultivas tendrán los deberes y atribuciones siguientes:

I. Determinar en la primera sesión su forma de trabajo y la frecuencia de sus reuniones;

II. Aprobar el Plan de Trabajo que formule el Secretariado Técnico y solicitarle, en su caso, la realización de investigaciones y estudios complementarios;

III. Practicar y realizar directamente las investigaciones que juzgue pertinentes para el mejor cumplimiento de su función;

IV. Solicitar directamente, cuando lo juzgue conveniente, los informes y estudios a que se refiere el artículo 562, Fracción III;

V. Solicitar la opinión de organizaciones de trabajadores, de patrones y en general de cualquier entidad pública o

privada;

VI. Recibir las sugerencias y estudios que le presenten los trabajadores, los patrones y en general cualquier entidad pública o privada;

VII. Allegarse todos los elementos que juzguen necesarios y apropiados para el cumplimiento de su objeto;

VIII. Emitir un informe con las opiniones y recomendaciones que juzgue pertinentes en relación con las materias de su competencia; y

IX. Los demás que les confieran las leyes.

### **Artículo 568**

El Presidente de la Comisión Consultiva tendrá los deberes y atribuciones siguientes:

I. Citar y presidir las sesiones de la Comisión;

II. Someter a la Comisión Consultiva el Plan de Trabajo que formule el Secretariado Técnico y vigilar su desarrollo;

III. Informar periódicamente al Presidente de la Comisión Nacional, en su caso, del desarrollo de los trabajos de la Comisión Consultiva y hacer de su conocimiento la terminación de los mismos;

IV. Presentar al Consejo de Representantes por conducto del Presidente de la Comisión Nacional los resultados de los trabajos de la Comisión Consultiva; y

V. Los demás que le confieran las leyes.

### **Artículo 569**

El Secretariado Técnico de la Comisión Consultiva tendrá los deberes y atribuciones siguientes:

I. Practicar las investigaciones y realizar los estudios previstos en el Plan de Trabajo aprobado por la Comisión Consultiva y los que posteriormente se le encomienden;

II. Solicitar toda clase de informes y estudios de dependencias e instituciones oficiales y entidades públicas y privadas relacionadas con la materia objeto de sus trabajos;

III. Recibir y considerar los estudios, informes y sugerencias que le presenten los trabajadores y los patrones;

IV. Allegarse todos los demás elementos que juzgue necesarios o apropiados;

V. Preparar los documentos de trabajo e informes que requiera la Comisión;

VI. Preparar un informe final que deberá contener los resultados de las investigaciones y estudios efectuados y un resumen de las sugerencias y estudios de los trabajadores y patrones y someterlo a la consideración de la Comisión Consultiva; y

VII. Los demás que le confieran las leyes.

## **CAPITULO VIII**

### **Procedimiento ante la comisión nacional de los salarios mínimos**

#### **Artículo 570**

Los salarios mínimos se fijarán cada año y comenzarán a regir el primero de enero del año siguiente.

Los salarios mínimos podrán revisarse en cualquier momento en el curso de su vigencia siempre que existan circunstancias económicas que lo justifiquen:

I. Por iniciativa del Secretario del Trabajo y Previsión Social quien formulará al Presidente de la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos solicitud por escrito que contenga exposición de los hechos que la motiven; o

II. A solicitud de los sindicatos, federaciones y confederaciones de trabajadores o de los patrones previo cumplimiento de los siguientes requisitos:

a) La solicitud deberá presentarse a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social por los sindicatos, federaciones y confederaciones que representen el cincuenta y uno por ciento de los trabajadores sindicalizados, por lo menos, o por los patrones que tengan a su servicio por lo menos dicho Porcentaje de trabajadores.

b) La solicitud contendrá una exposición de los fundamentos que la justifiquen y podrá acompañarse de los estudios y documentos que correspondan.

c) El Secretario del Trabajo y Previsión Social, dentro de los cinco días siguientes a la fecha en que reciba la solicitud correspondiente y previa certificación de la mayoría a que se refiere el inciso a) de este artículo, la hará llegar al Presidente de la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos con los estudios y documentos que la acompañen.

### Artículo 571

En la fijación de los salarios mínimos a que se refiere el primer párrafo del artículo 570 se observarán las normas siguientes:

I. Los trabajadores y los patrones dispondrán de un término que vencerá el último de noviembre para presentar los estudios que juzguen convenientes;

II. La Dirección Técnica presentará a la consideración del Consejo de Representantes, a más tarde el último día de noviembre, el Informe al que se refiere la fracción V del artículo 562 de esta Ley;

III. El Consejo de Representantes, durante el mes de Diciembre y antes del último día hábil del mismo mes, dictará resolución en la que fije los salarios mínimos, después de estudiar el informe de la Dirección Técnica, y las opiniones, estudios e investigaciones presentadas por los trabajadores y los patrones. Para tal efecto podrá realizar directamente las investigaciones y estudios que juzgue convenientes y solicitar a la Dirección Técnica información complementaria;

IV. La Comisión Nacional expresará en su resolución los fundamentos que la justifiquen; y

V. Dictada la resolución, el Presidente de la Comisión ordenará su publicación en el Diario Oficial de la Federación la que deberá hacerse a más tardar el treinta y uno de Diciembre.

### Artículo 572

(Se deroga).

### Artículo 573

En la revisión de los salarios mínimos a la que se refiere el segundo párrafo del artículo 570 de la Ley se observarán los siguientes procedimientos:

I. El Presidente de la Comisión Nacional, dentro de los tres días siguientes a la fecha en que haya recibido la solicitud del Secretario del Trabajo y Previsión Social, o en su caso la que le hayan presentado las organizaciones de trabajadores o los patrones, convocará al Consejo de Representantes para estudiar la solicitud y decidir si los fundamentos que la apoyan son suficientes para iniciar el proceso de revisión. Si la resolución es en sentido afirmativo ordenará a la Dirección Técnica la preparación de un informe que considere el movimiento de los precios y sus repercusiones en el poder adquisitivo de los salarios mínimos; así como los datos más significativos de la situación económica nacional para que el Consejo de Representantes pueda disponer de la información necesaria para revisar los salarios mínimos vigentes y fijar, en su caso, los que deben establecerse. Si su resolución es negativa la pondrá en conocimiento del Secretario del Trabajo y Previsión Social;

II. La Dirección Técnica dispondrá de un término de cinco días, a partir de la fecha en que hubiera sido instruida por el Presidente de la Comisión Nacional, para elaborar el informe a que se refiere la fracción anterior y hacerlo llegar al Consejo de Representantes por conducto del Presidente de la Comisión;

III. El Consejo de Representantes, dentro de los tres días siguientes a la fecha en que reciba el informe de la Dirección Técnica dictará la resolución que corresponda fijando, en su caso, los salarios mínimos que deban establecerse;

IV. La resolución de la Comisión Nacional establecerá la fecha en que deba iniciarse la vigencia de los nuevos salarios mínimos que se fijen, la cual no podrá ser posterior a diez días contados a partir de la fecha en que se emita la resolución; y

V. El Presidente de la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos ordenará la publicación de la Resolución en el Diario Oficial de la Federación dentro de los tres días siguientes a la fecha en que se haya emitido

#### **Artículo 574**

En los procedimientos a que se refiere este Capítulo se observarán las normas siguientes:

I. Para que pueda sesionar el Consejo de Representantes de la Comisión Nacional será necesario que ocurra el cincuenta y uno por ciento del total de sus miembros, por lo menos;

II. Si uno o más representantes de los trabajadores o de los patrones deja de concurrir a alguna sesión, se llamará a los suplentes, si éstos no concurren a la sesión para la que fueron llamados, el Presidente de la Comisión dará cuenta al Secretario del Trabajo y Previsión Social para que haga la designación de la persona o personas que deban integrar la Comisión en sustitución de los faltistas;

III. Las decisiones se tomarán por mayoría de votos de los miembros presentes. En caso de empate, los votos de los ausentes se sumaran al del Presidente de la Comisión; y

IV. De cada sesión se levantará un acta, donde suscribirán el Presidente y el Secretario.

### **CAPITULO IX**

## **Comisión nacional para la participación de los trabajadores en las utilidades de las empresas**

#### **Artículo 575**

La Comisión Nacional para la Participación de los Trabajadores en las Utilidades de las Empresas se integrará y funcionará para determinar el porcentaje correspondiente y para proceder a su revisión, de conformidad con lo dispuesto en este capítulo.

#### **Artículo 576**

La Comisión funcionará con un Presidente, un Consejo de Representantes y una Dirección Técnica.

#### **Artículo 577**

El Presidente de la Comisión será nombrado por el Presidente de la República y deberá satisfacer los requisitos señalados en el artículo 552.

#### **Artículo 578**

El Presidente de la Comisión tiene los deberes y atribuciones siguientes:

I. Someter al Consejo de Representantes el plan de trabajo de la Dirección Técnica, que debe comprender todos los estudios e investigaciones necesarias y apropiados para conocer las condiciones generales de la economía nacional;

II. Reunirse con el Director y Asesores Técnicos, una vez al mes, por lo menos, y vigilar el desarrollo del plan de trabajo;

III. Informar periódicamente al Secretario del Trabajo y Previsión Social de las actividades de la Comisión;

IV. Citar y presidir las sesiones del Consejo de Representantes; y

V. Los demás que le confieran las leyes.

#### **Artículo 579**

El Consejo de Representantes se integrará:

I. Con la representación del gobierno, compuesta del Presidente de la Comisión, que será también el Presidente del Consejo y que tendrá el voto del gobierno, y de dos asesores, con voz informativa, designados por el Secretario del

Trabajo y Previsión Social; y

II. Con un número igual, no menor de dos ni mayor de cinco, de representantes propietarios y suplentes de los trabajadores sindicalizados y de los patrones, designados de conformidad con la convocatoria que al efecto expida la Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Si los trabajadores y los patrones no hacen la designación de representantes, la misma Secretaría hará las designaciones correspondientes, que deberán recaer en trabajadores o patrones.

### **Artículo 580**

Los representantes asesores a que se refiere la fracción I del artículo anterior, deberán satisfacer los requisitos señalados en el artículo 555.

Los representantes de los trabajadores y de los patrones a que se refiere la fracción II del artículo anterior, deberán satisfacer los requisitos señalados en el artículo 556.

### **Artículo 581**

El Consejo de Representantes tiene los deberes y atribuciones siguientes:

I. Determinar, dentro de los quince días siguientes a su instalación, su forma de trabajo y la frecuencia de las sesiones,

II. Aprobar el plan de trabajo de la Dirección Técnica y solicitar de la misma que efectúe investigaciones y estudios complementarios;

III. Practicar y realizar directamente las investigaciones y estudios que juzgue conveniente para el mejor cumplimiento de su función;

IV. Solicitar directamente, cuando lo juzgue conveniente, los informes y estudios a que se refiere el artículo 584, fracción II;

V. Solicitar la opinión de las asociaciones de trabajadores y patrones;

VI. Recibir las sugerencias y estudios que le presenten los trabajadores y los patrones;

VII. Designar una o varias comisiones o técnicos para que practiquen investigaciones y realicen estudios especiales;

VIII. Allegarse todos los demás elementos que juzgue necesarios o apropiados;

IX. Determinar y revisar el porcentaje que deba corresponder a los trabajadores en las utilidades de las empresas; y

X. Los demás que le confieran las leyes.

### **Artículo 582**

La Dirección Técnica se integrará:

I. Con un Director, nombrado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social;

II. Con el número de asesores técnicos que nombre la misma Secretaría; y

III. Con un número igual, determinado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, de Asesores Técnicos Auxiliares, designados por los representantes de los trabajadores y de los patrones. Estos asesores disfrutarán, con cargo al Presupuesto de Egresos de la Federación, de la misma retribución que se pague a los nombrados por la Secretaría.

### **Artículo 583**

El Director, los Asesores Técnicos y los Asesores Técnicos Auxiliares, deberán satisfacer los requisitos señalados en el artículo 560. Es aplicable a los Asesores auxiliares lo dispuesto en el artículo 559.

### **Artículo 584**

La Dirección Técnica tiene los deberes y atribuciones siguientes:

I. Practicar las investigaciones y realizar los estudios previstos en el plan de trabajo aprobado por el Consejo de Representantes y los que posteriormente se le encomienden;

II. Solicitar toda clase de informes y estudios de las instituciones oficiales, federales o estatales y de las particulares que se ocupen de problemas económicos, tales como los institutos de investigaciones sociales y económicas, las organizaciones sindicales, las cámaras de comercio, las de industria y otras instituciones semejantes.

III. Recibir y considerar los estudios, informes y sugerencias que le presenten los trabajadores y los patrones;

IV. Allegarse todos los demás elementos que juzgue necesarios o apropiados;

V. Preparar un informe, que debe contener los resultados de las investigaciones y estudios efectuados y un resumen de las sugerencias y estudios de los trabajadores y patrones y someterlo a la consideración del Consejo de Representantes; y

VI. Los demás que le confieran las leyes.

### **Artículo 585**

El Director Técnico tiene los deberes y atribuciones siguientes:

I. Coordinar los trabajos de los Asesores;

II. Informar periódicamente al Presidente de la Comisión y al Consejo de Representantes, del estado de los trabajos y sugerir se lleven a cabo investigaciones y estudios complementarios;

III. Actuar como Secretario del Consejo de Representantes; y

IV. Los demás que le confieran las leyes.

### **Artículo 586**

En el funcionamiento de la Comisión se observarán las normas siguientes:

I. El Presidente publicará un aviso en el Diario Oficial, concediendo a los trabajadores y a los patrones un término de tres meses para que presenten sugerencias y estudios, acompañados de las pruebas y documentos correspondientes;

II. La Comisión dispondrá del término de ocho meses para que la Dirección Técnica desarrolle el plan de trabajo aprobado por el Consejo de Representantes y para que éste cumpla las atribuciones señaladas en el artículo 581, fracciones III a VIII;

III. El Consejo de Representantes dictará la resolución dentro del mes siguiente;

IV. La resolución expresará los fundamentos que la justifiquen. El Consejo de Representantes tomará en consideración lo dispuesto en el artículo 118, el informe de la Dirección Técnica, las investigaciones y estudios que hubiese efectuado y las sugerencias y estudios presentados por los trabajadores y los patrones;

V. La resolución fijará el porcentaje que deba corresponder a los trabajadores sobre la renta gravable, sin hacer ninguna deducción ni establecer diferencias entre las empresas; y

VI. El Presidente ordenará se publique la resolución en el Diario Oficial de la Federación, dentro de los cinco días siguientes.

### **Artículo 587**

Para la revisión del porcentaje, la Comisión se reunirá:

I. Por convocatoria expedida por el Secretario del Trabajo y Previsión Social, cuando existan estudios e investigaciones que lo justifiquen; y

II. A solicitud de los sindicatos, federaciones o confederaciones de trabajadores o de los patrones, previo cumplimiento de los requisitos siguientes:

a) La solicitud deberá presentarse a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social por los sindicatos, federaciones o confederaciones que representen el cincuenta y uno por ciento de los trabajadores sindicalizados, por lo menos, o por los patrones que tengan a su servicio dicho porcentaje de trabajadores.

b) La solicitud contendrá una exposición de las causas y fundamentos que la justifiquen e irá acompañada de los estudios y documentos correspondientes.

c) La Secretaría del Trabajo y Previsión Social, dentro de los noventa días siguientes, verificará el requisito de la mayoría.

d) Verificado dicho requisito, la misma Secretaría, dentro de los treinta días siguientes, convocará a los trabajadores y patrones para la elección de sus representantes.

### **Artículo 588**

En el procedimiento de revisión se observarán las normas siguientes:

I. El Consejo de Representantes estudiará la solicitud y decidirá si los fundamentos que la apoyan son suficientes para iniciar el procedimiento de revisión. Si su resolución es negativa, la pondrá en conocimiento del Secretario del Trabajo y Previsión Social y se disolverá; y

II. Las atribuciones y deberes del Presidente, del Consejo de Representantes y de la Dirección Técnica, así como el funcionamiento de la Comisión, se ajustarán a las disposiciones de este capítulo.

### **Artículo 589**

Los sindicatos, federaciones y confederaciones de trabajadores o los patrones, no podrán presentar una nueva solicitud de revisión, sino después de transcurridos diez años de la fecha en que hubiese sido desechada o resuelta la solicitud.

### **Artículo 590**

En los procedimientos a que se refiere este capítulo se observarán las normas contenidas en el artículo 574.

## **CAPITULO X**

### **Juntas federales de conciliación**

### **Artículo 591**

Las Juntas Federales de Conciliación tendrán las funciones siguientes:

I. Actuar como instancia conciliatoria potestativa para los trabajadores y los patrones;

II. Actuar como Juntas de Conciliación y Arbitraje, cuando se trate de conflictos a que se refiere el artículo 600, fracción IV; y

III. Las demás que le confieran las leyes.

### **Artículo 592**

Las Juntas Federales de Conciliación funcionarán permanentemente y tendrán la jurisdicción territorial que les asigne la Secretaría del Trabajo y Previsión Social. No funcionarán estas Juntas en los lugares en que está instalada la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje.

Cuando la importancia y el volumen de los conflictos de trabajo en una demarcación territorial no amerite el funcionamiento de una Junta permanente, funcionará una accidental.

### **Artículo 593**

Las Juntas Federales de Conciliación Permanente se integrarán con un Representante del Gobierno, nombrado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, que fungirá como Presidente y con un representante de los trabajadores sindicalizados y uno de los patrones, designados de conformidad con la convocatoria que al efecto expida la misma Secretaría. Sólo a falta de trabajadores sindicalizados la elección se hará por los trabajadores libres.

### Artículo 594

Por cada representante propietario de los trabajadores y de los patrones se designará un suplente.

### Artículo 595

Las Juntas Federales de Conciliación Accidentales se integrarán y funcionarán cada vez que sea necesario, de conformidad con lo dispuesto en el capítulo IV del Título Catorce.

### Artículo 596

Para ser Presidente de las Juntas Federales de Conciliación Permanente se requiere:

- I. Ser mexicano, mayor de edad y estar en pleno ejercicio de sus derechos;
- II. Haber terminado la educación secundaria;
- III. Demostrar conocimientos suficientes de derecho del trabajo y de la seguridad social;
- IV. No pertenecer a las organizaciones de trabajadores o de patrones;
- V. No pertenecer al estado eclesiástico; y
- VI. No haber sido condenado por delito intencional sancionado con pena corporal.

### Artículo 597

Los Presidentes de las Juntas Federales de Conciliación Accidentales deberán satisfacer los requisitos señalados en el artículo anterior, fracciones I, IV, V y VI y haber terminado la educación obligatoria.

### Artículo 598

Los representantes de los trabajadores y de los patrones deberán satisfacer los requisitos siguientes:

- I. Ser mexicanos, mayores de edad y estar en pleno ejercicio de sus derechos;
- II. Haber terminado la educación obligatoria;
- III. No pertenecer al estado eclesiástico; y
- IV. No haber sido condenados por delito intencional sancionado con pena corporal.

### Artículo 599

No podrán ser representantes de los trabajadores o de los patrones en las Juntas Federales de Conciliación:

- I. En las Permanentes, los directores, gerentes o administradores de las empresas y los miembros de la directiva de los sindicatos de las ramas de la industria representadas en las Juntas; y
- II. En las Accidentales, los directores, gerentes o administradores de las empresas y los miembros de la directiva de los sindicatos afectados.

### Artículo 600

Las Juntas Federales de Conciliación tienen las facultades y obligaciones siguientes:

- I. Procurar un arreglo conciliatorio de los conflictos de trabajo;
- II. Recibir las pruebas que los trabajadores o los patrones juzguen conveniente rendir ante ellas, en relación con las acciones y excepciones que pretendan deducir ante la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje. El término para la recepción de las pruebas no podrá exceder de diez días.

Terminada la recepción de las pruebas o transcurrido el término a que se refiere el párrafo anterior, la Junta remitirá el expediente a la Junta Especial de la jurisdicción territorial a que esté asignada si la hubiere, y si no, a la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje;

- III. Recibir las demandas que les sean presentadas, remitiéndolas a la Junta Especial de la jurisdicción territorial a

que esté asignada si la hubiere, y si no a la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje;

IV. Actuar como Juntas de Conciliación y Arbitraje para conocer y resolver los conflictos que tengan por objeto el cobro de prestaciones cuyo monto no exceda del importe de tres meses de salario;

V. Cumplimentar los exhortos y practicar las diligencias que les encomienden otras Juntas Federales o Locales de Conciliación y las Juntas Federales y Locales del Conciliación y Arbitraje; y

VI. Denunciar ante el Ministerio Público al patrón de una negociación industrial, agrícola, minera, comercial o de servicios que haya dejado de pagar el salario mínimo general a uno o varios de sus trabajadores;

VII. De ser procedente, aprobar los convenios que les sean sometidos por las partes; y

VIII. Las demás que les confieran las leyes.

## **CAPITULO XI**

### **Juntas locales de conciliación**

#### **Artículo 601**

En las Entidades Federativas funcionarán Juntas Locales de Conciliación, que se instalarán en los Municipios o zonas económicas que determine el Gobernador.

#### **Artículo 602**

No funcionarán las Juntas de Conciliación en los Municipios o zonas económicas en que estén instaladas Juntas de Conciliación y Arbitraje.

#### **Artículo 603**

Son aplicables a las Juntas Locales de Conciliación las disposiciones contenidas en el capítulo anterior. Las atribuciones asignadas a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social se ejercerán por los Gobiernos de los Estados y Territorios.

## **CAPITULO XII**

### **Junta federal de conciliación y arbitraje**

#### **Artículo 604**

Corresponde a la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje el conocimiento y resolución de los conflictos de trabajo que se susciten entre trabajadores y patrones, sólo entre aquéllos o sólo entre éstos, derivados de las relaciones de trabajo o de hechos íntimamente relacionados con ellas, salvo lo dispuesto en el artículo 600 fracción IV.

#### **Artículo 605**

La Junta se integrará con un representante del Gobierno y con representantes de los trabajadores y de los patrones designados por ramas de la industria o de otras actividades, de conformidad con la clasificación y convocatoria que expida la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

Habrà uno o varios secretarios generales según se juzgue conveniente.

#### **Artículo 606**

La Junta funcionará en Pleno o en Juntas Especiales, de conformidad con la clasificación de las ramas de la industria y de las actividades a que se refiere el artículo anterior.

La Secretaría del Trabajo y Previsión Social, cuando lo requieran las necesidades del trabajo y del capital, podrá establecer Juntas Especiales, fijando el lugar de su residencia y su competencia territorial.

Las Juntas Especiales establecidas fuera de la capital de la República conforme al párrafo anterior, quedarán integradas en su funcionamiento y régimen jurídico a la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje, correspondiéndoles el conocimiento y resolución de los conflictos de trabajo en todas las ramas de la industria y actividades de la competencia federal, comprendidas en la jurisdicción territorial que se les asigne, con excepción de los conflictos colectivos, sin perjuicio del derecho del trabajador, cuando así convenga a sus intereses, a

concurrir directamente a la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje.

### **Artículo 607**

El Pleno se integrará con el Presidente de la Junta y con la totalidad de los representantes de los trabajadores y de los patrones.

### **Artículo 608**

Cuando un conflicto afecte a dos o más ramas de la industria o de las actividades representadas en la Junta, ésta se integrará con el Presidente de la misma y con los respectivos representantes de los trabajadores y de los patrones.

### **Artículo 609**

Las Juntas Especiales se integrarán:

I. Con el Presidente de la Junta, cuando se trate de conflictos colectivos, o con el Presidente de la Junta Especial en los demás casos; y

II. Con los respectivos representantes de los trabajadores y de los patrones.

### **Artículo 610**

Durante la tramitación de los juicios, hasta formular el dictamen a que se refieren los artículos 771 y 808, el Presidente de la Junta y los de las Juntas Especiales serán substituidos por Auxiliares, pero intervendrán personalmente en la votación de las resoluciones siguientes:

I. Competencia;

II. Nulidad de actuaciones;

III. Substitución de patrón;

IV. En los casos del artículo 727; y

V. Cuando se trate de conflictos colectivos de naturaleza económica, en la que designe perito y en la que ordene la práctica de las diligencias a que se refiere el artículo 806.

### **Artículo 611**

En el Pleno y en las Juntas Especiales habrá el número de Auxiliares que se juzgue conveniente, a fin de que la administración de la justicia del trabajo sea expedita.

### **Artículo 612**

El Presidente de la Junta será nombrado por el Presidente de la República, percibirá los mismos emolumentos que correspondan a los Ministros de la Suprema Corte de Justicia de la Nación y deberá satisfacer los requisitos siguientes:

I. Ser mexicano por nacimiento que no adquiera otra nacionalidad, mayor de veinticinco años de edad y estar en pleno goce y ejercicio de sus derechos civiles y políticos;

II. Tener título legalmente expedido de licenciado en derecho;

III. Tener cinco años de ejercicio profesional, posteriores a la fecha de adquisición del título a que se refiere la fracción anterior, por lo menos;

IV. Haberse distinguido en estudios de derecho del trabajo y de la seguridad social;

V. No pertenecer al estado eclesiástico; y

VI. No haber sido condenado por delito intencional sancionado con pena corporal.

### **Artículo 613**

El Presidente de la Junta será substituido en sus faltas temporales y en las definitivas, entre tanto se hace nuevo nombramiento, por el Secretario General de mayor antigüedad.

### Artículo 614

El Pleno de la Junta de Conciliación y Arbitraje tiene las facultades y obligaciones siguientes:

- I. Expedir el Reglamento Interior de la Junta y el de las Juntas de Conciliación;
- II. Conocer y resolver los conflictos de trabajo cuando afecten a la totalidad de las ramas de la industria y de las actividades representadas en la Junta;
- III. Conocer del recurso de revisión interpuesto en contra de las resoluciones dictadas por el Presidente de la Junta en la ejecución de los laudos del Pleno;
- IV. Uniformar los criterios de resolución de la Junta, cuando las Juntas Especiales sustenten tesis contradictorias;
- V. Cuidar que se integren y funcionen debidamente las Juntas de Conciliación y girar las instrucciones que juzgue conveniente para su mejor funcionamiento;
- VI. Informar a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social de las deficiencias que observe en el funcionamiento de la Junta y sugerir las medidas que convenga dictar para corregirlas; y
- VII. Las demás que le confieran las leyes.

### Artículo 615

Para uniformar el criterio de resolución de las Juntas Especiales se observarán las normas siguientes:

- I. El Pleno se reunirá en sesión especial, no pudiendo ocuparse de ningún otro asunto;
- II. Para que pueda sesionar el Pleno, se requiere la presencia de las dos terceras partes del total de sus miembros, por lo menos;
- III. Los Presidentes de las Juntas Especiales serán citados a la sesión y tendrán voz informativa;
- IV. Las resoluciones del pleno deberán ser aprobadas por el cincuenta y uno por ciento del total de los miembros que lo integran, por lo menos;
- V. Las decisiones del Pleno que uniformen el criterio de resolución serán obligatorias para todas las Juntas Especiales;
- VI. Las mismas resoluciones podrán revisarse en cualquier tiempo a solicitud del cincuenta y uno por ciento de los representantes de los trabajadores o de los patrones, del cincuenta y uno por ciento de los Presidentes de las Juntas Especiales o del Presidente de la Junta; y
- VII. El pleno publicará un boletín cada tres meses, por lo menos, con el criterio uniformado y con los laudos del Pleno y de las Juntas Especiales que juzgue conveniente.

### Artículo 616

Las Juntas Especiales tienen las facultades y obligaciones siguientes:

- I. Conocer y resolver los conflictos de trabajo que se susciten en las ramas de la industria o de las actividades representadas en ellas;
- II. Conocer y resolver los conflictos a que se refiere el artículo 600, fracción IV, que se susciten en el lugar en que se encuentren instaladas;
- III. Practicar la investigación y dictar las resoluciones a que se refiere el artículo 503;
- IV. Conocer del recurso de revisión interpuesto en contra de las resoluciones del Presidente en ejecución de los laudos;
- V. Recibir en depósito los contratos colectivos y los reglamentos interiores de trabajo.

Decretado el depósito se remitirá el expediente al archivo de la Junta; y

VI. Las demás que le confieran las leyes.

### **Artículo 617**

El Presidente de la Junta tiene las facultades y obligaciones siguientes:

I. Cuidar del orden y de la disciplina del personal de la Junta;

II. Presidir el Pleno;

III. Presidir las Juntas Especiales en los casos de los artículos 608 y 609, fracción I;

IV. Ejecutar los laudos dictados por el Pleno y por las Juntas Especiales en los casos señalados en la fracción anterior;

V. Revisar los actos de los Actuarios en la ejecución de los laudos que le corresponda ejecutar, a solicitud de cualquiera de las partes;

VI. Cumplimentar los exhortos o turnarlos a los Presidentes de las Juntas Especiales;

VII. Rendir los informes en los amparos que se interpongan en contra de los laudos y resoluciones dictadas por el Pleno y por las Juntas Especiales que presida; y

VIII. Las demás que le confieran las leyes.

### **Artículo 618**

Los Presidentes de las Juntas Especiales tienen las obligaciones y facultades siguientes:

I. Cuidar del orden y de la disciplina del personal de la Junta Especial;

II. Ejecutar los laudos dictados por la Junta Especial;

III. Conocer y resolver las providencias cautelares;

IV. Revisar los actos de los Actuarios en la ejecución de los laudos y de las providencias cautelares, a solicitud de cualquiera de las partes;

V. Cumplimentar los exhortos que le sean turnados por el Presidente de la Junta;

VI. Rendir los informes en los amparos que se interpongan en contra de los laudos y resoluciones dictados por la Junta Especial;

VII. Informar al Presidente de la Junta de las deficiencias que observen en su funcionamiento y sugerir las medidas que convenga dictar para corregirlas; y

VIII. Las demás que les confieran las leyes.

### **Artículo 619**

Los Secretarios Generales de la Junta tienen las facultades y obligaciones siguientes:

I. Actuar como Secretarios del Pleno;

II. Cuidar de los archivos de la Junta; y

III. Las demás que les confiera esta Ley.

### **Artículo 620**

Para el funcionamiento del Pleno y de las Juntas Especiales se observarán las normas siguientes:

I. En el Pleno se requiere la presencia del Presidente de la Junta y del cincuenta por ciento de los representantes, por

lo menos.

En caso de empate, los votos de los ausentes se sumarán al del Presidente;

II. En las Juntas Especiales se observarán las normas siguientes:

a) Durante la tramitación de los conflictos individuales y de los colectivos de naturaleza jurídica, bastará la presencia de su Presidente o del Auxiliar, quien llevará adelante la audiencia, hasta su terminación.

Si están presentes uno o varios de los representantes, las resoluciones se tomarán por mayoría de votos.

Si no está presente ninguno de los representantes, el Presidente o el Auxiliar dictará las resoluciones que procedan, salvo que se trate de las que versen sobre personalidad, competencia, aceptación de pruebas, desistimiento de la acción a que se refiere el artículo 726 y sustitución del patrón. El mismo Presidente acordará se cite a los representantes a una audiencia para la resolución de dichas cuestiones, y si ninguno concurre, dictará la resolución que proceda.

b) La audiencia de discusión y votación del laudo se regirá por lo dispuesto en la fracción siguiente.

c) Cuando se trate de conflictos colectivos de naturaleza económica, además del Presidente se requiere la presencia de uno de los representantes, por lo menos.

d) En los casos de empate, el voto del o de los representantes ausentes se sumará al del Presidente o al del Auxiliar;

III. Para la audiencia de discusión y votación del laudo, será necesaria la presencia del Presidente o Presidente Especial y del cincuenta por ciento de los representantes de los trabajadores y de los patrones, por lo menos. Si concurre menos del cincuenta por ciento, el Presidente señalará nuevo día y hora para que se celebre la audiencia; si tampoco se reúne la mayoría, se citará a los suplentes, quedando excluidos los faltistas del conocimiento del negocio. Si tampoco concurren los suplentes, el Presidente de la Junta o el de la Junta Especial, dará cuenta al Secretario del Trabajo y Previsión Social, para que designe las personas que los substituyan. En caso de empate, los votos de los ausentes se sumarán al del Presidente.

## **CAPITULO XIII**

### **Juntas locales de conciliación y arbitraje**

#### **Artículo 621**

Las Juntas Locales de Conciliación y Arbitraje funcionarán en cada una de las Entidades Federativas. Les corresponde el conocimiento y resolución de los conflictos de trabajo que no sean de la competencia de la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje.

#### **Artículo 622**

El Gobernador del Estado o el Jefe del Departamento del Distrito Federal, cuando lo requieran las necesidades del trabajo y del capital, podrá establecer una o más Juntas de Conciliación y Arbitraje fijando el lugar de su residencia y su competencia territorial.

#### **Artículo 623**

La integración y funcionamiento de las Juntas Locales de Conciliación y Arbitraje se regirán por las disposiciones contenidas en el capítulo anterior. Las facultades del Presidente de la República y del Secretario del Trabajo y Previsión Social se ejercerán por los Gobernadores de los Estados y en el caso del Distrito Federal, por el propio Presidente de la República y por el Jefe del Departamento del Distrito Federal, respectivamente.

#### **Artículo 624**

El Presidente de la Junta del Distrito Federal percibirá los mismos emolumentos que correspondan al Presidente del Tribunal Superior de Justicia.

## **TITULO DECIMO SEGUNDO**

### **Personal Jurídico de las Juntas de Conciliación y Arbitraje**

#### **Artículo 625**

El personal de las Juntas de Conciliación y Arbitraje se compondrá de Actuarios, Secretarios, Auxiliares,

Secretarios Generales y Presidentes de Junta Especial.

La Secretaría del Trabajo y Previsión Social, los Gobernadores de las Entidades Federativas y el Jefe del Departamento del Distrito Federal, determinarán el número de personas de que deba componerse cada Junta.

### Artículo 626

Los Actuarios deberán satisfacer los requisitos siguientes:

- I. Ser mexicanos, mayores de edad y estar en pleno ejercicio de sus derechos;
- II. Haber terminado el tercer año o el sexto semestre de la carrera de licenciado en derecho, por lo menos;
- III. No pertenecer al estado eclesiástico; y
- IV. No haber sido condenados por delito intencional sancionado con pena corporal.

### Artículo 627

Los Secretarios deberán satisfacer los requisitos siguientes:

- I. Ser mexicanos, mayores de edad y estar en pleno ejercicio de sus derechos;
- II. Tener título legalmente expedido de licenciado en derecho y haberse distinguido en estudios de derecho del trabajo;
- III. No pertenecer al estado eclesiástico; y
- IV. No haber sido condenados por delito intencional sancionado con pena corporal.

### Artículo 628

Los Auxiliares deberán satisfacer los requisitos siguientes:

- I. Ser mexicanos, mayores de veinticinco años y estar en pleno ejercicio de sus derechos;
- II. Tener título legalmente expedido de licenciado en derecho;
- III. Tener tres años de ejercicio profesional posteriores a la obtención del título de licenciado en derecho, por lo menos, y haberse distinguido en estudios de derecho del trabajo;
- IV. No pertenecer al estado eclesiástico; y
- V. No haber sido condenados por delito intencional sancionado con pena corporal.

### Artículo 629

Los Secretarios Generales deberán satisfacer los requisitos señalados en las fracciones I, II, IV y V del artículo anterior, y tener cinco años de ejercicio profesional, posteriores a la obtención del título de licenciado en derecho, por lo menos, y haberse distinguido en estudios de derecho del trabajo.

### Artículo 630

Los Presidentes de las Juntas Especiales deberán satisfacer los requisitos señalados en el artículo anterior.

### Artículo 631

Los Presidentes de las Juntas Especiales de la Federal de Conciliación y Arbitraje \_ percibirán los mismos emolumentos que correspondan a los Magistrados de Circuito, y los de la Junta de Conciliación y Arbitraje del Distrito Federal los que correspondan a los Magistrados del Tribunal Superior de Justicia del Distrito Federal.

### Artículo 632

Los Actuarios, Secretarios, Auxiliares y Presidentes de las Juntas Especiales no podrán ejercer la profesión de abogados en asuntos de trabajo.

### Artículo 633

Los Presidentes de las Juntas Especiales serán nombrados cada seis años por el Secretario del Trabajo y Previsión Social, por el Gobernador del Estado o por el Jefe del Departamento del Distrito Federal.

#### **Artículo 634**

Los nombramientos de los Presidentes de las Juntas Especiales podrán ser confirmados una o más veces.

#### **Artículo 635**

Los Presidentes de las Juntas Especiales serán substituidos en sus faltas temporales y en las definitivas, entre tanto se hace nuevo nombramiento, por el Auxiliar que esté conociendo del negocio.

#### **Artículo 636**

El incumplimiento de las obligaciones del personal jurídico de las Juntas, que no constituya una causa de destitución, se sancionará con amonestación o suspensión del cargo hasta por tres meses.

#### **Artículo 637**

En la imposición de las sanciones a que se refiere el artículo anterior se observarán las normas siguientes:

I. El Presidente de la Junta practicará una investigación con audiencia del interesado, e impondrá la sanción que corresponda a los Actuarios, Secretarios y Auxiliares; y

II. Cuando se trate de los Presidentes de las Juntas Especiales, el Presidente de la Junta dará cuenta al Secretario del Trabajo y Previsión Social, al Gobernador del Estado o al Jefe del Departamento del Distrito Federal, quienes, después de oír al interesado, dictarán la resolución correspondiente.

#### **Artículo 638**

Para imponer las sanciones se tomarán en consideración las circunstancias del caso y los antecedentes del funcionario.

#### **Artículo 639**

La imposición de una sanción produce el efecto de inhibir al funcionario en el conocimiento del negocio en que se hubiese cometido la falta.

#### **Artículo 640**

Son faltas especiales de los Actuarios:

- I. No hacer las notificaciones de conformidad con las disposiciones de esta Ley;
- II. No notificar oportunamente a las partes, salvo causa justificada;
- III. No practicar oportunamente las diligencias, salvo causa justificada;
- IV. Hacer constar hechos falsos en las actas que levanten en ejercicio de sus funciones;
- V. No devolver los expedientes inmediatamente después de practicar las diligencias; y
- VI. Las demás que establezcan las leyes.

#### **Artículo 641**

Son faltas especiales de los Secretarios:

- I. Retardar la tramitación de un negocio sin causa justificada;
- II. No dar cuenta oportunamente a la Junta de las promociones;
- III. No dar cuenta inmediata al Presidente de los depósitos hechos por las partes;
- IV. No autorizar las diligencias en que intervenga o no hacer las certificaciones que les corresponda;
- V. Dar fe de hechos falsos;

- VI. Entregar algún expediente a los representantes de los trabajadores o de los patrones, sin exigir el recibo correspondiente;
- VII. No requerir oportunamente a los representantes para que firmen las resoluciones;
- VIII. No informar oportunamente al Presidente de los hechos a que se refiere la fracción anterior;
- IX. No levantar las actas de las diligencias en que intervengan o asentar en ellas hechos falsos;
- X. No engrosar los laudos dentro del término señalado en esta Ley;
- XI. Engrosar los laudos en términos distintos a los consignados en la votación; y
- XII. Las demás que establezcan las leyes.

#### Artículo 642

Son faltas especiales de los Auxiliares:

- I. Conocer de un negocio para el que se encuentren impedidos de conformidad con las disposiciones de esta Ley;
- II. Retardar la tramitación de un negocio;
- III. Votar una resolución notoriamente ilegal o injusta;
- IV. No informar oportunamente al Presidente de la Junta Especial de la conducta irregular o delictuosa de alguno de los representantes de los trabajadores o de los patrones; y
- V. Las demás que establezcan las leyes.

#### Artículo 643

Son faltas especiales de los Presidentes de las Juntas Especiales:

- I. Los casos señalados en las fracciones I, II y III del artículo anterior;
- II. No proveer oportunamente a la ejecución de los laudos;
- III. No informar oportunamente al Presidente de la Junta de la conducta irregular o delictuosa de alguno de los representantes de los trabajadores o de los patrones ante la Junta Especial que presidan;
- IV. No denunciar al Ministerio Público al patrón de una negociación industrial, agrícola, minera, comercial o de servicios que hubiera sido condenando por laudo definitivo al pago del salario mínimo general o las diferencias que aquél hubiera dejado de cubrir, a uno o varios de sus trabajadores.
- V. Las demás que establezcan las leyes

#### Artículo 644

Son causas generales de destitución de los Actuarios, Secretarios, Auxiliares y Presidentes de las Juntas Especiales:

- I. Violar la prohibición del artículo 632;
- II. Dejar de asistir con frecuencia a la Junta durante las horas de trabajo e incumplir reiteradamente las obligaciones inherentes al cargo;
- III. Recibir directa o indirectamente cualquier dádiva de las partes; y
- IV. Cometer cinco faltas, por lo menos, distintas de las causas especiales de destitución, a juicio de la autoridad que hubiese hecho el nombramiento.

#### Artículo 645

Son causas especiales de destitución:

- I. De los Actuarios: hacer constar hechos falsos en las actas que levanten en ejercicio de sus funciones;
- II. De los Secretarios: dar fe de hechos falsos y alterar substancial o dolosamente los hechos en la redacción de las actas que autoricen;
- III. De los Auxiliares:
- a) Conocer de algún negocio para el que se encuentren impedidos.
  - b) Votar una resolución o formular un dictamen notoriamente ilegal o injusto.
  - c) Retener o retardar indebidamente la tramitación de un expediente; y
- IV. De los Presidentes de las Juntas Especiales:
- a) Los casos señalados en los incisos a) y c) de la fracción anterior.
  - b) Votar una resolución notoriamente ilegal o injusta.
  - c) No proveer oportunamente a la ejecución de los laudos.

#### **Artículo 646**

La destitución del cargo de los Actuarios, Secretarios, Auxiliares y Presidentes de las Juntas Especiales, se decretará por la autoridad que hubiese hecho el nombramiento.

#### **Artículo 647**

Las sanciones a que se refiere este Título se aplicarán sin perjuicio de la responsabilidad penal.

## **TITULO DECIMO TERCERO**

### **Representantes de los Trabajadores y de los Patrones**

#### **CAPITULO I**

#### **Representantes de los trabajadores y de los patrones en las juntas federal y locales de conciliación y arbitraje y en las juntas de conciliación permanentes**

#### **Artículo 648**

Los representantes de los trabajadores y de los patrones en las Juntas Federal y Locales de Conciliación y Arbitraje y en las Juntas de Conciliación Permanentes, serán elegidos en convenciones que se organizarán y funcionarán cada seis años de conformidad con las disposiciones de este capítulo.

#### **Artículo 649**

Se celebrarán tantas convenciones como Juntas Especiales deban funcionar en la Junta de Conciliación y Arbitraje.

#### **Artículo 650**

El día primero de octubre del año par que corresponda, el Secretario del Trabajo y Previsión Social, el Gobernador del Estado o el Jefe del Departamento del Distrito Federal, publicarán en el Diario Oficial de la Federación o en el periódico oficial de la Entidad Federativa y en uno de los periódicos de mayor circulación, la convocatoria para la elección de representantes.

#### **Artículo 651**

La convocatoria contendrá:

- I. La distribución de las ramas de la industria y de las actividades que deban estar representadas en la Junta;
- II. La autoridad ante la que deben presentarse los padrones y credenciales;
- III. El lugar y la fecha de presentación de los documentos a que se refiere la fracción anterior; y

IV. El lugar, local, fecha y hora de celebración de las convenciones, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 659.

### Artículo 652

Los representantes de los trabajadores serán elegidos en las convenciones por los delegados que previamente se designen, de conformidad con las normas siguientes:

I. Tienen derecho a designar delegados a las convenciones:

a) Los sindicatos de trabajadores debidamente registrados.

b) Los trabajadores libres que hubiesen prestado servicios a un patrón, por un período no menor de seis meses durante el año anterior a la fecha de la convocatoria, cuando no existan sindicatos registrados;

II. Serán considerados miembros de los sindicatos los trabajadores registrados en los mismos, cuando:

a) Estén prestando servicios a un patrón.

b) Hubiesen prestado servicios a un patrón por un período de seis meses durante el año anterior a la fecha de la convocatoria;

III. Los trabajadores libres a que se refiere la fracción I, inciso b), designarán un delegado en cada empresa o establecimiento; y

IV. Las credenciales de los delegados serán extendidas por la directiva de los sindicatos o por la que designen los trabajadores libres.

### Artículo 653

Los representantes de los patrones serán designados en las convenciones por los mismos patrones o por sus delegados, de conformidad con las normas siguientes:

I. Tienen derecho a participar en la elección:

a) Los sindicatos de patrones debidamente registrados, cuyos miembros tengan trabajadores a su servicio.

b) Los patrones independientes que tengan trabajadores a su servicio;

II. Los sindicatos de patrones designarán un delegado;

III. Los patrones independientes podrán concurrir personalmente a la convención o hacerse representar mediante carta poder suscrita por dos testigos y certificada por el Inspector del Trabajo; y

IV. Las credenciales de los delegados serán extendidas por la directiva de los sindicatos.

### Artículo 654

Para los efectos de los artículos precedentes, los trabajadores y patrones formarán los padrones siguientes:

I. Los sindicatos de trabajadores formarán el padrón de sus miembros que satisfagan los requisitos del artículo 652, fracción I, inciso a);

II. Los trabajadores libres formarán el padrón de los trabajadores que participen en la designación del delegado;

III. Los sindicatos de patrones formarán los padrones de los trabajadores al servicio de sus miembros; y

IV. Los patrones independientes formarán los padrones de sus trabajadores.

### Artículo 655

Los padrones contendrán los datos siguientes:

I. Denominaciones y domicilios de los sindicatos de trabajadores y de patrones;

II. Nombres, nacionalidad, edad, sexo y empresa o establecimiento en que presten sus servicios; y

III. Nombres del patrón o patrones, domicilio y rama de la industria o actividad a que se dediquen.

### **Artículo 656**

Los padrones se presentarán a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, al Gobernador del Estado o al Jefe del Departamento del Distrito Federal, el día 20 de octubre del año de la Convocatoria a más tardar.

### **Artículo 657**

Los Inspectores del Trabajo comprobarán y certificarán la exactitud de los padrones.

### **Artículo 658**

Las credenciales deberán registrarse ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social o ante las Direcciones o Departamentos del Trabajo de las Entidades Federativas, el día quince de noviembre del año de la elección, a más tardar.

La autoridad registradora certificará, con vista de los datos del Inspector del Trabajo, el número de votos que corresponda a cada credencial.

### **Artículo 659**

Las convenciones se celebrarán el día cinco de diciembre de los años pares que correspondan, en las capitales de la República, de los Estados, o en el lugar de residencia de la Junta.

### **Artículo 660**

En el funcionamiento de las convenciones se observarán las normas siguientes:

I. Por cada Junta Especial se celebrará una convención de trabajadores y otra de patrones;

II. Los delegados y los patrones independientes se presentarán en las convenciones, provistos de sus credenciales;

III. Las convenciones funcionarán con el número de delegados y patrones independientes que concurran;

IV. Los delegados y los patrones independientes, tendrán en las convenciones un número de votos igual al de los trabajadores que aparezca certificado en sus credenciales;

V. Las convenciones serán instaladas por el Secretario del Trabajo y Previsión Social, por el Gobernador del Estado o por el Jefe del Departamento del Distrito Federal o por la persona que éstos designen;

VI. Instalada la convención, se procederá al registro de credenciales y a la elección de la mesa directiva, que se integrará con un Presidente, dos Secretarios y dos Vocales. Tomarán parte en la elección, con el número de votos que les corresponda, los delegados y los patrones independientes cuyas credenciales hubiesen quedado registradas. El cómputo se hará por dos de las personas asistentes, designadas especialmente;

VII. Instalada la Mesa Directiva, se procederá a la revisión de las credenciales, dándoles lectura en voz alta. Las convenciones sólo podrán desechar las que no reúnan los requisitos señalados en los artículos 652 y 653, o cuando se compruebe que los electores no pertenecen a la rama de la industria o de las actividades representadas en la convención;

VIII. Aprobadas las credenciales se procederá a la elección de los representantes, por mayoría de votos. Por cada propietario se elegirá un suplente; y

IX. Concluida la elección, se levantará un acta; un ejemplar se depositará en el archivo de la Junta, otro se remitirá a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, al Gobernador del Estado o Territorios o al Jefe del Departamento del Distrito Federal, y dos se entregarán a los representantes electos, propietario o suplente, a fin de que les sirvan de credencial.

### **Artículo 661**

Si ningún delegado o patrón independiente concurre a la convención o ésta no hace la elección de representantes el día cinco de diciembre, se entenderá que los interesados delegan la facultad en el Secretario del Trabajo y Previsión

Social, en el Gobernador del Estado o en el Jefe del Departamento del Distrito Federal.

### Artículo 662

Los representantes electos, provistos de sus credenciales, se presentarán desde luego a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, o a la Dirección o Departamento del Trabajo de la Entidad Federativa, para la revisión de las mismas y para su identificación personal.

### Artículo 663

El primer día hábil del mes de enero siguiente, el Secretario del Trabajo y Previsión Social, el Gobernador del Estado o el Jefe del Departamento del Distrito Federal, tomarán a los representantes electos la protesta legal y después de exhortarlos para que administren una justicia pronta y expedita, declararán constituida la Junta Federal o Local de Conciliación y Arbitraje y la de Conciliación Permanente.

### Artículo 664

En la designación de los representantes de los trabajadores y de los patrones en las Juntas de Conciliación Permanentes y en las Especiales establecidas fuera de la capital de la República, se observarán las disposiciones de este capítulo, con las modalidades siguientes:

- I. La convocatoria indicará la competencia territorial de la Junta;
- II. Las convenciones se celebrarán en el lugar de residencia de la Junta; y
- III. Tendrán derecho a concurrir a la elección de representantes, los trabajadores sindicalizados o los libres y los patrones que deban estar representados en la Junta.

### Artículo 665

Los representantes de los trabajadores y de los patrones deberán satisfacer los requisitos siguientes:

- I. Ser mexicanos, mayores de veinticinco años y estar en pleno ejercicio de sus derechos;
- II. Haber terminado la educación obligatoria;
- III. No pertenecer al estado eclesiástico; y
- IV. No haber sido condenados por delito intencional sancionado con pena corporal.

### Artículo 666

Los representantes percibirán las retribuciones que les asignen los presupuestos federal o locales.

### Artículo 667

Los representantes de los trabajadores y de los patrones durarán en su encargo seis años.

### Artículo 668

El Secretario del Trabajo y Previsión Social, los Gobernadores de los Estados y el Jefe del Departamento del Distrito Federal, conocerán de las renunciaciones de los representantes, aceptándolas o desechándolas, previa calificación de la causa.

### Artículo 669

El cargo de representante es revocable de conformidad con las normas siguientes:

- I. Podrán solicitar la revocación las dos terceras partes de los trabajadores de las ramas de la industria o actividades representadas en la Junta Especial o los patrones que tengan a su servicio dicha mayoría de trabajadores;
- II. La solicitud se presentará al Secretario del Trabajo y Previsión Social, al Gobernador del Estado o al Jefe del Departamento del Distrito Federal;
- III. La autoridad que reciba la solicitud, después de verificar el requisito de la mayoría, hará la declaratoria correspondiente y llamará al suplente, a fin de que rinda la protesta legal; y
- IV. A falta de suplente o cuando la revocación del nombramiento le afecte, al hacerse la solicitud de revocación,

deberán señalarse los nombres de los substitutos.

### **Artículo 670**

Las faltas temporales o definitivas de los representantes serán cubiertas por los suplentes. A falta de éstos o si llamados por el Presidente de la Junta no se presentan dentro de los diez días siguientes al requerimiento, el Secretario del Trabajo y Previsión Social, el Gobernador del Estado o el Jefe del Departamento del Distrito Federal, hará la designación del substituto, que deberá recaer en un trabajador o patrón.

### **Artículo 671**

Son causas de responsabilidad de los representantes de los trabajadores y de los patrones:

- I. Conocer de un negocio para el que se encuentren impedidos, de conformidad con esta Ley;
- II. Litigar en alguna otra Junta Especial salvo en causa propia, de sus padres, de su cónyuge o de sus hijos;
- III. Faltar sin causa justificada a la celebración de las audiencias;
- IV. Negarse a emitir su voto en alguna resolución;
- V. Negarse a firmar alguna resolución;
- VI. Sustraer de la oficina un expediente, sin otorgar recibo al Secretario;
- VII. Sustraer de algún expediente cualquier constancia o modificar el contenido de las actas después de firmadas por las partes, testarlas, o destruir en todo o en parte las fojas de un expediente;
- VIII. Retener indebidamente un expediente o negarse a devolverlo al ser requeridos por el Secretario;
- IX. Votar una resolución notoriamente ilegal o injusta;
- X. Recibir directa o indirectamente cualquier dádiva de las partes en conflicto; y
- XI. Litigar un representante suplente en la Junta en la que esté en funciones el propietario o litigar éste estando en funciones el suplente.

### **Artículo 672**

Las sanciones aplicables a los representantes de los trabajadores y de los patrones son:

- I. Amonestación;
- II. Suspensión hasta por tres meses; y
- III. Destitución.

### **Artículo 673**

Son causas de destitución:

- I. Las señaladas en el artículo 671, fracciones I, II, VI, VII, IX, X y XI;
- II. La no concurrencia a cinco Plenos en un año, sin causa justificada; y
- III. La negativa a votar tres resoluciones o la comisión de cinco faltas distintas de las causas de destitución, dentro de un término de un año, sin causa justificada.

### **Artículo 674**

Las sanciones a los representantes de los trabajadores y de los patrones se impondrán por el Jurado de Responsabilidades de los Representantes, que se integrará:

- I. Con un representante del Secretario del Trabajo y Previsión Social, del Gobernador del Estado o del Jefe del Departamento del Distrito Federal; y

II. Con un representante propietario de los trabajadores y otro de los patrones, y sus respectivos suplentes, elegidos cada seis años en las convenciones a que se refiere este capítulo.

### **Artículo 675**

En los procedimientos ante el Jurado se observarán las normas siguientes:

I. El Presidente de la Junta y los Presidentes de las Juntas Especiales deberán denunciar ante el Jurado las faltas de que tengan conocimiento;

II. Las personas que tengan interés en el negocio podrán asimismo denunciar las faltas de que tengan conocimiento;

III. Se pondrán los hechos denunciados en conocimiento del acusado y se le oirá en defensa por sí, por persona de su confianza, o por ambos;

IV. El Jurado tendrá las más amplias facultades para investigar los hechos, debiendo citar al acusado para la práctica de las diligencias;

V. El acusado podrá ofrecer las pruebas que juzgue conveniente; y

VI. Terminada la recepción de las pruebas, el Jurado escuchará los alegatos y dictará resolución, comunicándola, si fuese condenatoria, a la Autoridad a la que corresponda decretar la destitución.

## **CAPITULO II**

### **Representantes de los trabajadores y de los patrones en la comisión nacional de los salarios mínimos y en las comisiones consultivas**

### **Artículo 676**

Son aplicables a la elección de representantes de los trabajadores y de los patrones en la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos, las disposiciones contenidas en el Capítulo anterior, con las modalidades de los Artículos siguientes.

### **Artículo 677**

El día quince de mayo del año impar que corresponda, el Secretario del Trabajo y Previsión Social convocará a los trabajadores y patrones para la elección de sus representantes.

La convocatoria se publicará en el Diario Oficial de la Federación y en los periódicos de mayor circulación que se juzgue conveniente.

### **Artículo 678**

La convocatoria contendrá:

I. La determinación del número de representantes que deba elegirse para integrar la Comisión Nacional, de conformidad con lo dispuesto en el Artículo 554 Fracción II;

II. La distribución del número de representantes que se haya determinado entre las distintas actividades económicas según su importancia;

III. Las autoridades ante las que deban presentarse los padrones y credenciales;

IV. El lugar y la fecha de presentación de los documentos a que se refiere la fracción anterior; y

V. El local y la hora en que deban celebrarse las convenciones.

### **Artículo 679**

Las Convenciones se celebrarán el día 25 del mes de junio del año impar que corresponda, en la Capital de la República.

### **Artículo 680**

Para la elección de representantes en la Comisión Nacional se celebrarán una Convención de trabajadores y otra de

patrones por cada uno de los grupos en que se hubiesen distribuido las ramas de la actividad económica.

### **Artículo 681**

Tienen derecho a participar en la elección los sindicatos de trabajadores y de patrones y los patrones independientes. Los representantes ante la Comisión Nacional serán elegidos por la totalidad de los trabajadores sindicalizados y patrones de la República con derecho a voto.

### **Artículo 682**

El Secretario del Trabajo y Previsión Social podrá delegar en las autoridades de las Entidades Federativas, total o parcialmente, las atribuciones que le corresponden en la certificación de padrones y credenciales y en el funcionamiento de las convenciones.

### **Artículo 682-A**

Las Comisiones consultivas serán creadas por resolución del Consejo de Representantes de la Comisión Nacional, que será publicada en el Diario Oficial de la Federación y contendrá:

- I. La materia objeto de la Comisión Consultiva;
- II. La duración de sus trabajos;
- III. El número de representantes de los trabajadores y de los patrones ante la Comisión Consultiva, los que serán designados por los representantes de los trabajadores y de los patrones ante la Comisión Nacional;
- IV. El término para la designación de representantes, los requisitos que deberán cumplir en cada caso y el lugar que se determine para la notificación de las designaciones; y
- V. El lugar y fecha en el que se iniciarán formalmente los trabajos de la Comisión Consultiva.

## **CAPITULO III**

### **Representantes de los trabajadores y de los patrones en la comisión nacional para la participación de los trabajadores en las utilidades de las empresas**

### **Artículo 683**

En la elección de representantes de los trabajadores y de los patrones en la Comisión Nacional para la Participación de los Trabajadores en las Utilidades de las Empresas, se observarán las disposiciones contenidas en los dos capítulos anteriores, con la modalidad del artículo siguiente.

### **Artículo 684**

La convocatoria para la determinación o revisión del porcentaje de utilidades, contendrá:

- I. La determinación del número de representantes que deba elegirse para integrar la Comisión, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 579, fracción II, así como la distribución de las ramas de la industria y de las actividades, según su importancia, entre el número de representantes que se hubiese determinado;
- II. El lugar y la fecha de presentación de los padrones y credenciales; y
- III. El lugar, fecha y hora en que deban celebrarse las convenciones.

## **TITULO DECIMO CUARTO**

### **Derecho Procesal del Trabajo**

## **CAPITULO I**

### **Principios procesales**

### **Artículo 685**

El proceso del derecho del trabajo será público, gratuito, inmediato, predominantemente oral y se iniciará a

instancia de parte. Las Juntas tendrán la obligación de tomar las medidas necesarias para lograr la mayor economía, concentración y sencillez del proceso.

Cuando la demanda del trabajador sea incompleta, en cuanto a que no comprenda todas las prestaciones que de acuerdo con esta Ley deriven de la acción intentada o procedente, conforme a los hechos expuestos por el trabajador, la Junta, en el momento de admitir la demanda, subsanará ésta. Lo anterior sin perjuicio de que cuando la demanda sea oscura o vaga se proceda en los términos previstos en el artículo 873 de esta Ley.

### **Artículo 686**

El proceso del derecho del trabajo y los procedimientos paraprocesales, se sustanciarán y decidirán en los términos señalados en la presente Ley.

Las Juntas ordenarán que se corrija cualquier irregularidad u omisión que notaren en la sustanciación del proceso, para el efecto de regularizar el procedimiento, sin que ello implique que puedan revocar sus propias resoluciones, según lo dispone el artículo 848 de la presente Ley.

### **Artículo 687**

En las comparecencias, escritos, promociones o alegaciones, no se exigirá forma determinada; pero las partes deberán precisar los puntos petitorios.

### **Artículo 688**

Las autoridades administrativas y judiciales, están obligadas, dentro de la esfera de sus respectivas competencias, a auxiliar a las Juntas de Conciliación y a las de Conciliación y Arbitraje; si se negaren a ello, serán responsables en los términos de las leyes aplicables al caso. Las Juntas se auxiliarán entre si en el ejercicio de sus funciones.

## **CAPITULO II**

### **De la capacidad y personalidad**

### **Artículo 689**

Son partes en el proceso del trabajo, las personas físicas o morales que acrediten su interés jurídico en el proceso y ejerciten acciones u opongan excepciones.

### **Artículo 690**

Las personas que puedan ser afectadas por la resolución que se pronuncie en un conflicto, podrán intervenir en él, comprobando su interés jurídico en el mismo, o ser llamadas a juicio por la Junta.

### **Artículo 691**

Los menores trabajadores tienen capacidad para comparecer a juicio sin necesidad de autorización alguna, pero en el caso de no estar asesorados en juicio, la Junta solicitará la intervención de la Procuraduría de la Defensa del Trabajo para tal efecto. Tratándose de menores de 16 años, la Procuraduría de la Defensa del Trabajo les designará un representante.

### **Artículo 692**

Las partes podrán comparecer a juicio en forma directa o por conducto de apoderado legalmente autorizado.

Tratándose de apoderado, la personalidad se acreditará conforme a las siguientes reglas:

I. Cuando el compareciente actúe como apoderado de persona física, podrá hacerlo mediante poder notarial o carta poder firmada por el otorgante y ante dos testigos, sin necesidad de ser ratificada ante la Junta;

II. Cuando el apoderado actúe como representante legal de persona moral, deberá exhibir el testimonio notarial respectivo que así lo acredite;

III. Cuando el compareciente actúe como apoderado de persona moral, podrá acreditar su personalidad mediante testimonio notarial o carta poder otorgada ante dos testigos, previa comprobación de que quien le otorga el poder está legalmente autorizado para ello; y

IV. Los representantes de los sindicatos acreditarán su personalidad con la certificación que les extienda la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, o la Junta Local de Conciliación y Arbitraje, de haber quedado registrada

la directiva del Sindicato.

### **Artículo 693**

Las Juntas podrán tener por acreditada la personalidad de los representantes de los trabajadores o sindicatos, sin sujetarse a las reglas del artículo anterior, siempre que de los documentos exhibidos lleguen al convencimiento de que efectivamente se representa a la parte interesada.

### **Artículo 694**

Los trabajadores, los patrones y las organizaciones sindicales, podrán otorgar poder mediante simple comparecencia, previa identificación, ante las Juntas del lugar de su residencia, para que los representen ante cualquier autoridad del trabajo; la personalidad se acreditará con la copia certificada que se expida de la misma.

### **Artículo 695**

Los representantes o apoderados podrán acreditar su personalidad conforme a los lineamientos anteriores, en cada uno de los juicios en que comparezcan, exhibiendo copia simple fotostática para su cotejo con el documento original o certificado por autoridad, el cual les será devuelto de inmediato, quedando en autos la copia debidamente certificada.

### **Artículo 696**

El poder que otorgue el trabajador para ser representado en juicio, se entenderá conferido para demandar todas las prestaciones principales y accesorias que correspondan, aunque no se exprese en el mismo.

### **Artículo 697**

Siempre que dos o más personas ejerciten la misma acción u opongan la misma excepción en un mismo juicio deben litigar unidas y con una representación común, salvo que los colitigantes tengan intereses opuestos.

Si se trata de las partes actoras, el nombramiento de representante común deberá hacerse en el escrito de demanda, o en la audiencia de conciliación, demanda y excepciones y ofrecimiento y admisión de pruebas; si se trata de las demandadas, el nombramiento se hará en el escrito de contestación o en la audiencia a que se ha hecho mención. Si el nombramiento no lo hicieran los interesados dentro de los términos señalados, la Junta de Conciliación y Arbitraje lo hará escogiéndolo de entre los propios interesados.

El representante común tendrá los derechos, obligaciones y responsabilidad inherentes a un mandatario judicial.

## **CAPITULO III**

### **De las competencias**

### **Artículo 698**

Será competencia de las Juntas Locales de Conciliación y de Conciliación y Arbitraje de las Entidades Federativas, conocer de los conflictos que se susciten dentro de su jurisdicción, que no sean de la competencia de las Juntas Federales.

Las Juntas Federales de Conciliación y Federal de Conciliación y Arbitraje, conocerán de los conflictos de trabajo cuando se trate de las ramas industriales, empresas o materias contenidas en los artículos 123, Apartado A fracción XXXI de la Constitución Política y 527 de esta Ley.

### **Artículo 699**

Cuando en los conflictos a que se refiere el párrafo primero del artículo que antecede, se ejerciten en la misma demanda acciones relacionadas con obligaciones en materia de capacitación y adiestramiento o de seguridad e higiene, el conocimiento de estas materias será de la competencia de la Junta Especial de la Federal de Conciliación y Arbitraje, de acuerdo a su jurisdicción.

En el supuesto previsto en el párrafo anterior, la Junta Local, al admitir la demanda, ordenará se saque copia de la misma y de los documentos presentados por el actor, las que remitirá inmediatamente a la Junta Federal para la sustanciación y resolución, exclusivamente, de las cuestiones sobre capacitación y adiestramiento, y de seguridad e higiene, en los términos señalados en esta Ley.

### **Artículo 700**

La competencia por razón del territorio se rige por las normas siguientes:

I. Si se trata de Juntas de Conciliación, la del lugar de prestación de servicios;

II. Si se trata de la Junta de Conciliación y Arbitraje, el actor puede escoger entre:

a) La Junta del lugar de prestación de los servicios; si éstos se prestaron en varios lugares, será la Junta de cualquiera de ellos.

b) La Junta del lugar de celebración del contrato.

c) La Junta del domicilio del demandado.

III. En los conflictos colectivos de jurisdicción federal, la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje, en los términos del artículo 606 de esta Ley; en los conflictos colectivos de jurisdicción local, la del lugar en que esté ubicada la empresa o establecimiento;

IV. Cuando se trate de la cancelación del registro de un sindicato, la Junta del lugar donde se hizo;

V. En los conflictos entre patrones o trabajadores entre sí, la Junta del domicilio del demandado; y

VI. Cuando el demandado sea un sindicato, la Junta del domicilio del mismo.

### Artículo 701

La Junta de Conciliación y las de Conciliación y Arbitraje, de oficio deberán declararse incompetentes en cualquier estado del proceso, hasta antes de la audiencia de desahogo de pruebas, cuando existan en el expediente datos que lo justifiquen. Si la Junta se declara incompetente, con citación de las partes, remitirá de inmediato el expediente a la Junta o Tribunal que estime competente; si ésta o aquél, al recibir el expediente se declara a su vez incompetente, remitirá de inmediato el expediente a la autoridad que debe decidir la competencia, en los términos del artículo 705 de esta Ley.

### Artículo 702

No se considerará excepción de incompetencia la defensa consistente en la negativa de la relación de trabajo.

### Artículo 703

Las cuestiones de competencia, en materia de trabajo, sólo pueden promoverse por declinatoria.

La declinatoria deberá oponerse al iniciarse el período de demanda y excepciones en la audiencia respectiva, acompañando los elementos en que se funde; en ese momento, la Junta después de oír a las partes y recibir las pruebas que estime convenientes, las que deberán referirse exclusivamente a la cuestión de incompetencia, dictará en el acto resolución.

### Artículo 704

Cuando una Junta Especial considere que el conflicto de que conoce, es de la competencia de otra de la misma Junta, con citación de las partes, se declarará incompetente y remitirá los autos a la Junta Especial que estime competente. Si ésta al recibir el expediente se declara a su vez incompetente, lo remitirá a la autoridad que deba decidir la cuestión de competencia, para que ésta determine cuál es la Junta Especial que debe continuar conociendo del conflicto.

### Artículo 705

Las competencias se decidirán:

I. Por el Pleno de las Juntas Locales de Conciliación y Arbitraje, cuando se trate de:

a) Juntas de Conciliación de la misma Entidad Federativa, y

b) Las diversas Juntas Especiales de la Junta de Conciliación y Arbitraje de la misma Entidad Federativa.

II. Por el Pleno de la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje, cuando se trate de las Juntas Federales de Conciliación y de las Especiales de la misma; entre sí recíprocamente.

III. Por la Cuarta Sala de la Suprema Corte de Justicia de la Nación cuando se suscite entre:

- a) Juntas Locales o Federales de Conciliación y Arbitraje y el Tribunal Federal de Conciliación y Arbitraje.
- b) Juntas Locales y Juntas Federales de Conciliación y Arbitraje.
- c) Juntas Locales de Conciliación y Arbitraje de diversas Entidades Federativas.
- d) Juntas Locales o Federales de Conciliación y Arbitraje y otro órgano jurisdiccional.

#### **Artículo 706**

Será nulo todo lo actuado ante la Junta incompetente, salvo el acto de admisión de la demanda y lo dispuesto en los artículos 704 y 928 fracción V de esta Ley o, en su caso, cuando se haya celebrado convenio que ponga fin al negocio, en el período de conciliación.

### **CAPITULO IV De los impedimentos y excusas**

#### **Artículo 707**

Los representantes del Gobierno, de los trabajadores o de los patrones ante las Juntas y los auxiliares, están impedidos para conocer de los juicios en que intervengan, cuando:

- I. Tengan parentesco por consanguinidad dentro del cuarto grado o de afinidad dentro del segundo, con cualquiera de las partes;
- II. Tengan el mismo parentesco, dentro del segundo grado, con el representante legal, abogado o procurador de cualquiera de las partes;
- III. Tengan interés personal directo o indirecto en el juicio;
- IV. Alguno de los litigantes o abogados haya sido denunciante, querellante o acusador del funcionario de que se trate, de su cónyuge o se haya constituido en parte en causa criminal, seguida contra cualquiera de ellos; siempre que se haya ejercitado la acción penal correspondiente;
- V. Sea apoderado o defensor de alguna de las partes o perito o testigo, en el mismo juicio, o haber emitido opinión sobre el mismo;
- VI. Sea socio, arrendatario, trabajador o patrón o que dependa económicamente de alguna de las partes o de sus representantes;
- VII. Sea tutor o curador, o haber estado bajo la tutela o curatela de las partes o de sus representantes; y
- VIII. Sea deudor, acreedor, heredero o legatario de cualquiera de las partes o de sus representantes.

#### **Artículo 708**

Los representantes del Gobierno, de los trabajadores o de los patrones ante las Juntas, y los auxiliares, no son recusables, pero deberán excusarse de conocer de los juicios en que intervengan, cuando se encuentren comprendidos en alguno de los supuestos a que se refiere el artículo anterior. De no hacerlo incurrirán en la responsabilidad a que se refiere esta Ley.

#### **Artículo 709**

Las excusas se calificarán de plano, y en su tramitación se observarán las normas siguientes:

I. Las instruirán y decidirán:

- a) El Presidente de la Junta, cuando se trate del Presidente de una Junta Especial o de la de Conciliación, del Auxiliar o del Representante de los Trabajadores o de los Patrones.
- b) El Secretario del Trabajo y Previsión Social, tratándose del Presidente de la Junta Federal y el Gobernador del Estado o el Jefe del Departamento del Distrito Federal, cuando se trate del Presidente de la Junta Local.

II. La excusa se deberá promover por escrito y bajo protesta de decir verdad, ante las autoridades señaladas en la fracción anterior, dentro de las 48 horas siguientes a la en que se tenga conocimiento del impedimento. Al solicitarse se acompañarán las pruebas que lo justifiquen;

III. La autoridad que decida sobre la excusa, tan pronto la reciba, resolverá de plano con los elementos que tenga para ello o podrá señalar día y hora para que comparezca ante ella el interesado, para que después de oírlo y recibir pruebas de inmediato dicte resolución; y

IV. Si la excusa es declarada improcedente, la autoridad competente podrá sancionar, al que se excusó, con amonestación o suspensión del cargo hasta por ocho días y en caso de reincidencia en el mismo asunto, será destituido.

### **Artículo 710**

Cuando alguna de las partes conozca que el representante del Gobierno, de los patrones o de los trabajadores ante la Junta o el Auxiliar se encuentran impedidos para conocer de algún juicio y no se abstengan de hacerlo, podrán ocurrir ante las autoridades señaladas en la fracción I del artículo anterior, haciendo por escrito la denuncia, a la que deberán acompañar las pruebas que acrediten el impedimento y la que se tramitará conforme al procedimiento señalado en la Fracción III del citado precepto.

Si se comprueba el impedimento se le substituirá en la siguiente forma:

- a) El Presidente de la Junta por el Secretario General de mayor antigüedad;
- b) El Presidente de la Junta Especial por el Auxiliar de la propia Junta, y éste por el Secretario;
- c) El Presidente de la Junta Permanente de Conciliación por el Secretario de la misma; y
- d) Los representantes de los trabajadores y de los patrones por sus respectivos suplentes.

Independientemente de la sustitución, el funcionario impedido será sancionado, en los términos previstos en la fracción IV del artículo 709 de esta Ley.

### **Artículo 711**

El procedimiento no se suspenderá mientras se tramite la excusa salvo disposición en contrario de la Ley.

## **CAPITULO V**

### **De la actuación de las juntas**

### **Artículo 712**

Cuando el trabajador ignore el nombre del patrón o la denominación o razón social de donde labora o laboró, deberá precisar cuando menos en su escrito inicial de demanda el domicilio de la empresa, establecimiento, oficina o lugar en donde prestó o presta el trabajo y la actividad a que se dedica el patrón.

La sola presentación de la demanda en los términos del párrafo anterior interrumpe la prescripción respecto de quien resulte ser el patrón del trabajador.

### **Artículo 713**

En las audiencias que se celebren se requerirá de la presencia física de las partes o de sus representantes o apoderados, salvo disposición en contrario de la Ley.

### **Artículo 714**

Las actuaciones de las Juntas deben practicarse en días y horas hábiles, bajo pena de nulidad, siempre que esta Ley no disponga otra cosa.

### **Artículo 715**

Son días hábiles todos los del año con excepción de los sábados y domingos, los de descanso obligatorio, los festivos que señale el calendario oficial y aquéllos en que la Junta suspenda sus labores.

### **Artículo 716**

Son horas hábiles las comprendidas entre las siete y las diecinueve horas, salvo el procedimiento de huelga, en el que todos los días y horas son hábiles.

### **Artículo 717**

Los Presidentes de las Juntas, los de las Juntas Especiales y los Auxiliares, pueden habilitar los días y horas inhábiles para que se practiquen diligencias, cuando haya causa justificada, expresando concreta y claramente cual es ésta, así como las diligencias que hayan de practicarse.

### **Artículo 718**

La audiencia o diligencia que se inicie en día y hora hábil podrá continuarse hasta su terminación, sin suspenderla y sin necesidad de habilitación expresa. En caso de que se suspenda deberá continuarse el siguiente día hábil; la Junta hará constar en autos la razón de la suspensión.

### **Artículo 719**

Cuando en la fecha señalada no se llevare a cabo la práctica de alguna diligencia, la Junta hará constar en autos la razón por la cual no se practicó y señalará en el mismo acuerdo, el día y hora para que tenga lugar la misma.

### **Artículo 720**

Las audiencias serán públicas. La Junta podrá ordenar, de oficio o a instancia de parte, que sean a puerta cerrada, cuando lo exija el mejor despacho de los negocios, la moral o las buenas costumbres.

### **Artículo 721**

Todas las actuaciones procesales serán autorizadas por el Secretario, excepción hecha de las diligencias encomendadas a otros funcionarios; lo actuado en las audiencias se hará constar en actas, las que deberán ser firmadas por las personas que en ellas intervinieron, quieran y sepan hacerlo. Cuando algún integrante de la Junta omitiere firmar las actas de las diligencias en las que estuvo presente se entenderá que está conforme con ellas. De las actas de las audiencias se entregará copia autógrafa a cada una de las partes comparecientes.

### **Artículo 722**

Las declaraciones que rindan las partes, sus apoderados o cualquier persona ante las Juntas, las harán bajo protesta de decir verdad y bajo apercibimiento de las penas en que incurrir si declaran falsamente ante autoridad.

Las declaraciones de peritos en derecho, serán rendidas bajo protesta de decir verdad, sin que se requiera apercibimiento alguno.

### **Artículo 723**

La Junta, conforme a lo establecido en esta Ley, está obligada a expedir a la parte solicitante, copia certificada de cualquier documento o constancia que obre en el expediente. También deberá certificar la copia fotostática que exhiban las partes de algún documento o constancia que aparezca en autos, previo cotejo que se haga con el original.

### **Artículo 724**

El Pleno de la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje o el de las Juntas Locales de Conciliación y Arbitraje, podrá acordar que los expedientes concluidos de manera definitiva sean dados de baja previa certificación de la microfilmación de los mismos o de su conservación a través de cualquier otro procedimiento técnico científico que permita su consulta.

### **Artículo 725**

En caso de extravío o desaparición del expediente o de alguna constancia, el Secretario, previo informe del archivista, certificará la existencia anterior y la falta posterior del expediente o de las actuaciones. La Junta, de oficio o a petición de parte, lo hará del conocimiento de las partes; procederá a practicar las investigaciones del caso y a tramitar de inmediato la reposición de los autos, en forma incidental.

### **Artículo 726**

En el caso del artículo anterior, la Junta señalará, dentro de las setenta y dos horas siguientes, día y hora para que tenga lugar una audiencia en la que las partes deberán aportar todos los elementos, constancias y copias que obren en su poder. La Junta podrá ordenar se practiquen aquellas actuaciones y diligencias necesarias para reponer los autos, teniendo en cuenta, en su caso, lo dispuesto por el artículo 724 de esta Ley.

### Artículo 727

La Junta, de oficio, cuando lo estime conveniente, hará la denuncia correspondiente ante el Ministerio Público competente, de la desaparición del expediente o actuación, acompañando copia de las actas y demás diligencias practicadas con dicho motivo.

### Artículo 728

Los Presidentes de las Juntas y los Auxiliares, podrán imponer correcciones disciplinarias, para mantener el buen orden en el desarrollo de las audiencias o diligencias, y exigir que se les guarde el respeto y la consideración debidos.

### Artículo 729

Por su orden las correcciones disciplinarias que pueden imponerse, son:

I. Amonestación;

II. Multa que no podrá exceder de siete veces el salario mínimo general, vigente en el lugar y tiempo en que se cometa la violación; y

III. Expulsión del local de la Junta; la persona que se resista a cumplir la orden, será desalojada del local con el auxilio de la fuerza pública.

### Artículo 730

Cuando los hechos que motiven la imposición de una corrección disciplinaria, puedan constituir la comisión de un delito, la Junta levantará un acta circunstanciada y la turnará al Ministerio Público, para los efectos conducentes.

### Artículo 731

El Presidente de la Junta, los de las Juntas Especiales y los Auxiliares podrán emplear conjunta e indistintamente, cualquiera de los medios de apremio necesarios, para que las personas concurran a las audiencias en las que su presencia es indispensable o para asegurar el cumplimiento de sus resoluciones.

Los medios de apremio que pueden emplearse son:

I. Multa hasta de siete veces el salario mínimo general, vigente en el lugar y tiempo en que se cometió la infracción;

II. Presentación de la persona con auxilio de la fuerza pública; y

III. Arresto hasta por treinta y seis horas.

### Artículo 732

Las correcciones disciplinarias y medios de apremio se impondrán de plano, sin substanciación alguna, y deberán estar fundadas y motivadas. Podrán ser impugnadas en los términos señalados en esta Ley.

## **CAPITULO VI**

### **De los términos procesales**

### Artículo 733

Los términos comenzarán a correr el día siguiente al en que surta efecto la notificación y se contará en ellos el día del vencimiento.

### Artículo 734

En ningún término se contarán los días en que no puedan tener lugar actuaciones ante la Junta, salvo disposición contraria de esta Ley.

### Artículo 735

Cuando la realización o práctica de algún acto procesal o el ejercicio de un derecho, no tengan fijado un término, éste será el de tres días hábiles.

### Artículo 736

Para computar los términos, los meses se regularán por el de treinta días naturales; y los días hábiles se consideraran de veinticuatro horas naturales, contados de las veinticuatro a las veinticuatro horas, salvo disposición contraria en esta Ley.

### Artículo 737

Cuando el domicilio de la persona demandada se encuentre fuera del lugar de residencia de la Junta, esta podrá ampliar el término de que se trate, en función de la distancia a razón de un día por cada 200 kilómetros, de 3 a 12 días, tomando en cuenta los medios de comunicación existentes.

### Artículo 738

Transcurridos los términos fijados a las partes, se tendrá por perdido su derecho que debieron ejercitar, sin necesidad de acusar rebeldía.

## **CAPITULO VII**

### **De las notificaciones**

### Artículo 739

Las partes, en su primera comparecencia o escrito, deberán señalar domicilio dentro del lugar de residencia de la Junta para recibir notificaciones, si no lo hacen, las notificaciones personales se harán por boletín o por estrados, según el caso, en los términos previstos en esta Ley.

Asimismo, deberán señalar domicilio en el que deba hacerse la primera notificación a la persona o personas contra quienes promuevan. Cuando no se localice a la persona, la notificación se hará en el domicilio que se hubiere señalado, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 712 de esta Ley, y faltando ese, la notificación se hará en el último local o lugar de trabajo en donde se prestaron los servicios y en estos casos se fijarán las copias de la demanda en los estrados de la Junta.

### Artículo 740

Cuando en la demanda no se haya expresado el nombre del patrón o de la empresa en que trabaja o trabajó el trabajador, la notificación personal de la misma se sujetará al procedimiento establecido en el artículo 743 en lo conducente debiendo cerciorarse el actuario de que el lugar donde efectúa la notificación es precisamente el de el centro de trabajo donde presta o prestó sus servicios el demandante, y la notificación se entenderá hecha al patrón, aunque al hacerla se ignore el nombre del mismo.

### Artículo 741

Las notificaciones personales se harán en el domicilio señalado en autos, hasta en tanto no se designe nueva casa o local para ello; y las que se realicen en estas condiciones, surtirán plenamente sus efectos.

### Artículo 742

Se harán personalmente las notificaciones siguientes:

- I. El emplazamiento a juicio y cuando se trate del primer proveído que se dicte en el mismo;
- II. El auto de radicación del juicio, que dicten las Juntas de Conciliación y Arbitraje en los expedientes que les remitan otras Juntas;
- III. La resolución en que la Junta se declare incompetente;
- IV. El auto que recaiga al recibir la sentencia de amparo;
- V. La resolución que ordene la reanudación del procedimiento; cuya tramitación estuviese interrumpida o suspendida por cualquier causa legal;
- VI. El auto que cite a absolver posiciones;
- VII. La resolución que deban conocer los terceros extraños al juicio;
- VIII. El laudo;

IX. El auto que conceda término o señale fecha para que el trabajador sea reinstalado;

X. El auto por el que se ordena la reposición de actuaciones;

XI. En los casos a que se refiere el artículo 772 de esta Ley;

y

XII. En casos urgentes o cuando concurren circunstancias especiales a juicio de la Junta.

### Artículo 743

La primera notificación personal se hará de conformidad con las normas siguientes:

I. El actuario se cerciorará de que la persona que deba ser notificada, habita, trabaja o tiene su domicilio en la casa o local, señalado en autos para hacer la notificación;

II. Si está presente el interesado o su representante, el actuario notificará, la resolución entregando copia de la misma; si se trata de persona moral, el actuario se asegurará de que la persona con quien entiende la diligencia es representante legal de aquella.

III. Si no está presente el interesado o su representante, se le dejará citatorio para que lo espere al día siguiente, a una hora determinada;

IV. Si no obstante el citatorio, no está presente el interesado o su representante, la notificación se hará a cualquier persona que se encuentre en la casa o local, y si estuvieren éstos cerrados, se fijará una copia de la resolución en la puerta de entrada;

V. Si en la casa o local designado para hacer la notificación se negare el interesado, su representante o la persona con quien se entienda la diligencia, a recibir la notificación, ésta se hará por instructivo que se fijará en la puerta de la misma, adjuntando una copia de la resolución; y

VI. En el caso del artículo 712 de esta Ley, el actuario se cerciorará de que el local designado en autos, es aquel en que se prestan o se prestaron los servicios.

En todos los casos a que se refiere este artículo, el actuario asentará razón en autos, señalando con claridad los elementos de convicción en que se apoye.

### Artículo 744

Las ulteriores notificaciones personales se harán al interesado o persona autorizada para ello, el mismo día en que se dicte la resolución si concurre al local de la Junta o en el domicilio que hubiese designado y si no se hallare presente, se le dejará una copia de la resolución autorizada por el Actuario; si la casa o local está cerrado, se fijará la copia en la puerta de entrada o en el lugar de trabajo.

El actuario asentará razón en autos.

### Artículo 745

El Pleno de las Juntas Federal y Locales de Conciliación y Arbitraje, podrá acordar la publicación de un boletín que contenga la lista de las notificaciones que no sean personales.

### Artículo 746

Surtirán sus efectos las notificaciones que se hagan a las partes en el Boletín Laboral, salvo que sean personales. Cuando la Junta no publique boletín, estas notificaciones se harán en los estrados de la Junta.

El Secretario hará constar en autos la fecha de la publicación respectiva y fijará diariamente en lugar visible del local de la Junta, un ejemplar del Boletín Laboral o, en su caso, las listas de las notificaciones por estrados; coleccionando unos y otras, para resolver cualquier cuestión que se suscite sobre la omisión de alguna publicación.

Las listas de notificaciones deberán ser autorizadas y selladas en su fecha por el Secretario. La publicación de las notificaciones contendrá la fecha, el número del expediente y los nombres de las partes en los juicios de que se trate.

### **Artículo 747**

Las notificaciones surtirán sus efectos de la manera siguiente:

I. Las personales: el día y hora en que se practiquen, contándose de momento a momento, cualquiera que sea la hora en que se haya hecho la notificación, salvo disposición en contrario en la Ley; y

II. Las demás; al día siguiente al de su publicación en el Boletín o en los estrados de la Junta.

### **Artículo 748**

Las notificaciones deberán hacerse en horas hábiles con una anticipación de veinticuatro horas, por lo menos, del día y hora en que deba efectuarse la diligencia, salvo disposición en contrario de la Ley.

### **Artículo 749**

Las notificaciones hechas al apoderado o a las personas expresamente autorizadas legalmente por las partes, acreditadas ante la Junta, surtirán los mismos efectos que si se hubiesen hecho a ellas.

### **Artículo 750**

Las notificaciones, citaciones o emplazamientos deberán realizarse dentro de los cinco días siguientes a su fecha, salvo cuando expresamente en la resolución o en la Ley exista disposición en contrario.

### **Artículo 751**

La cédula de notificación deberá contener, por lo menos:

I. Lugar, día y hora en que se practique la notificación;

II. El número de expediente;

III. El nombre de las partes;

IV. El nombre y domicilio de la persona o personas que deban ser notificadas; y

V. Copia autorizada de la resolución que se anexará a la cédula.

### **Artículo 752**

Son nulas las notificaciones que no se practiquen de conformidad a lo dispuesto en este Capítulo.

## **CAPITULO VIII**

### **De los exhortos y despachos**

### **Artículo 753**

Las diligencias que no puedan practicarse en el lugar de residencia de la Junta que conozca del juicio, deberán encomendarse por medio de exhorto al Presidente de la Junta de Conciliación o de Conciliación y Arbitraje o al de las Especiales, o a la autoridad más próxima al lugar en que deban practicarse dentro de la República Mexicana.

### **Artículo 754**

Las diligencias que se practiquen en el extranjero, únicamente se autorizarán cuando se demuestre que son indispensables para probar los hechos fundamentales de la demanda o de su contestación.

En el caso a que se refiere el párrafo anterior, se libraré el despacho correspondiente, tomando en cuenta lo dispuesto en los tratados o convenios internacionales.

### **Artículo 755**

A falta de tratados o convenios, deberá estarse a las siguientes reglas:

I. Los despachos serán remitidos por vía diplomática, al lugar de residencia de la autoridad correspondiente, debiendo ser legalizadas las firmas de las autoridades que los expidan; y

II. No será necesaria la legalización de firmas, si las leyes o prácticas del país a donde se libre el despacho, no establecen ese requisito.

### **Artículo 756**

En los exhortos que deban ser diligenciados dentro de la República Mexicana, no se requiere la legalización de firmas de la autoridad que los expida.

### **Artículo 757**

La Junta deberá expedir los exhortos y despachos, al día siguiente de aquél en que surta sus efectos la resolución que los ordene.

### **Artículo 758**

Los exhortos y despachos que reciban las autoridades a que se refiere el artículo 753, se proveerán dentro de las setenta y dos horas siguientes a su recepción y se deberán diligenciar dentro de los cinco días siguientes, salvo en los casos en que por la naturaleza de lo que haya de practicarse, exija necesariamente mayor tiempo; en este caso, la autoridad requerida fijará el que crea conveniente sin que el término fijado pueda exceder de quince días.

### **Artículo 759**

Cuando se demore el cumplimiento de un exhorto, se recordará de oficio o a instancia de parte, a la autoridad exhortada; si a pesar del recordatorio continúa la demora, la autoridad exhortante lo pondrá en conocimiento del superior inmediato del exhortado.

### **Artículo 760**

La Junta a solicitud de parte, podrá entregar el exhorto y sus anexos al oferente previa razón que deje en autos, quien bajo su más estricta responsabilidad lo entregará a la autoridad exhortada para su diligenciamiento.

El oferente devolverá el exhorto diligenciado bajo su más estricta responsabilidad a la exhortante.

## **CAPITULO IX**

### **De los incidentes**

### **Artículo 761**

Los incidentes se tramitarán dentro del expediente principal donde se promueve, salvo los casos previstos en esta Ley.

### **Artículo 762**

Se tramitarán como incidentes de previo y especial pronunciamiento las siguientes cuestiones.

- I. Nulidad;
- II. Competencia;
- III. Personalidad;
- IV. Acumulación; y
- V. Excusas.

### **Artículo 763**

Cuando se promueva un incidente dentro de una audiencia o diligencia, se substanciará y resolverá de plano, oyendo a las partes; continuándose el procedimiento de inmediato. Cuando se trate de nulidad, competencia y en los casos de acumulación y excusas, dentro de las veinticuatro horas siguientes se señalará día y hora para la audiencia incidental, en la que se resolverá.

### **Artículo 764**

Si en autos consta que una persona se manifiesta sabedora de una resolución, la notificación mal hecha u omitida surtirá sus efectos como si estuviese hecha conforme a la Ley. En este caso, el incidente de nulidad que se promueva será desechado de plano.

### **Artículo 765**

Los incidentes que no tengan señalada una tramitación especial en esta Ley, se resolverán de plano oyendo a las partes.

## **CAPITULO X**

### **De la acumulación**

#### **Artículo 766**

En los procesos de trabajo que se encuentren en trámite ante las Juntas de Conciliación y Arbitraje, procede la acumulación de oficio o a instancia de parte, en los casos siguientes:

I. Cuando se trate de juicios promovidos por el mismo actor contra el mismo demandado, en los que se reclamen las mismas prestaciones;

II. Cuando sean las mismas partes, aunque las prestaciones sean distintas, pero derivadas de una misma relación de trabajo;

III. Cuando se trate de juicios promovidos por diversos actores contra el mismo demandado, si el conflicto tuvo su origen en el mismo hecho derivado de la relación de trabajo; y

IV. En todos aquellos casos, que por su propia naturaleza las prestaciones reclamadas o los hechos que las motivaron, puedan originar resoluciones contradictorias.

#### **Artículo 767**

Si se declara procedente la acumulación, el juicio o juicios más recientes, se acumularán al más antiguo.

#### **Artículo 768**

Las demandas presentadas en relación con las obligaciones patronales en materia de capacitación y adiestramiento de los trabajadores y seguridad e higiene en los centros de trabajo, no serán acumulables a ninguna otra acción. Si cualquiera de estas acciones se ejercita conjuntamente con otras derivadas de la misma relación de trabajo, se estará a lo dispuesto en el artículo 699.

#### **Artículo 769**

La acumulación declarada procedente, produce los siguientes efectos:

I. En el caso de la fracción I, del artículo 766, no surtirá efecto alguno lo actuado en el juicio o juicios acumulados y únicamente surtirán efecto las actuaciones del juicio más antiguo; y

II. En los casos previstos por las fracciones II, III y IV del artículo 766, los conflictos se resolverán por la misma Junta en una sola resolución.

#### **Artículo 770**

Para la tramitación y resolución de la acumulación, se observarán las normas contenidas en los artículos 761 al 765.

Será competente para conocer de la acumulación la Junta de Conciliación y Arbitraje que hubiere prevenido; observándose en lo conducente, lo dispuesto en el Capítulo III de este Título.

## **CAPITULO XI**

### **De la continuación del proceso y de la caducidad**

#### **Artículo 771**

Los Presidentes de las Juntas y los Auxiliares cuidarán, bajo su más estricta responsabilidad, que los juicios que ante ellos se tramiten no queden inactivos, proveyendo lo que conforme a la Ley corresponda hasta dictar laudo, salvo disposición en contrario.

#### **Artículo 772**

Cuando para continuar el trámite del juicio en los términos del artículo que antecede, sea necesaria promoción del trabajador, y éste no la haya efectuado dentro de un lapso de tres meses; el Presidente de la Junta deberá ordenar se le requiera para que la presente apercibiéndole de que, de no hacerlo, operará la caducidad a que se refiere el

artículo siguiente.

Si el trabajador está patrocinado por un Procurador del Trabajo, la Junta notificará el acuerdo de que se trata, a la Procuraduría de la Defensa del Trabajo, para los efectos correspondientes. Si no estuviera patrocinado por la Procuraduría, se le hará saber a ésta el acuerdo, para el efecto de que intervenga ante el trabajador y le precise las consecuencias legales de la falta de promoción, así como para que le brinde asesoría legal en caso de que el trabajador se la requiera.

### **Artículo 773**

Se tendrá por desistida de la acción intentada a toda persona que no haga promoción alguna en el término de seis meses, siempre que esa promoción sea necesaria para la continuación del procedimiento. No se tendrá por transcurrido dicho término si están desahogadas las pruebas del actor o esta pendiente de dictarse resolución sobre alguna promoción de las partes o la práctica de alguna diligencia, o la recepción de informes o copias que se hubiesen solicitado.

Cuando se solicite que se tenga por desistido al actor de las acciones intentadas, la Junta citará a las partes a una audiencia, en la que después de oírlos y recibir las pruebas que ofrezcan, que deberán referirse exclusivamente a la procedencia o improcedencia del desistimiento, dictará resolución.

### **Artículo 774**

En caso de muerte del trabajador, mientras tanto comparecen a juicio sus beneficiarios, la Junta hará la solicitud al Procurador de la Defensa del Trabajo, en los términos y para los efectos a que se refiere el artículo 772 de esta Ley.

### **Artículo 775**

El Procurador Auxiliar tendrá las facultades y responsabilidades de un mandatario; deberá presentar las promociones necesarias para la continuación del procedimiento, hasta su total terminación.

Reunidos los requisitos a que se refieren los artículos que anteceden, cesará la representación del procurador auxiliar en el juicio en que intervino.

## **CAPITULO XII**

### **De las pruebas**

#### **Sección Primera**

#### **Reglas Generales**

### **Artículo 776**

Son admisibles en el proceso todos los medios de prueba que no sean contrarios a la moral y al derecho, y en especial los siguientes:

I. Confesional;

II. Documental;

III. Testimonial;

IV. Pericial;

V. Inspección;

VI. Presuncional;

VII. Instrumental de actuaciones; y

VIII. Fotografías y, en general, aquellos medios aportados por los descubrimientos de la ciencia.

### **Artículo 777**

Las pruebas deben referirse a los hechos controvertidos cuando no hayan sido confesados por las partes.

### **Artículo 778**

Las pruebas deberán ofrecerse en la misma audiencia, salvo que se refieran a hechos supervenientes o que tengan por fin probar las tachas que se hagan valer en contra de los testigos.

### **Artículo 779**

La Junta desechará aquellas pruebas que no tengan relación con la litis planteada o resulten inútiles o intrascendentes, expresando el motivo de ello.

### **Artículo 780**

Las pruebas se ofrecerán acompañadas de todos los elementos necesarios para su desahogo.

### **Artículo 781**

Las partes podrán interrogar libremente a las personas que intervengan en el desahogo de las pruebas sobre los hechos controvertidos, hacerse mutuamente las preguntas que juzguen convenientes, y examinar los documentos y objetos que se exhiban.

### **Artículo 782**

La Junta podrá ordenar con citación de las partes, el examen de documentos, objetos y lugares, su reconocimiento por actuarios o peritos y, en general, practicar las diligencias que juzgue conveniente para el esclarecimiento de la verdad y requerirá a las partes para que exhiban los documentos y objetos de que se trate.

### **Artículo 783**

Toda autoridad o persona ajena al juicio que tenga conocimiento de hechos o documentos en su poder que puedan contribuir al esclarecimiento de la verdad, está obligada a aportarlos, cuando sea requerida por la Junta de Conciliación o de Conciliación y Arbitraje.

### **Artículo 784**

La Junta eximirá de la carga de la prueba al trabajador, cuando por otros medios esté en posibilidad de llegar al conocimiento de los hechos, y para tal efecto requerirá al patrón para que exhiba los documentos que, de acuerdo con las leyes, tiene la obligación legal de conservar en la empresa, bajo el apercibimiento de que de no presentarlos, se presumirán ciertos los hechos alegados por el trabajador. En todo caso, corresponderá al patrón probar su dicho cuando exista controversia sobre:

- I. Fecha de ingreso del trabajador;
- II. Antigüedad del trabajador;
- III. Faltas de asistencia del trabajador;
- IV. Causa de rescisión de la relación de trabajo;
- V. Terminación de la relación o contrato de trabajo para obra o tiempo determinado, en los términos del artículo 37 fracción I y 53 fracción III de esta Ley;
- VI. Constancia de haber dado aviso por escrito al trabajador de la fecha y causa de su despido;
- VII. El contrato de trabajo;
- VIII. Duración de la jornada de trabajo;
- IX. Pagos de días de descanso y obligatorios;
- X. Disfrute y pago de las vacaciones;
- XI. Pago de las primas dominical, vacacional y de antigüedad;
- XII. Monto y pago del salario;
- XIII. Pago de la participación de los trabajadores en las utilidades de las empresas; y

XIV. Incorporación y aportación al Fondo Nacional de la Vivienda.

### Artículo 785

Si alguna persona no puede, por enfermedad u otro motivo justificado a juicio de la Junta concurrir al local de la misma para absolver posiciones o contestar un interrogatorio; previa comprobación del hecho, mediante certificado médico u otra constancia fehaciente que se exhiba, bajo protesta de decir verdad, ésta señalará nueva fecha para el desahogo de la prueba correspondiente; y de subsistir el impedimento, el médico deberá comparecer, dentro de los cinco días siguientes, a ratificar el documento en cuyo caso, la Junta deberá trasladarse al lugar donde aquélla se encuentre para el desahogo de la diligencia.

## Sección Segunda De la Confesional

### Artículo 786

Cada parte podrá solicitar se cite a su contraparte para que concurra a absolver posiciones.

Tratándose de personas morales la confesional se desahogará por conducto de su representante legal; salvo el caso a que se refiere el siguiente artículo.

### Artículo 787

Las partes podrán también solicitar que se cite a absolver posiciones personalmente a los directores, administradores, gerentes y, en general, a las personas que ejerzan funciones de dirección y administración, en la empresa o establecimiento, así como a los miembros de la directiva de los sindicatos, cuando los hechos que dieron origen al conflicto les sean propios y se les hayan atribuido en la demanda o contestación, o bien que por razones de sus funciones les deban ser conocidos.

### Artículo 788

La Junta ordenará se cite a los absolventes personalmente o por conducto de sus apoderados, apercibiéndolos de que si no concurren el día y hora señalados, se les tendrá por confesos de las posiciones que se les articulen.

### Artículo 789

Si la persona citada para absolver posiciones, no concurre en la fecha y hora señalada, se hará efectivo el apercibimiento a que se refiere el artículo anterior y se le declarará confesa de las posiciones que se hubieren articulado y calificado de legales.

### Artículo 790

En el desahogo de la prueba confesional se observarán las normas siguientes:

I. Las posiciones podrán formularse en forma oral o por escrito, que exhiba la parte interesada en el momento de la audiencia;

II. Las posiciones se formularán libremente, pero deberán concretarse a los hechos controvertidos; no deberán ser insidiosas o inútiles. Son insidiosas las posiciones que tiendan a ofuscar la inteligencia del que ha de responder, para obtener una confesión contraria a la verdad; son inútiles aquellas que versan sobre hechos que hayan sido previamente confesados o que no están en contradicción con alguna prueba o hecho fehaciente que conste en autos o sobre los que no exista controversia;

III. El absolvente bajo protesta de decir verdad, responderá por sí mismo, de palabra, sin la presencia de su asesor, ni ser asistido por persona alguna. No podrá valerse de borrador de respuestas pero se le permitirá que consulte simples notas o apuntes, si la Junta, después de tomar conocimiento de ellos, resuelve que son necesarios para auxiliar su memoria;

IV. Cuando las posiciones se formulen oralmente, se harán constar textualmente en el acta respectiva; cuando sean formuladas por escrito, éste se mandará agregar a los autos y deberá ser firmado por el articulante y el absolvente;

V. Las posiciones serán calificadas previamente, y cuando no reúnan los requisitos a que se refiere la fracción II, la Junta las desechará asentando en autos el fundamento y motivo concreto en que apoye su resolución;

VI. El absolvente contestará las posiciones afirmando o negando; pudiendo agregar las explicaciones que juzgue

convenientes o las que le pida la Junta; las respuestas también se harán constar textualmente en el acta respectiva; y

VII. Si el absolvente se niega a responder o sus respuestas son evasivas, la Junta de oficio o a instancia de parte, lo apercibirá en el acto de tenerlo por confeso si persiste en ello.

#### **Artículo 791**

Si la persona que deba absolver posiciones tiene su residencia fuera del lugar donde se encuentre la Junta, ésta libraré exhorto, acompañando, en sobre cerrado y sellado, el pliego de posiciones previamente calificado; del que deberá sacarse una copia que se guardará en el secreto de la Junta.

La Junta exhortada recibirá la confesional en los términos en que se lo solicite la Junta exhortante.

#### **Artículo 792**

Se tendrán por confesión expresa y espontánea, las afirmaciones contenidas en las posiciones que formule el articulante.

#### **Artículo 793**

Cuando la persona a quien se señale para absolver posiciones sobre hechos propios, ya no labore para la empresa o establecimiento, previa comprobación del hecho el oferente de la prueba será requerido para que proporcione el domicilio donde deba ser citada. En caso de que el oferente ignore el domicilio, lo hará del conocimiento de la Junta antes de la fecha señalada para la celebración de la audiencia de desahogo de pruebas, y la Junta podrá solicitar a la empresa que proporcione el último domicilio que tenga registrado de dicha persona.

Si la persona citada no concurre el día y hora señalados, la Junta lo hará presentar por la policía.

#### **Artículo 794**

Se tendrán por confesión expresa y espontánea de las partes, sin necesidad de ser ofrecida como prueba, las manifestaciones contenidas en las constancias y las actuaciones del juicio.

### **Sección Tercera** **De las Documentales**

#### **Artículo 795**

Son documentos públicos aquellos cuya formulación está encomendada por la Ley a un funcionario investido de fe pública, así como los que expida en ejercicio de sus funciones.

Los documentos públicos expedidos por las autoridades de la Federación, de los Estados, del Distrito Federal o de los municipios, harán fe en el juicio sin necesidad de legalización.

#### **Artículo 796**

Son documentos privados los que no reúnen las condiciones previstas por el artículo anterior.

#### **Artículo 797**

Los originales de los documentos privados se presentarán por la parte oferente que los tenga en su poder; si éstos se objetan en cuanto a contenido y firma se dejarán en autos hasta su perfeccionamiento; en caso de no ser objetados, la oferente podrá solicitar la devolución del original, previa copia certificada en autos.

#### **Artículo 798**

Si el documento privado consiste en copia simple o fotostática se podrá solicitar, en caso de ser objetado, la compulsión o cotejo con el original; para este efecto, la parte oferente deberá precisar el lugar donde el documento original se encuentre.

#### **Artículo 799**

Si el documento original sobre el que deba practicarse el cotejo o compulsión se encuentra en poder de un tercero, éste estará obligado a exhibirlo.

#### **Artículo 800**

Cuando un documento que provenga de tercero ajeno al juicio, resulta impugnado, deberá ser ratificado en su

contenido y firma por el suscriptor, para lo cual deberá ser citado en los términos de la fracción VII del artículo 742 de esta Ley.

La contraparte podrá formular las preguntas en relación con los hechos contenidos en el documento.

### Artículo 801

Los interesados presentarán los originales de los documentos privados y, cuando formen parte de un libro, expediente o legajo, exhibirán copia para que se compulse la parte que señalen, indicando el lugar en donde éstos se encuentren.

### Artículo 802

Se reputa autor de un documento privado al que lo suscribe.

Se entiende por suscripción, la colocación al pie del escrito de la firma o huella digital que sean idóneas, para identificar a la persona que suscribe.

La suscripción hace plena fe de la formulación del documento por cuenta del suscriptor cuando sea ratificado en su contenido y firma o huella digital; excepto en los casos en que el contenido no se reputa proveniente del autor, circunstancia que deberá justificarse con prueba idónea y del señalado en el artículo 33 de esta Ley.

### Artículo 803

Cada parte exhibirá los documentos u objetos que ofrezca como prueba para que obren en autos. Si se trata de informes, o copias, que deba expedir alguna autoridad, la Junta deberá solicitarlos directamente.

### Artículo 804

El patrón tiene obligación de conservar y exhibir en juicio los documentos que a continuación se precisan:

- I. Contratos individuales de trabajo que se celebren, cuando no exista contrato colectivo o contrato Ley aplicable;
- II. Listas de raya o nómina de personal, cuando se lleven en el centro de trabajo; o recibos de pagos de salarios;
- III. Controles de asistencia, cuando se lleven en el centro de trabajo;
- IV. Comprobantes de pagos de participación de utilidades, de vacaciones, de aguinaldos, así como las primas a que se refiere esta Ley; y
- V. Los demás que señalen las leyes.

Los documentos señalados por la fracción I deberán conservarse mientras dure la relación laboral y hasta un año después; los señalados por las fracciones II, III y IV durante el último año y un año después de que se extinga la relación laboral, y los mencionados en la fracción V, conforme lo señalen las leyes que los rijan.

### Artículo 805

El incumplimiento a lo dispuesto por el artículo anterior, establecerá la presunción de ser ciertos los hechos que el actor exprese en su demanda, en relación con tales documentos, salvo la prueba en contrario.

### Artículo 806

Siempre que uno de los litigantes pida copia o testimonio de un documento, pieza o expediente que obre en las oficinas públicas, la parte contraria tendrá derecho de que, a su costa, se adicione con lo que crea conducente del mismo documento, pieza o expediente.

### Artículo 807

Los documentos existentes en el lugar donde se promueva el juicio, que se encuentren en poder de la contraparte, autoridades o terceros, serán objeto de cotejo o compulsión, a solicitud de la oferente, por conducto del actuario.

Los documentos existentes en lugar distinto del de la residencia de la Junta, que se encuentren en cualquiera de los supuestos mencionados en el párrafo anterior, se cotejarán o compulsarán a solicitud del oferente, mediante exhorto dirigido a la autoridad que corresponda.

Para que proceda la compulsión o cotejo, deberá exhibirse en la audiencia de ofrecimiento de pruebas, copia del

documento que por este medio deba ser perfeccionado.

#### **Artículo 808**

Para que hagan fe en la República, los documentos procedentes del extranjero deberán presentarse debidamente legalizados por las autoridades diplomáticas o consulares, en los términos que establezcan las leyes relativas.

#### **Artículo 809**

Los documentos que se presenten en idioma extranjero deberán acompañarse de su traducción; la Junta de oficio nombrará inmediatamente traductor oficial, el cual presentará y ratificará, bajo protesta de decir verdad, la traducción que haga dentro del término de cinco días, que podrá ser ampliado por la Junta, cuando a su juicio se justifique.

#### **Artículo 810**

Las copias hacen presumir la existencia de los originales, conforme a las reglas procedentes; pero si se pone en duda su exactitud, deberá ordenarse su cotejo con los originales de que se tomaron, siempre y cuando así se haya ofrecido.

#### **Artículo 811**

Si se objeta la autenticidad de algún documento en cuanto a contenido, firma o huella digital; las partes podrán ofrecer pruebas con respecto a las objeciones, las que se recibirán, si fueren procedentes, en la audiencia de desahogo de pruebas a que se refiere el artículo 884 de esta Ley.

#### **Artículo 812**

Cuando los documentos públicos contengan declaraciones o manifestaciones hechas por particulares, sólo prueban que las mismas fueron hechas ante la autoridad que expidió el documento.

Las declaraciones o manifestaciones de que se trate prueban contra quienes las hicieron o asistieron al acto en que fueron hechas, y se manifestaron conformes con ellas.

### **Sección Cuarta De la Testimonial**

#### **Artículo 813**

La parte que ofrezca prueba testimonial deberá cumplir con los requisitos siguientes:

- I. Solo podrán ofrecerse un máximo de tres testigos por cada hecho controvertido que se pretenda probar;
- II. Indicará los nombres y domicilios de los testigos; cuando exista impedimento para presentar directamente a los testigos, deberá solicitarse a la Junta que los cite, señalando la causa o motivo justificados que le impidan presentarlos directamente;
- III. Si el testigo radica fuera del lugar de residencia de la Junta, el oferente deberá al ofrecer la prueba, acompañar interrogatorio por escrito, al tenor del cual deberá ser examinado el testigo; de no hacerlo, se declarará desierta. Asimismo, exhibirá copias del interrogatorio, las que se pondrán a disposición de las demás partes, para que dentro del término de tres días presenten su pliego de repreguntas en sobre cerrado; y
- IV. Cuando el testigo sea alto funcionario público, a juicio de la Junta, podrá rendir su declaración por medio de oficio, observándose lo dispuesto en este artículo en lo que sea aplicable.

#### **Artículo 814**

La Junta, en el caso de la fracción II del artículo anterior, ordenará se cite al testigo para que rinda su declaración, en la hora y día que al efecto se señale, con el apercibimiento de ser presentado por conducto de la Policía.

#### **Artículo 815**

En el desahogo de la prueba testimonial se observarán las normas siguientes:

- I. El oferente de la prueba presentará directamente a sus testigos, salvo lo dispuesto en el artículo 813, y la Junta procederá a recibir su testimonio;

II. El testigo deberá identificarse ante la Junta cuando así lo pidan las partes y si no puede hacerlo en el momento de la audiencia, la Junta le concederá tres días para ello;

III. Los testigos serán examinados por separado, en el orden en que fueran ofrecidos. Los interrogatorios se formularán oralmente, salvo lo dispuesto en las fracciones III y IV del artículo 813 de esta Ley;

IV. Después de tomarle al testigo la protesta de conducirse con verdad y de advertirle de las penas en que incurrirán los testigos falsos, se hará constar el nombre, edad, estado civil, domicilio, ocupación y lugar en que se trabaja y a continuación se procederá a tomar su declaración;

V. Las partes formularán las preguntas en forma verbal y directamente. La Junta admitirá aquellas que tengan relación directa con el asunto de que se trata y que no se hayan hecho con anterioridad al mismo testigo, o lleven implícita la contestación;

VI. Primero interrogará el oferente de la prueba y posteriormente a las demás partes. La Junta, cuando lo estime pertinente, examinará directamente al testigo;

VII. Las preguntas y respuestas se harán constar en autos, escribiéndose textualmente unas y otras;

VIII. Los testigos están obligados a dar la razón de su dicho, y la Junta deberá solicitarla, respecto de las respuestas que no la lleven ya en sí; y

IX. El testigo, enterado de su declaración, firmará al margen de las hojas que la contengan y así se hará constar por el Secretario; si no sabe o no puede leer o firmar la declaración, le será leída por el Secretario e imprimirá su huella digital y una vez ratificada, no podrá variarse ni en la substancia ni en la redacción.

### **Artículo 816**

Si el testigo no habla el idioma español rendirá su declaración por medio de intérprete, que será nombrado por el tribunal, el que protestará su fiel desempeño. Cuando el testigo lo pidiere, además de asentarse su declaración en español, deberá escribirse en su propio idioma, por él o por el intérprete.

### **Artículo 817**

La Junta, al girar el exhorto para desahogar la prueba testimonial, acompañará el interrogatorio con las preguntas calificadas, e indicará a la autoridad exhortada, los nombres de las personas que tienen facultad para intervenir en la diligencia.

### **Artículo 818**

Las objeciones o tachas a los testigos se formularán oralmente al concluir el desahogo de la prueba para su apreciación posterior por la Junta.

Cuando se objetare de falso a un testigo, la Junta recibirá las pruebas en la audiencia de desahogo de pruebas a que se refiere el artículo 884 de esta Ley.

### **Artículo 819**

Al testigo que dejare de concurrir a la audiencia, no obstante haber sido citado legalmente, se le hará efectivo el apercibimiento decretado, y la Junta dictará las medidas necesarias para que comparezca a rendir su declaración, el día y hora señalados.

### **Artículo 820**

Un solo testigo podrá formar convicción, si en el mismo concurren circunstancias que sean garantía de veracidad que lo hagan insospechable de falsear los hechos sobre los que declara, si:

I. Fue el único que se percató de los hechos;

II. La declaración no se encuentre en oposición con otras pruebas que obren en autos; y

III. Concurran en el testigo circunstancias que sean garantía de veracidad.

## **Sección Quinta**

## De la Pericial

### Artículo 821

La prueba pericial versará sobre cuestiones relativas a alguna ciencia, técnica, o arte.

### Artículo 822

Los peritos deben tener conocimiento en la ciencia, técnica, o arte sobre el cual debe versar su dictamen; si la profesión o el arte estuvieren legalmente reglamentados, los peritos deberán acreditar estar autorizados conforme a la Ley.

### Artículo 823

La prueba pericial deberá ofrecerse indicando la materia sobre la que deba versar, exhibiendo el cuestionario respectivo, con copia para cada una de las partes.

### Artículo 824

La Junta nombrará los peritos que correspondan al trabajador, en cualquiera de los siguientes casos:

- I. Si no hiciera nombramiento de perito;
- II. Si designándolo no compareciera a la audiencia respectiva a rendir su dictamen; y
- III. Cuando el trabajador lo solicita, por no estar en posibilidad de cubrir los honorarios correspondientes.

### Artículo 825

En el desahogo de la prueba pericial se observarán las disposiciones siguientes:

- I. Cada parte presentará personalmente a su perito el día de la audiencia, salvo el caso previsto en el artículo anterior;
- II. Los peritos protestarán de desempeñar su cargo con arreglo a la Ley e inmediatamente rendirán su dictamen; a menos que por causa justificada soliciten se señale nueva fecha para rendir su dictamen;
- III. La prueba se desahogará con el perito que concurra, salvo el caso de la fracción II del artículo que antecede, la Junta señalará nueva fecha, y dictará las medidas necesarias para que comparezca el perito;
- IV. Las partes y los miembros de la Junta podrán hacer a los peritos las preguntas que juzguen conveniente; y
- V. En caso de existir discrepancia en los dictámenes, la Junta designará un perito tercero.

### Artículo 826

El perito tercero en discordia que designe la Junta debe excusarse dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes a la en que se notifique su nombramiento, siempre que concurra alguna de las causas a que se refiere el Capítulo Cuarto de este Título.

La Junta calificará de plano la excusa y, declarada procedente, se nombrará nuevo perito.

## Sección Sexta De la Inspección

### Artículo 827

La parte que ofrezca la inspección deberá precisar el objeto materia de la misma; el lugar donde debe practicarse; los períodos que abarcará y los objetos y documentos que deben ser examinados. Al ofrecerse la prueba, deberá hacerse en sentido afirmativo, fijando los hechos o cuestiones que se pretenden acreditar con la misma.

### Artículo 828

Admitida la prueba de inspección por la Junta, deberá señalar día, hora y lugar para su desahogo; si los documentos y objetos obran en poder de alguna de las partes, la Junta la apercibirá que, en caso de no exhibirlos, se tendrán por ciertos presuntivamente los hechos que se tratan de probar. Si los documentos y objetos se encuentran en poder de

personas ajenas a la controversia se aplicarán los medios de apremio que procedan.

#### **Artículo 829**

En el desahogo de la prueba de inspección se observarán las reglas siguientes:

- I. El actuario, para el desahogo de la prueba, se ceñirá estrictamente a lo ordenado por la Junta;
- II. El actuario requerirá se le pongan a la vista los documentos y objetos que deben inspeccionarse;
- III. Las partes y sus apoderados pueden concurrir a la diligencia de inspección y formular las objeciones u observaciones que estimen pertinentes; y
- IV. De la diligencia se levantará acta circunstanciada, que firmarán los que en ella intervengan y la cual se agregará al expediente, previa razón en autos.

### Sección Séptima De la Presuncional

#### **Artículo 830**

Presunción es la consecuencia que la Ley o la Junta deducen de un hecho conocido para averiguar la verdad de otro desconocido.

#### **Artículo 831**

Hay presunción legal cuando la Ley la establece expresamente; hay presunción humana cuando de un hecho debidamente probado se deduce otro que es consecuencia de aquél.

#### **Artículo 832**

El que tiene a su favor una presunción legal, sólo está obligado a probar el hecho en que la funda.

#### **Artículo 833**

Las presunciones legales y humanas, admiten prueba en contrario.

#### **Artículo 834**

Las partes al ofrecer la prueba presuncional, indicarán en qué consiste y lo que se acredita con ella.

### Sección Octava De la Instrumental

#### **Artículo 835**

La instrumental es el conjunto de actuaciones que obren en el expediente, formado con motivo del juicio.

#### **Artículo 836**

La Junta estará obligada a tomar en cuenta las actuaciones que obren en el expediente del juicio.

## **CAPITULO XIII** **De las resoluciones laborales**

#### **Artículo 837**

Las resoluciones de los tribunales laborales son:

- I. Acuerdos: si se refieren a simples determinaciones de trámite o cuando decidan cualquier cuestión dentro del negocio;
- II. Autos incidentales o resoluciones interlocutorias: cuando resuelvan dentro o fuera de juicio un incidente; y
- III. Laudos: cuando decidan sobre el fondo del conflicto.

### Artículo 838

La Junta dictará sus resoluciones en el acto en que concluya la diligencia respectiva o dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes a aquellas en la que reciba promociones por escrito, salvo disposición en contrario de esta Ley.

### Artículo 839

Las resoluciones de las Juntas deberán ser firmadas por los integrantes de ellas y por el Secretario, el mismo día en que las voten.

### Artículo 840

El laudo contendrá:

- I. Lugar, fecha y Junta que lo pronuncie;
- II. Nombres y domicilios de las partes y de sus representantes;
- III. Un extracto de la demanda y su contestación que deberá contener con claridad y concisión, las peticiones de las partes y los hechos controvertidos;
- IV. Enumeración de las pruebas y apreciación que de ellas haga la Junta;
- V. Extracto de los alegatos;
- VI. Las razones legales o de equidad; la jurisprudencia y doctrina que les sirva de fundamento; y
- VII. Los puntos resolutivos.

### Artículo 841

Los laudos se dictarán a verdad sabida, y buena fe guardada y apreciando los hechos en conciencia, sin necesidad de sujetarse a reglas o formulismos sobre estimación de las pruebas, pero expresarán los motivos y fundamentos legales en que se apoyen.

### Artículo 842

Los laudos deben ser claros, precisos y congruentes con la demanda, contestación, y demás pretensiones deducidas en el juicio oportunamente.

### Artículo 843

En los laudos, cuando se trate de prestaciones económicas, se determinará el salario que sirva de base a la condena; cuantificándose el importe de la prestación se señalarán las medidas con arreglo a las cuales deberá cumplirse con la resolución. Sólo por excepción, podrá ordenarse que se abra incidente de liquidación.

### Artículo 844

Cuando la condena sea de cantidad líquida, se establecerán en el propio laudo, sin necesidad de incidente, las bases con arreglo a las cuales deberá cumplimentarse.

### Artículo 845

Si alguno o todos los representantes de los trabajadores o de los patrones ante la Junta, que concurran a la audiencia o diligencia se nieguen a votar, serán requeridos en el acto por el Secretario quien les indicará las responsabilidades en que incurren si no lo hacen. Si persiste la negativa, el Secretario levantará un acta circunstanciada, a efecto de que se someta a la autoridad respectiva a fin de que se determine la responsabilidad en que hayan incurrido, según los artículos 671 al 675 de esta Ley.

En estos casos se observarán las normas siguientes:

- I. Si se trata de acuerdos se tomarán por el presidente o auxiliar y los representantes que la voten. En caso de empate el voto de los representantes ausentes se sumará al del presidente o auxiliar;
- II. Si se trata de laudo:
  - a) Si después del requerimiento insisten en su negativa, quedarán excluidos del conocimiento del negocio y el Presidente de la Junta o de la Junta Especial, llamará a los suplentes.

b) Si los suplentes no se presentan a la Junta dentro del término que se les señale, que no podrá ser mayor de tres días, o se niegan a votar el laudo, el Presidente de la Junta o de la Junta Especial dará cuenta al Secretario del Trabajo y Previsión Social, al Gobernador del Estado o al Jefe del Departamento del Distrito Federal, para que designen las personas que los substituyan; en caso de empate, se entenderá que los ausentes sumarán su voto al del Presidente.

#### **Artículo 846**

Si votada una resolución uno o más de los representantes ante la Junta, se niegan a firmarla, serán requeridos en el mismo acto por el Secretario y, si insiste en su negativa previa certificación del mismo Secretario, la resolución producirá sus efectos legales, sin perjuicio de las responsabilidades en que hayan incurrido los omisos.

#### **Artículo 847**

Una vez notificado el laudo, cualquiera de las partes, dentro del término de tres días, podrá solicitar a la Junta la aclaración de la resolución, para corregir errores o precisar algún punto. La Junta dentro del mismo plazo resolverá, pero por ningún motivo podrá variarse el sentido de la resolución.

La interposición de la aclaración, no interrumpe el término para la impugnación del laudo.

#### **Artículo 848**

Las resoluciones de las Juntas no admiten ningún recurso. Las Juntas no pueden revocar sus resoluciones.

Las partes pueden exigir la responsabilidad en que incurran los miembros de la Junta.

### **CAPITULO XIV**

#### **De la revisión de los actos de ejecución**

#### **Artículo 849**

Contra actos de los presidentes, actuarios o funcionarios, legalmente habilitados, en ejecución de los laudos, convenios, de las resoluciones que ponen fin a las tercerías y de los dictados en las providencias cautelares, procede la revisión.

#### **Artículo 850**

De la revisión conocerá:

- I. La Junta de Conciliación o la Junta Especial de la de Conciliación y Arbitraje correspondiente, cuando se trate de actos de los presidentes de las mismas;
- II. El Presidente de la Junta o el de la Junta Especial correspondiente, cuando se trate de actos de los actuarios o funcionarios legalmente habilitados; y
- III. El Pleno de la Junta de Conciliación y Arbitraje cuando se trate de actos del Presidente de ésta o cuando se trate de un conflicto que afecte a dos o más ramas de la industria.

#### **Artículo 851**

La revisión deberá presentarse por escrito ante la autoridad competente, dentro de los tres días siguientes al en que se tenga conocimiento del acto que se impugne.

#### **Artículo 852**

En la tramitación de la revisión se observarán las normas siguientes:

- I. Al promoverse la revisión se ofrecerán las pruebas respectivas;
- II. Del escrito de revisión se dará vista a las otras partes por tres días, para que manifiesten lo que a su derecho convenga y ofrezcan las pruebas que juzguen pertinentes; y
- III. Se citará a una audiencia de pruebas y alegatos, dentro de los diez días siguientes a la presentación de la revisión, en la que se admitirán y desahogarán las pruebas procedentes y se dictará resolución.

Declarada procedente la revisión, se modificará el acto que la originó en los términos que procedan y se aplicarán las sanciones disciplinarias a los responsables, conforme lo señalan los artículos 637 al 647 de esta Ley.

### **Artículo 853**

Procede la reclamación contra las medidas de apremio que impongan los Presidentes de las Juntas de Conciliación, de las Juntas Especiales y de las de Conciliación y Arbitraje, así como de los auxiliares de éstas.

### **Artículo 854**

En la tramitación de la reclamación se observarán las normas siguientes:

I. Dentro de los tres días siguientes al que se tenga conocimiento de la medida, se promoverá por escrito la reclamación, ofreciendo las pruebas correspondientes;

II. Al admitirse la reclamación se solicitará al funcionario que haya dictado la medida impugnada, rinda su informe por escrito fundado y motivado respecto al acto que se impugnó y adjuntando las pruebas correspondientes; y

III. La Junta citará a una audiencia, que deberá llevarse a cabo durante los diez días siguientes de aquél en que se admitió la reclamación, para recibir y admitir pruebas y dictar resolución.

### **Artículo 855**

De resultar procedente la reclamación, se modificará en lo que procede la medida de apremio y se aplicará al funcionario responsable la sanción que previene el artículo 672 de esta Ley.

### **Artículo 856**

Los Presidentes de las Juntas, podrán imponer a la parte que promueva la revisión o la reclamación notoriamente improcedente, una multa de dos a siete veces el salario mínimo general que rija en el lugar y tiempo en que se cometió la violación.

Se entenderá que es notoriamente improcedente cuando a juicio de su Presidente, según el caso, aparezca que se promueva con el propósito de demorar o entorpecer la administración de justicia.

## **CAPITULO XV**

### **De las providencias cautelares**

### **Artículo 857**

Los Presidentes de las Juntas de Conciliación y Arbitraje, o los de las Especiales de las mismas, a petición de parte, podrán decretar las siguientes providencias cautelares:

I. Arraigo, cuando haya temor de que se ausente u oculte la persona contra quien se entable o se haya entablado una demanda; y

II. Secuestro provisional, cuando sea necesario asegurar los bienes de una persona, empresa o establecimiento.

### **Artículo 858**

Las providencias cautelares podrán ser solicitadas al presentar la demanda, o posteriormente, ya sea que se formulen por escrito o en comparecencia. En el primer caso, se tramitarán previamente al emplazamiento y en el segundo, por cuerda separada. En ningún caso, se pondrá la solicitud en conocimiento de la persona contra quien se pida la providencia.

### **Artículo 859**

El arraigo se decretará de plano y su efecto consistirá en prevenir al demandado que no se ausente del lugar de su residencia, sin dejar representante legítimo, suficientemente instruido y expensado.

### **Artículo 860**

La persona que quebrante el arraigo decretado, será responsable del delito de desobediencia a un mandato de autoridad. Para este efecto, el Presidente de la Junta hará la denuncia respectiva ante el Ministerio Público respectivo.

### **Artículo 861**



### **Artículo 870**

Las disposiciones de este Capítulo rigen la tramitación y resolución de los conflictos individuales y colectivos de naturaleza jurídica que no tengan una tramitación especial en esta Ley.

### **Artículo 871**

El procedimiento se iniciará con la presentación del escrito de demanda, ante la Oficialía de Partes o la Unidad Receptora de la Junta competente, la cual lo turnará al Pleno o a la Junta Especial que corresponda, el mismo día antes de que concluyan las labores de la Junta.

### **Artículo 872**

La demanda se formulará por escrito, acompañando tantas copias de la misma, como demandados haya. El actor en su escrito inicial de demanda expresará los hechos en que funde sus peticiones, pudiendo acompañar las pruebas que considere pertinentes, para demostrar sus pretensiones.

### **Artículo 873**

El Pleno o la Junta Especial, dentro de las veinticuatro horas siguientes, contadas a partir del momento en que reciba el escrito de demanda, dictará acuerdo, en el que señalará día y hora para la celebración de la audiencia de conciliación, demanda y excepciones y ofrecimiento y admisión de pruebas, que deberá efectuarse dentro de los quince días siguientes al en que se haya recibido el escrito de demanda. En el mismo acuerdo se ordenará se notifique personalmente a las partes, con diez días de anticipación a la audiencia cuando menos, entregando al demandado copia cotejada de la demanda, y ordenando se notifique a las partes con el apercibimiento al demandado de tenerlo por inconforme con todo arreglo, por contestada la demanda en sentido afirmativo, y por perdido el derecho de ofrecer pruebas, si no concurre a la audiencia.

Cuando el actor sea el trabajador o sus beneficiarios, la Junta, en caso de que notare alguna irregularidad en el escrito de demanda, o que estuviera ejercitando acciones contradictorias, al admitir la demanda le señalara los defectos u omisiones en que haya incurrido y lo prevendrá para que los subsane dentro de un término de tres días.

### **Artículo 874**

La falta de notificación de alguno o de todos los demandados, obliga a la Junta a señalar de oficio nuevo día y hora para la celebración de la audiencia, salvo que las partes concurran a la misma o cuando el actor se desista de las acciones intentadas en contra de los demandados que no hayan sido notificados.

Las partes que comparecieran a la audiencia, quedarán notificadas de la nueva fecha para su celebración, a las que fueron notificadas y no concurrieron, se les notificará por boletín o en estrados de la Junta; y las que no fueron notificadas se les hará personalmente.

### **Artículo 875**

La audiencia a que se refiere el artículo 873 constará de tres etapas:

- a) De conciliación;
- b) De demanda y excepciones; y
- c) De ofrecimiento y admisión de pruebas.

La audiencia se iniciará con la comparecencia de las partes que concurran a la misma; las que estén ausentes, podrán intervenir en el momento en que se presenten, siempre y cuando la Junta no haya tomado el acuerdo de las peticiones formuladas en la etapa correspondiente.

### **Artículo 876**

La etapa conciliatoria se desarrollará en la siguiente forma:

- I. Las partes comparecerán personalmente a la Junta, sin abogados patronos, asesores o apoderados.
- II. La Junta intervendrá para la celebración de pláticas entre las partes y exhortará a las mismas para que procuren llegar a un arreglo conciliatorio.
- III. Si las partes llegaren a un acuerdo, se dará por terminado el conflicto. El convenio respectivo, aprobado por la Junta, producirá todos los efectos jurídicos inherentes a un laudo;

IV. Las partes de común acuerdo, podrán solicitar se suspenda la audiencia con objeto de conciliarse; y la Junta, por una sola vez, la suspenderá y fijará su reanudación dentro de los ocho días siguientes, quedando notificadas las partes de la nueva fecha con los apercibimientos de Ley;

V. Si las partes no llegan a un acuerdo, se les tendrá por inconformes, pasando a la etapa de demanda y excepciones; y

VI. De no haber concurrido las partes a la conciliación, se les tendrá por inconformes con todo arreglo y deberán presentarse personalmente a la etapa de demanda y excepciones.

### **Artículo 877**

La Junta de Conciliación y Arbitraje que reciba un expediente de la de Conciliación, citará a las partes a la etapa de demanda y excepciones, y ofrecimiento y admisión de pruebas.

### **Artículo 878**

La etapa de demanda y excepciones, se desarrollará conforme a las normas siguientes:

I. El Presidente de la Junta hará una exhortación a las partes y si éstas persistieren en su actitud, dará la palabra al actor para la exposición de su demanda;

II. El actor expondrá su demanda, ratificándola o modificándola, precisando los puntos petitorios. Si el promovente, siempre que se trate del trabajador, no cumpliera los requisitos omitidos o no subsanare las irregularidades que se le hayan indicado en el planteamiento de las adiciones a la demanda, la Junta lo prevendrá para que lo haga en ese momento;

III. Expuesta la demanda por el actor, el demandado procederá en su caso, a dar contestación a la demanda oralmente o por escrito.

En este último caso estará obligado a entregar copia simple al actor de su contestación; si no lo hace, la Junta la expedirá a costa del demandado;

IV. En su contestación opondrá el demandado sus excepciones y defensas, debiendo de referirse a todos y cada uno de los hechos aducidos en la demanda, afirmándolos o negándolos, y expresando los que ignore cuando no sean propios; pudiendo agregar las explicaciones que estime convenientes. El silencio y las evasivas harán que se tengan por admitidos aquellos sobre los que no se suscite controversia, y no podrá admitirse prueba en contrario. La negación pura y simple del derecho, importa la confesión de los hechos. La confesión de éstos no entraña la aceptación del derecho;

V. La excepción de incompetencia no exime al demandado de contestar la demanda en la misma audiencia y si no lo hiciera y la Junta se declara competente, se tendrá por confesada la demanda;

VI. Las partes podrán por una sola vez, replicar y contrarreplicar brevemente, asentándose en actas sus alegaciones si lo solicitaren;

VII. Si el demandado reconviene al actor, éste procederá a contestar de inmediato, o bien, a solicitud del mismo, la Junta acordará la suspensión de la audiencia, señalando para su continuación una fecha dentro de los cinco días siguientes; y

VIII. Al concluir el período de demanda y excepciones, se pasará inmediatamente al de ofrecimiento y admisión de pruebas. Si las partes están de acuerdo con los hechos y la controversia queda reducida a un punto de derecho, se declarará cerrada la instrucción.

### **Artículo 879**

La audiencia se llevará a cabo, aún cuando no concurren las partes.

Si el actor no comparece al período de demanda y excepciones, se tendrá por reproducida en vía de demanda su comparecencia o escrito inicial.

Si el demandado no concurre, la demanda se tendrá por contestada en sentido afirmativo, sin perjuicio de que en la etapa de ofrecimiento y admisión de pruebas, demuestre que el actor no era trabajador o patrón, que no existió el despido o que no son ciertos los hechos afirmados en la demanda.

### Artículo 880

La etapa de ofrecimiento y admisión de pruebas se desarrollará conforme a las normas siguientes:

I. El actor ofrecerá sus pruebas en relación con los hechos controvertidos. Inmediatamente después el demandado ofrecerá sus pruebas y podrá objetar las de su contraparte y aquel a su vez podrá objetar las del demandado;

II. Las partes podrán ofrecer nuevas pruebas, siempre que se relacionen con las ofrecidas por la contraparte y que no se haya cerrado la etapa de ofrecimiento de pruebas. Asimismo, en caso de que el actor necesite ofrecer pruebas relacionadas con hechos desconocidos que se desprendan de la contestación de la demanda, podrá solicitar que la audiencia se suspenda para reanudarse a los 10 días siguientes a fin de preparar dentro de este plazo las pruebas correspondientes a tales hechos;

III. Las partes deberán ofrecer sus pruebas, observando las disposiciones del Capítulo XII de este Título; y

IV. Concluido el ofrecimiento, la Junta resolverá inmediatamente sobre las pruebas que admita y las que deseche.

### Artículo 881

Concluida la etapa de ofrecimiento y admisión de pruebas, solamente se admitirán las que se refieren a hechos supervenientes o de tachas.

### Artículo 882

Si las partes están conformes con los hechos y la controversia queda reducida a un punto de derecho, al concluir la audiencia de conciliación, demanda y excepciones, y ofrecimiento y admisión de pruebas, se otorgará a las partes término para alegar y se dictará el laudo.

### Artículo 883

La Junta, en el mismo acuerdo en que admita las pruebas, señalará día y hora para la celebración de la audiencia de desahogo de pruebas, que deberá efectuarse dentro de los diez días hábiles siguientes, y ordenará, en su caso, se giren los oficios necesarios para recabar los informes o copias que deba expedir alguna autoridad o exhibir persona ajena al juicio y que haya solicitado el oferente, con los apercibimientos señalados en esta Ley; y dictará las medidas que sean necesarias, a fin de que el día de la audiencia se puedan desahogar todas las pruebas que se hayan admitido.

Cuando por la naturaleza de las pruebas admitidas, la Junta considere que no es posible desahogarlas en una sola audiencia, en el mismo acuerdo señalará los días y horas en que deberán desahogarse, aunque no guarden el orden en que fueron ofrecidas, procurando se reciban primero las del actor y después las del demandado. Este período no deberá exceder de treinta días.

### Artículo 884

La audiencia de desahogo de pruebas se llevará a cabo conforme a las siguientes normas:

I. Abierta la audiencia, se procederá a desahogar todas las pruebas que se encuentren debidamente preparadas, procurando que sean primeramente las del actor e inmediatamente las del demandado o, en su caso, aquellas que hubieren sido señaladas para desahogarse en su fecha;

II. Si faltare por desahogar alguna prueba, por no estar debidamente preparada, se suspenderá la audiencia para continuarla dentro de los diez días siguientes, haciéndose uso de los medios de apremio a que se refiere esta Ley;

III. En caso de que las únicas pruebas que falten por desahogar sean copias o documentos que hayan solicitado las partes, no se suspenderá la audiencia, sino que la Junta requerirá a la autoridad o funcionario omiso, le remita los documentos o copias; si dichas autoridades o funcionarios no cumplieran con esa obligación, a solicitud de parte, la Junta se lo comunicará al superior jerárquico para que se le apliquen las sanciones correspondientes; y

IV. Desahogadas las pruebas, las partes, en la misma audiencia, podrán formular sus alegatos.

### Artículo 885

Al concluir el desahogo de las pruebas, formulados los alegatos de las partes y previa certificación del Secretario de que ya no quedan pruebas por desahogar, el auxiliar, de oficio, declarará cerrada la instrucción, y dentro de los diez días siguientes formulará por escrito el proyecto de resolución en forma de laudo, que deberá contener:

- I. Un extracto de la demanda y de la contestación, réplica y contrarréplica; y en su caso, de la reconvencción y contestación de la misma;
- II. El señalamiento de los hechos controvertidos;
- III. Una relación de las pruebas admitidas y desahogadas, y su apreciación en conciencia, señalando los hechos que deban considerarse probados;
- IV. Las consideraciones que fundadas y motivadas se deriven, en su caso, de lo alegado y probado; y
- V. Los puntos resolutivos.

### **Artículo 886**

Del proyecto de laudo formulado por el auxiliar, se entregará una copia a cada uno de los miembros de la Junta.

Dentro de los cinco días hábiles siguientes al de haber recibido la copia del proyecto, cualquiera de los miembros de la Junta podrá solicitar que se practiquen las diligencias que no se hubieren llevado a cabo por causas no imputables a las partes, o cualquiera diligencia que juzgue conveniente para el esclarecimiento de la verdad.

La Junta, con citación de las partes, señalará, en su caso, día y hora para el desahogo, dentro de un término de ocho días, de aquellas pruebas que no se llevaron a cabo o para la práctica de las diligencias solicitadas.

### **Artículo 887**

Transcurrido el término a que se refiere el artículo anterior, concedido a los integrantes de la Junta, o en su caso, desahogadas las diligencias que en este término se hubiesen solicitado, el Presidente de la Junta citará a los miembros de la misma, para la discusión y votación, que deberá efectuarse dentro de los diez días siguientes al en que hayan concluido el término fijado o el desahogo de las diligencias respectivas.

### **Artículo 888**

La discusión y votación del proyecto de laudo, se llevará a cabo en sesión de la Junta, de conformidad con las normas siguientes:

- I. Se dará lectura al proyecto de resolución a los alegatos y observaciones formuladas por las partes;
- II. El Presidente pondrá a discusión el negocio con el resultado de las diligencias practicadas; y
- III. Terminada la discusión, se procederá a la votación, y el Presidente declarará el resultado.

### **Artículo 889**

Si el proyecto de resolución fuere aprobado, sin adiciones ni modificaciones, se elevará a la categoría de laudo y se firmará de inmediato por los miembros de la Junta.

Si al proyecto se le hicieran modificaciones o adiciones, se ordenará al secretario que de inmediato redacte el laudo, de acuerdo con lo aprobado. En este caso, el resultado se hará constar en acta.

### **Artículo 890**

Engrosado el laudo, el Secretario recogerá, en su caso, las firmas de los miembros de la Junta que votaron en el negocio y, una vez recabadas, turnará el expediente al actuario, para que de inmediato notifique personalmente el laudo a las partes.

### **Artículo 891**

Si la Junta estima que alguna de las partes obró con dolo o mala fé, podrá imponerle en el laudo una multa hasta de siete veces el salario mínimo general, vigente en el tiempo y lugar de residencia de la Junta. La misma multa podrá imponerse a los representantes de las partes.

## **CAPITULO XVIII**

### **De los procedimientos especiales**

### **Artículo 892**

Las disposiciones de este Capítulo rigen la tramitación de los conflictos que se susciten con motivo de la aplicación de los artículos 5o. fracción III; 28, fracción III; 151; 153, fracción X; 158; 162; 204, fracción IX; 209, fracción V; 210; 236, fracciones II y III; 389; 418; 425, fracción IV; 427 fracciones I, II y VI; 434, fracciones I, III y V; 439; 503 y 505 de esta Ley y los conflictos que tengan por objeto el cobro de prestaciones que no excedan del importe de tres meses de salarios.

### **Artículo 893**

El procedimiento se iniciará con la presentación del escrito de demanda, en el cual el actor podrá ofrecer sus pruebas ante la Junta competente, la cual con diez días de anticipación, citará a una audiencia de conciliación, demanda y excepciones, pruebas y resolución, la que deberá efectuarse dentro de los quince días hábiles siguientes a la fecha en que se haya presentado la demanda o al concluir las investigaciones a que se refiere el artículo 503 de esta Ley.

### **Artículo 894**

La Junta, al citar al demandando, lo apercibirá que de no concurrir a la audiencia a que se refiere el artículo siguiente, dará por admitidas las peticiones de la parte actora, salvo que sean contrarias a lo dispuesto por la Ley.

### **Artículo 895**

La audiencia de conciliación, demanda y excepciones, pruebas y resolución, se celebrará de conformidad con las normas siguientes:

- I. La Junta procurará avenir a las partes, de conformidad con las fracciones I y II del artículo 876 de esta Ley;
- II. De no ser posible lo anterior, cada una de las partes expondrá lo que juzgue conveniente, formulará sus peticiones y ofrecerá y rendirá las pruebas que hayan sido admitidas;
- III. Si se ofrece el recuento de los trabajadores, se observarán las disposiciones contenidas en el artículo 931 de esta Ley; y
- IV. Concluida la recepción de las pruebas, la Junta oír los alegatos y dictará resolución.

### **Artículo 896**

Si no concurre el actor o promovente a la audiencia, se tendrá por reproducido su escrito o comparecencia inicial, y en su caso, por ofrecidas las pruebas que hubiere acompañado. Si se trata de la aplicación del artículo 503 de esta Ley, la Junta, dictará su resolución tomando en cuenta los alegatos y pruebas aportadas por las personas que ejercitaron derechos derivados de las prestaciones que generó el trabajador fallecido.

Cuando se controvierta el derecho de los presuntos beneficiarios, se suspenderá la audiencia y se señalará su reanudación dentro de los quince días siguientes, a fin de que las partes puedan ofrecer y aportar las pruebas relacionadas con los puntos controvertidos.

Si no concurren las demás partes, se hará efectivo el apercibimiento a que se refiere el artículo 894 de esta Ley.

### **Artículo 897**

Para la tramitación y resolución de los conflictos a que se refiere este Capítulo, la Junta se integrará con el Auxiliar, salvo los casos de los artículos 389; 418; 424, fracción IV; 427, fracciones II, III y VI; 434, fracciones I, III y V; y 439, de esta Ley, en los que deberá intervenir el Presidente de la Junta o el de la Junta Especial.

### **Artículo 898**

La Junta, para los efectos del artículo 503 de esta Ley, solicitará al patrón le proporcione los nombres y domicilios de los beneficiarios registrados ante él y en las instituciones oficiales; podrá además ordenar la práctica de cualquier diligencia, o emplear los medios de comunicación que estime pertinente, para convocar a todas las personas que dependían económicamente del trabajador fallecido a ejercer sus derechos ante la Junta.

### **Artículo 899**

En los procedimientos especiales se observarán las disposiciones de los Capítulos XII y XVII de este Título, en lo que sean aplicables.

## **CAPITULO XIX**

### **Procedimientos de los conflictos colectivos de naturaleza económica**

#### **Artículo 900**

Los conflictos colectivos de naturaleza económica, son aquéllos cuyo planteamiento tiene por objeto la modificación o implantación de nuevas condiciones de trabajo, o bien, la suspensión o terminación de las relaciones colectivas de trabajo, salvo que la presente Ley señale otro procedimiento.

#### **Artículo 901**

En la tramitación de los conflictos a que se refiere este Capítulo, las Juntas deberán procurar, ante todo, que las partes lleguen a un convenio. A este fin, podrán intentar la conciliación en cualquier estado del procedimiento, siempre que no se haya dictado la resolución que ponga fin al conflicto.

#### **Artículo 902**

El ejercicio del derecho de huelga suspende la tramitación de los conflictos colectivos de naturaleza económica, pendientes ante la Junta de Conciliación y Arbitraje y la de las solicitudes que se presenten, salvo que los trabajadores manifiesten por escrito, estar de acuerdo en someter el conflicto a la decisión de la Junta.

No es aplicable lo dispuesto en el párrafo anterior, cuando la huelga tenga por objeto lo señalado en el artículo 450, fracción VI.

#### **Artículo 903**

Los conflictos colectivos de naturaleza económica podrán ser planteados por los sindicatos de trabajadores titulares de los contratos colectivos de trabajo, por la mayoría de los trabajadores de una empresa o establecimiento, siempre que se afecte el interés profesional, o por el patrón o patronos, mediante demanda por escrito, la cual deberá contener:

- I. Nombre y domicilio del que promueve y los documentos que justifiquen su personalidad;
- II. Exposición de los hechos y causas que dieron origen al conflicto; y
- III. Las pretensiones del promovente, expresando claramente lo que se pide.

#### **Artículo 904**

El promovente, según el caso, deberá acompañar a la demanda lo siguiente:

- I. Los documentos públicos o privados que tiendan a comprobar la situación económica de la empresa o establecimiento y la necesidad de las medidas que se solicitan;
- II. La relación de los trabajadores que prestan sus servicios en la empresa o establecimiento, indicando sus nombres, apellidos, empleo que desempeñan, salario que perciban y antigüedad en el trabajo;
- III. Un dictamen formulado por el perito relativo a la situación económica de la empresa o establecimiento;
- IV. Las pruebas que juzgue conveniente para acreditar sus pretensiones; y
- V. Las copias necesarias de la demanda y sus anexos, para correr traslado a la contraparte.

#### **Artículo 905**

La Junta, inmediatamente después de recibir la demanda, citará a las partes a una audiencia que deberá efectuarse dentro de los cinco días siguientes.

#### **Artículo 906**

La audiencia se desarrollará de conformidad con las normas siguientes:

- I. Si el promovente no concurre a la audiencia, se le tendrá por desistido de su solicitud;
- II. Si no concurre la contraparte, se le tendrá por inconforme con todo arreglo. El promovente hará una exposición de los hechos y de las causas que dieron origen al conflicto y ratificará su petición;

III. Si concurren las dos partes, la Junta, después de oír sus alegaciones, las exhortará para que procuren un arreglo conciliatorio. Los miembros de la misma podrán hacer las sugerencias que juzguen convenientes para el arreglo del conflicto;

IV. Si las partes llegan a un convenio, se dará por terminado el conflicto. El convenio, aprobado por la Junta, producirá todos los efectos jurídicos inherentes a un laudo;

V. Si no se llega a un convenio, las partes harán una exposición de los hechos y causas que dieron origen al conflicto y formularán sus peticiones y a las que por su naturaleza no puedan desahogarse, se les señalará día y hora para ello;

VI. Concluidas las exposiciones de las partes y formuladas sus peticiones, se procederá a ofrecerse y en su caso, a desahogarse las pruebas admitidas;

VII. La Junta, dentro de la misma audiencia, designará tres peritos, por lo menos, para que investiguen los hechos y causas que dieron origen al conflicto, otorgándoles un término que no podrá exceder de treinta días, para que emitan su dictamen respecto de la forma en que, según su parecer, puede solucionarse el conflicto, sin perjuicio de que cada parte pueda designar un perito para que se asocie a los nombrados por la Junta o rinda dictamen por separado; y

VIII. Los trabajadores y los patrones podrán designar dos comisiones integradas con el número de personas que determine la Junta, para que acompañen a los peritos en la investigación y les indiquen las observaciones y sugerencias que juzguen conveniente.

#### **Artículo 907**

Los peritos designados por la Junta deberán satisfacer los requisitos siguientes:

I. Ser mexicanos y estar en pleno ejercicio de sus derechos;

II. Estar legalmente autorizados y capacitados para ejercer la técnica, ciencia o arte sobre el que verse el peritaje, salvo los casos en que no se requiera autorización, pero deberán tener los conocimientos de la materia de que se trate; y

III. No haber sido condenados por delito intencional.

#### **Artículo 908**

Las partes, dentro de los primeros diez días del término a que se refiere la fracción VII del artículo 906, podrán presentar directamente a los peritos, o por conducto de la Junta o a través de la Comisión, las observaciones, informes, estudios y demás elementos que puedan contribuir a la determinación de las causas que dieron origen al conflicto, para que sean tomados en cuenta por los peritos, en sus dictámenes.

#### **Artículo 909**

Los peritos nombrados por la Junta, realizarán las investigaciones y estudios que juzguen conveniente, y podrán actuar con la mayor amplitud, teniendo, además de las inherentes a su desempeño, las facultades siguientes:

I. Solicitar toda clase de informes y estudios de las autoridades y de las instituciones oficiales, federales o estatales y de las particulares que se ocupen de problemas económicos, tales como los institutos de investigaciones sociales y económicas, las organizaciones sindicales, las cámaras de comercio, las de industria y otras instituciones semejantes;

II. Practicar toda clase de inspecciones en la empresa o establecimiento y revisar sus libros y documentos; y

III. Examinar a las partes y a las personas relacionadas con los trabajadores o con la empresa, que juzguen conveniente.

#### **Artículo 910**

El dictamen de los peritos deberá contener, por lo menos:

I. Los hechos y causas que dieron origen al conflicto;

- II. La relación entre el costo de la vida por familia y los salarios que perciban los trabajadores;
- III. Los salarios medios que se paguen en empresa o establecimientos de la misma rama de la industria y las condiciones generales de trabajo que rijan en ellos;
- IV. Las condiciones económicas de la empresa o empresas o del establecimiento o establecimientos;
- V. La condición general de la industria de que forma parte la empresa o establecimiento;
- VI. Las condiciones generales de los mercados;
- VII. Los índices estadísticos que tiendan a precisar la economía nacional; y
- VIII. La forma en que, según su parecer, pueda solucionarse el conflicto.

### **Artículo 911**

El dictamen de los peritos se agregará al expediente y se entregará una copia a cada una de las partes.

El Secretario asentará razón en autos del día y hora en que hizo entrega de las copias a las partes, o de la negativa de éstas para recibirlas.

### **Artículo 912**

Las partes, dentro de las setenta y dos horas de haber recibido copia del dictamen de los peritos, podrán formular las observaciones que juzguen convenientes en relación con los hechos, consideraciones y conclusiones del mismo dictamen.

La Junta, si se formulan objeciones al dictamen, citará a una audiencia a la que deberán concurrir los peritos para contestar las preguntas que les formulen las partes y en relación con los peritajes que rindieron; se podrán ofrecer pruebas, para que tengan por objeto comprobar la falsedad de los hechos y consideraciones contenidas en el dictamen.

### **Artículo 913**

La Junta tiene las más amplias facultades para practicar las diligencias que juzgue convenientes, a fin de completar, aclarar o precisar las cuestiones analizadas por los peritos, así como para solicitar nuevos informes a las autoridades, instituciones y particulares a que se refiere el artículo 909, fracción I de este Capítulo, interrogar a los peritos o pedirles algún dictamen complementario o designar comisiones para que practiquen o realicen investigaciones o estudios especiales.

### **Artículo 914**

Las autoridades, las instituciones y los particulares a que se refieren los artículos que anteceden, están obligadas a proporcionar los informes, contestar los cuestionarios y rendir las declaraciones que se les soliciten.

### **Artículo 915**

Desahogadas las pruebas, la Junta concederá a las partes un término de setenta y dos horas para que formulen sus alegatos, por escrito, apercibidas que en caso de no hacerlo, se les tendrá por perdido su derecho.

### **Artículo 916**

Transcurrido el término para la presentación de los alegatos, el auxiliar declarará cerrada la instrucción y dentro de los quince días siguientes formulará un dictamen que deberá contener:

- I. Un extracto de las exposiciones y peticiones de las partes;
- II. Un extracto del dictamen de los peritos y de las observaciones que hubiesen hecho las partes;
- III. Una enumeración y apreciación de las pruebas y de las diligencias practicadas por la Junta;
- IV. Un extracto de los alegatos; y
- V. Señalará los motivos y fundamentos que puedan servir para la solución del conflicto.

### Artículo 917

El dictamen se agregará al expediente y se entregará una copia a cada uno de los representantes de los trabajadores y de los patrones, ante la Junta. El Secretario asentará razón en autos del día y hora en que se hizo entrega de las copias o su negativa para recibirlos.

### Artículo 918

El Presidente de la Junta citará para la audiencia de discusión y votación, que deberá efectuarse dentro de los diez días siguientes al en que sean entregadas a los representantes las copias del dictamen, y se celebrará conforme a las reglas establecidas en el artículo 888 de esta Ley.

### Artículo 919

La Junta, a fin de conseguir el equilibrio y la justicia social en las relaciones entre los trabajadores y patrones, en su resolución podrá aumentar o disminuir el personal, la jornada, la semana de trabajo, los salarios y, en general, modificar las condiciones de trabajo de la empresa o establecimiento, sin que en ningún caso pueda reducir los derechos mínimos consignados en las leyes.

## **CAPITULO XX**

### **Procedimiento de huelga**

### Artículo 920

El procedimiento de huelga se iniciará mediante la presentación del pliego de peticiones, que deberá reunir los requisitos siguientes:

I. Se dirigirá por escrito al patrón y en él se formularán las peticiones, anunciarán el propósito de ir a la huelga si no son satisfechas, expresarán concretamente el objeto de la misma y señalarán el día y hora en que se suspenderán las labores, o el término de prehuelga;

II. Se presentará por duplicado a la Junta de Conciliación y Arbitraje. Si la empresa o establecimiento están ubicados en lugar distinto al en que resida la Junta, el escrito podrá presentarse a la autoridad del trabajo más próxima o a la autoridad política de mayor jerarquía del lugar de ubicación de la empresa o establecimiento. La autoridad que haga el emplazamiento remitirá el expediente, dentro de las veinticuatro horas siguientes, a la Junta de Conciliación y Arbitraje; y avisará telegráfica o telefónicamente al Presidente de la Junta.

III. El aviso para la suspensión de las labores deberá darse, por lo menos, con seis días de anticipación a la fecha señalada para suspender el trabajo y con diez días de anticipación cuando se trate de servicios públicos, observándose las disposiciones legales de esta Ley. El término se contará a partir del día y hora en que el patrón quede notificado.

### Artículo 921

El Presidente de la Junta de Conciliación y Arbitraje o las autoridades mencionadas en la fracción II del artículo anterior, bajo su más estricta responsabilidad harán llegar al patrón la copia del escrito de emplazamiento dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes a la de su recibo.

La notificación producirá el efecto de constituir al patrón, por todo el término del aviso, en depositario de la empresa o establecimiento afectado por la huelga, con las atribuciones y responsabilidades inherentes al cargo.

### Artículo 922

El patrón, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes a la de la notificación, deberá presentar su contestación por escrito ante la Junta de Conciliación y Arbitraje.

### Artículo 923

No se dará trámite al escrito de emplazamiento de huelga cuando éste no sea formulado conforme a los requisitos del artículo 920 o sea presentado por un sindicato que no sea el titular del contrato colectivo de trabajo, o el administrador del contrato ley, o cuando se pretenda exigir la firma de un contrato colectivo, no obstante existir ya uno depositado en la Junta de Conciliación y Arbitraje competente. El Presidente de la Junta, antes de iniciar el trámite de cualquier emplazamiento a huelga, deberá cerciorarse de lo anterior, ordenar la certificación correspondiente y notificarle por escrito la resolución al promovente.

### Artículo 924

A partir de la notificación del pliego de peticiones con emplazamiento a huelga, deberá suspenderse toda ejecución de sentencia alguna, así como tampoco podrá practicarse embargo, aseguramiento, diligencia o desahucio, en contra de la empresa o establecimiento, ni secuestrar bienes del local en que se encuentren instalados, salvo cuando antes de estallar la huelga se trate de:

I. Asegurar los derechos del trabajador, especialmente indemnizaciones, salarios, pensiones y demás prestaciones devengadas, hasta por el importe de dos años de salarios del trabajador;

II. Créditos derivados de la falta de pago de las cuotas al Instituto Mexicano del Seguro Social;

III. Asegurar el cobro de las aportaciones que el patrón tiene obligación de efectuar al Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda de los Trabajadores; y

IV. Los demás créditos fiscales.

Siempre serán preferentes los derechos de los trabajadores, sobre los créditos a que se refieran las fracciones II, III y IV de este precepto, y en todo caso las actuaciones relativas a los casos de excepción señaladas en las fracciones anteriores, se practicarán sin afectar el procedimiento de huelga.

### **Artículo 925**

Para los efectos de este Capítulo, se entiende por servicios públicos los de comunicaciones y transportes, los de luz y energía eléctrica, los de limpia, los de aprovechamiento y distribución de aguas destinadas al servicio de las poblaciones, los de gas, los sanitarios, los de hospitales, los de cementerios y los de alimentación, cuando se refieran a artículos de primera necesidad, siempre que en este último caso se afecte alguna rama completa del servicio.

### **Artículo 926**

La Junta de Conciliación y Arbitraje citará a las partes a una audiencia de conciliación, en la que procurará avenirlas, sin hacer declaración que prejuzgue sobre la existencia o inexistencia, justificación o injustificación de la huelga. Esta audiencia sólo podrá diferirse a petición de los trabajadores y por una sola vez.

### **Artículo 927**

La audiencia de conciliación se ajustará a las normas siguientes:

I. Si el patrón opuso la excepción de falta de personalidad al contestar el pliego de peticiones, la Junta resolverá previamente esta situación y, en caso de declararla infundada, se continuará con la audiencia en la que se observarán las normas consignadas por el procedimiento conciliatorio ante la Junta de Conciliación y Arbitraje en lo que sean aplicables;

II. Si los trabajadores no concurren a la audiencia de conciliación, no correrá el término para la suspensión de los labores;

III. El Presidente de la Junta podrá emplear los medios de apremio para obligar al patrón a que concurra a la audiencia de conciliación; y

IV. Los efectos del aviso a que se refiere el artículo 920 fracción II de la presente Ley, no se suspenderán por la audiencia de conciliación ni por la rebeldía del patrón para concurrir a ella.

### **Artículo 928**

En los procedimientos a que se refiere este capítulo se observarán las normas siguientes:

I. Para el funcionamiento del Pleno y de las Juntas Especiales se observará lo dispuesto en el artículo 620, pero el Presidente intervendrá personalmente en las resoluciones siguientes:

a) Falta de personalidad.

b) Incompetencia.

c) Los casos de los artículos 469, 923 y 935.

d) Declaración de inexistencia o ilicitud de huelga.

II. No serán aplicables las reglas generales respecto de términos para hacer notificaciones y citaciones. Las notificaciones surtirán efectos desde el día y hora en que quedan hechas;

III. Todos los días y horas serán hábiles. La Junta tendrá guardias permanentes para tal efecto;

IV. No serán denunciables en los términos del artículo 710 de esta Ley, los miembros de la Junta, ni se admitirán más incidentes que el de falta de personalidad, que podrá promoverse, por el patrón, en el escrito de contestación al emplazamiento, y por los trabajadores, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes a la en que tengan conocimiento de la primera promoción del patrón. La Junta, dentro de las veinticuatro horas siguientes a la promoción, con audiencia de las partes, dictará resolución; y

V. No podrá promoverse cuestión alguna de competencia. Si la Junta una vez hecho el emplazamiento al patrón, observa que el asunto no es de su competencia, hará la declaratoria correspondiente.

Los trabajadores dispondrán de un término de veinticuatro horas para designar la Junta que consideren competente, a fin de que se le remita el expediente. Las actuaciones conservarán su validez, pero el término para la suspensión de las labores correrá a partir de la fecha en que la Junta designada competente notifique al patrón haber recibido el expediente; lo que se hará saber a las partes en la resolución de incompetencia.

### Artículo 929

Los trabajadores y los patrones de la empresa o establecimiento afectado, o terceros interesados, podrán solicitar de la Junta de Conciliación y Arbitraje, dentro de las setenta y dos horas siguientes a la suspensión del trabajo, declare la inexistencia de la huelga por las causas señaladas en el artículo 459 o por no haber cumplido los requisitos establecidos en el artículo 920 de esta Ley.

Si no se solicita la declaración de inexistencia, la huelga será considerada existente para todos los efectos legales.

### Artículo 930

En el procedimiento de declaración de inexistencia de la huelga, se observarán las normas siguientes:

I. La solicitud para que se declare la inexistencia de la huelga, se presentará por escrito, acompañada de una copia para cada uno de los patrones emplazados y de los sindicatos o coalición de trabajadores emplazantes. En la solicitud se indicarán las causas y fundamentos legales para ello. No podrán aducirse posteriormente causas distintas de inexistencia;

II. La Junta correrá traslado de la solicitud y oír a las partes en una audiencia, que será también de ofrecimiento y recepción de pruebas, que deberá celebrarse dentro de un término no mayor de cinco días;

III. Las pruebas deberán referirse a las causas de inexistencia contenidas en la solicitud mencionada en la fracción I, y cuando la solicitud se hubiere presentado por terceros, las que además tiendan a comprobar su interés. La Junta aceptará únicamente las que satisfagan los requisitos señalados;

IV. Las pruebas se rendirán en la audiencia, salvo lo dispuesto en el artículo siguiente. Sólo en casos excepcionales podrá la Junta diferir la recepción de las que por su naturaleza no puedan desahogarse en la audiencia;

V. Concluida la recepción de las pruebas, la Junta, dentro de las veinticuatro horas siguientes, resolverá sobre la existencia o inexistencia del estado legal de la huelga; y

VI. Para la resolución de inexistencia, se citará a los representantes de los trabajadores y de los patrones para que integren la Junta. La resolución se dictará por los que concurren, y en caso de empate, se sumarán al del Presidente los votos de los ausentes.

### Artículo 931

Si se ofrece como prueba el recuento de los trabajadores, se observarán las normas siguientes:

I. La Junta señalará el lugar, día y hora en que deba efectuarse;

II. Únicamente tendrán derecho a votar los trabajadores de la empresa que concurren al recuento;

III. Serán considerados trabajadores de la empresa los que hubiesen sido despedidos del trabajo después de la fecha de presentación del escrito de emplazamiento;

IV. No se computarán los votos de los trabajadores de confianza, ni los de los trabajadores que hayan ingresado al trabajo con posterioridad a la fecha de presentación del escrito de emplazamiento de huelga; y

V. Las objeciones a los trabajadores que concurran al recuento, deberán hacerse en el acto mismo de la diligencia, en cuyo caso la Junta citará a una audiencia de ofrecimiento y rendición de pruebas.

### **Artículo 932**

Si la Junta declara la inexistencia legal del estado de huelga:

I. Fijará a los trabajadores un término de veinticuatro horas para que regresen a su trabajo;

II. Deberá notificar lo anterior por conducto de la representación sindical, apercibiendo a los trabajadores que por el solo hecho de no acatar la resolución, quedarán terminadas las relaciones de trabajo, salvo causa justificada;

III. Declarará que el patrón no ha incurrido en responsabilidad y que de no presentarse a laborar los trabajadores dentro del término señalado, quedará en libertad para contratar otros; y

IV. Dictará las medidas que juzgue convenientes para que pueda reanudarse el trabajo.

### **Artículo 933**

En el procedimiento de calificación de ilicitud de la huelga, se observarán las normas contenidas en el artículo 930 de esta Ley.

### **Artículo 934**

Si la Junta de Conciliación y Arbitraje declara que la huelga es ilícita, se darán por terminadas las relaciones de trabajo de los huelguistas.

### **Artículo 935**

Antes de la suspensión de los trabajos, la Junta de Conciliación y Arbitraje, con audiencia de las partes, fijará el número indispensable de trabajadores que deberá continuar trabajando para que sigan ejecutándose las labores, cuya suspensión perjudique gravemente la seguridad y conservación de los locales, maquinaria y materias primas o la reanudación de los trabajos. Para este efecto, la Junta podrá ordenar la práctica de las diligencias que juzgue conveniente.

### **Artículo 936**

Si los huelguistas se niegan a prestar los servicios mencionados en los artículos 466 y 935 de esta Ley, el patrón podrá utilizar otros trabajadores. La Junta, en caso necesario, solicitará el auxilio de la fuerza pública, a fin de que puedan prestarse dichos servicios.

### **Artículo 937**

Si el conflicto motivo de la huelga se somete por los trabajadores a la decisión de la Junta, se seguirá el procedimiento ordinario o el procedimiento para conflictos colectivos de naturaleza económica, según el caso.

Si la Junta declara en el laudo que los motivos de la huelga son imputables al patrón, condenará a éste a la satisfacción de las peticiones de los trabajadores en cuanto sean procedentes, y al pago de los salarios correspondientes a los días que hubiese durado la huelga. En ningún caso será condenado el patrón al pago de los salarios de los trabajadores que hubiesen declarado una huelga en los términos del artículo 450 fracción VI de esta Ley.

### **Artículo 938**

Si la huelga tiene por objeto la celebración o revisión del contrato ley, se observarán las disposiciones de este Capítulo, con las modalidades siguientes:

I. El escrito de emplazamiento de huelga se presentará por los sindicatos coaligados, con una copia para cada uno de los patrones emplazados, o por los de cada empresa o establecimiento, ante la Junta de Conciliación y Arbitraje, o ante las autoridades mencionadas en el artículo 920 fracción II de esta Ley;

II. En el escrito de emplazamiento se señalará el día y la hora en que se suspenderán las labores, que deberán ser treinta o más días posteriores a la fecha de su presentación ante la Junta de Conciliación y Arbitraje.

III. Si el escrito se presenta ante la Junta de Conciliación y Arbitraje, el Presidente, bajo su más estricta responsabilidad, hará llegar a los patrones la copia del escrito de emplazamiento directamente dentro de las veinticuatro horas siguientes a la de su recibo, o girará dentro del mismo término los exhortos necesarios, los que deberán desahogarse por la autoridad exhortada, bajo su más estricta responsabilidad, dentro de las veinticuatro horas siguientes a su recepción. Desahogados los exhortos, deberán devolverse dentro del mismo término de veinticuatro horas; y

IV. Si el escrito se presenta ante las otras autoridades a que se refiere la fracción I, éstas, bajo su más estricta responsabilidad, harán llegar directamente a los patrones la copia del escrito de emplazamiento, dentro de las veinticuatro horas siguientes a la de su recibo. Una vez hecho el emplazamiento, remitirán el expediente a la Junta de Conciliación y Arbitraje dentro del mismo término de veinticuatro horas.

## TITULO DECIMO QUINTO

### Procedimientos de Ejecución

#### CAPITULO I

##### Sección Primera

##### Disposiciones Generales

###### Artículo 939

Las disposiciones de este Título rigen la ejecución de los laudos dictados por las Juntas de Conciliación Permanentes y por las Juntas de Conciliación y Arbitraje. Son también aplicables a los laudos arbitrales, a las resoluciones dictadas en los conflictos colectivos de naturaleza económica y a los convenios celebrados ante las Juntas.

###### Artículo 940

La ejecución de los laudos a que se refiere el artículo anterior, corresponde a los Presidentes de las Juntas de Conciliación Permanente, a los de las de Conciliación y Arbitraje y a los de las Juntas Especiales, a cuyo fin dictarán las medidas necesarias para que la ejecución sea pronta y expedita.

###### Artículo 941

Cuando el laudo deba ser ejecutado por el Presidente de otra Junta, se le dirigirá exhorto con las inserciones necesarias y se le facultará para hacer uso de los medios de apremio, en caso de oposición a la diligencia de ejecución.

###### Artículo 942

El Presidente exhortado no podrá conocer de las excepciones que opongan las partes.

###### Artículo 943

Si al cumplimentar un exhorto, se opone algún tercero que no hubiese sido oído por el Presidente exhortante, se suspenderá la cumplimentación del exhorto, previa fianza que otorgue para garantizar el monto de la cantidad por la que se despachó ejecución y de los daños y perjuicios que puedan causarse. Otorgada la fianza, se devolverá el exhorto al Presidente exhortante.

###### Artículo 944

Los gastos que se originen en la ejecución de los laudos, serán a cargo de la parte que no cumpla.

###### Artículo 945

Los laudos deben cumplirse dentro de las setenta y dos horas siguientes a la en que surta efectos la notificación.

Las partes pueden convenir en las modalidades de su cumplimiento.

###### Artículo 946

La ejecución deberá despacharse para el cumplimiento de un derecho o el pago de cantidad líquida, expresamente señalados en el laudo, entendiéndose por ésta, la cuantificada en el mismo.

### Artículo 947

Si el patrón se negare a someter sus diferencias al arbitraje o a aceptar el laudo pronunciado, la Junta:

I. Dará por terminada la relación de trabajo;

II. Condenará a indemnizar al trabajador con el importe de tres meses de salario;

III. Procederá a fijar la responsabilidad que resulte al patrón del conflicto, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 50, fracciones I y II; y

IV. Además, condenará al pago de los salarios vencidos desde la fecha en que dejaron de pagarlos hasta que se paguen las indemnizaciones, así como al pago de la prima de antigüedad, en los términos del artículo 162.

Las disposiciones contenidas en este artículo no son aplicables en los casos de las acciones consignadas en el artículo 123, fracción XXII, apartado A de la Constitución.

### Artículo 948

Si la negativa a aceptar el laudo pronunciado por la Junta fuere de los trabajadores se dará por terminada la relación de trabajo, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 519 fracción III, último párrafo de esta Ley.

### Artículo 949

Siempre que en ejecución de un laudo deba entregarse una suma de dinero o el cumplimiento de un derecho al trabajador, el Presidente cuidará que se le otorgue personalmente. En caso de que la parte demandada radique fuera del lugar de residencia de la Junta, se girará exhorto al Presidente de la Junta de Conciliación Permanente, al de la Junta de Conciliación y Arbitraje o al Juez más próximo a su domicilio, para que se cumplimente la ejecución del laudo.

## Sección Segunda Del Procedimiento del Embargo

### Artículo 950

Transcurrido el término señalado en el artículo 945, el Presidente, a petición de la parte que obtuvo, dictará auto de requerimiento y embargo.

### Artículo 951

En la diligencia de requerimiento de pago y embargo se observarán las normas siguientes:

I. Se practicará en el lugar donde se presta o prestaron los servicios, en el nuevo domicilio del deudor o en la habitación, oficina, establecimiento o lugar señalado por el actuario en el acta de notificación de conformidad con el artículo 740 de esta Ley;

II. Si no se encuentra el deudor, la diligencia se practicará con cualquier persona que esté presente;

III. El Actuario requerirá de pago a la persona con quien entienda la diligencia y si no se efectúa el mismo procederá al embargo;

IV. El Actuario podrá, en caso necesario, sin autorización previa, solicitar el auxilio de la fuerza pública y romper las cerraduras del local en que se deba practicar la diligencia;

V. Si ninguna persona está presente, el actuario practicará el embargo y fijará copia autorizada de la diligencia en la puerta de entrada del local en que se hubiere practicado; y

VI. El Actuario, bajo su responsabilidad, embargará únicamente los bienes necesarios para garantizar el monto de la condena, de sus intereses y de los gastos de ejecución.

### Artículo 952

Quedan únicamente exceptuados de embargo:

I. Los bienes que constituyen el patrimonio de familia;

II. Los que pertenezcan a la casa habitación, siempre que sean de uso indispensable;

III. La maquinaria, los instrumentos, útiles y animales de una empresa o establecimiento, en cuanto sean necesarios para el desarrollo de sus actividades.

Podrá embargarse la empresa o establecimiento, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 966 de esta Ley;

IV. Las mieses antes de ser cosechadas, pero no los derechos sobre las siembras;

V. Las armas y caballos de los militares en servicio activo, indispensables para éste, de conformidad con las leyes;

VI. El derecho de usufructo, pero no los frutos de éste;

VII. Los derechos de uso y de habitación; y

VIII. Las servidumbres, a no ser que se embargue el fundo, a cuyo favor estén constituidas.

### **Artículo 953**

Las diligencias de embargo no pueden suspenderse. El actuario resolverá las cuestiones que se susciten.

### **Artículo 954**

El Actuario, tomando en consideración lo que expongan las partes, determinará los bienes que deban ser objeto del embargo, prefiriendo los que sean de más fácil realización.

### **Artículo 955**

Cuando el embargo deba recaer en bienes que se encuentren fuera del lugar donde se practique la diligencia, el Actuario se trasladará al local donde manifieste la parte que obtuvo que se encuentran y previa identificación de los bienes, practicará el embargo.

### **Artículo 956**

Si los bienes embargados fuesen dinero o créditos realizables en el acto, el Actuario trabará embargo y los pondrá a disposición del Presidente de la Junta, quien deberá resolver de inmediato sobre el pago del actor.

### **Artículo 957**

Si los bienes embargados son muebles, se pondrán en depósito de la persona, que bajo su responsabilidad designe la parte que obtuvo. El depositario debe informar al Presidente ejecutor del lugar en que quedarán los bienes embargados bajo su custodia. La parte que obtuvo podrá solicitar el cambio de depositario.

### **Artículo 958**

Si los bienes embargados son créditos, frutos o productos, se notificará al deudor o inquilino, que el importe del pago lo haga al Presidente ejecutor, apercibido de doble pago en caso de desobediencia.

### **Artículo 959**

El Actuario requerirá al demandando a fin de que le exhiba los documentos y contratos respectivos, para que en el acta conste y dé fe de las condiciones estipuladas en los mismos.

### **Artículo 960**

Si llega a asegurarse el título mismo del crédito, se designará un depositario que lo conserve en guarda, quien estará obligado a hacer todo lo necesario para que no se altere ni menoscabe el derecho que el título represente, y a intentar todas las acciones y recursos que la Ley concede para hacer efectivo el crédito, quedando sujeto, además, a las obligaciones que impongan las leyes a los depositarios.

### **Artículo 961**

Si el crédito fuese litigioso, se notificará el embargo a la autoridad que conozca del juicio respectivo, y el nombre del depositario, a fin de que éste pueda desempeñar las obligaciones que le impone la parte final del artículo anterior.

### **Artículo 962**

Si los bienes embargados fueren inmuebles, se ordenará dentro de las veinticuatro horas siguientes, la inscripción en el Registro Público de la Propiedad.

### **Artículo 963**

Si el embargo recae en finca urbana y sus productos o sobre éstos solamente, el depositario tendrá el carácter de administrador con las facultades y obligaciones siguientes:

- I. Podrá celebrar contratos de arrendamiento, conforme a estas condiciones: por tiempo voluntario para ambas partes; el importe de la renta no podrá ser menor al fijado en el último contrato; exigir al arrendatario las garantías necesarias de su cumplimiento; y recabar en todos los casos, la autorización del Presidente Ejecutor;
- II. Cobrar oportunamente las rentas en sus términos y plazos, procediendo contra los inquilinos morosos con arreglo a la Ley;
- III. Hacer sin previa autorización los pagos de los impuestos y derechos que cause el inmueble; y cubrir los gastos ordinarios de conservación y aseo;
- IV. Presentar a la oficina correspondiente, las manifestaciones y declaraciones que la Ley de la materia previene;
- V. Presentar para su autorización al Presidente Ejecutor, los presupuestos para hacer los gastos de reparación o de construcción;
- VI. Pagar, previa autorización del Presidente Ejecutor, los gravámenes que reporta la finca; y
- VII. Rendir cuentas mensuales de su gestión y entregar el remanente en un billete de depósito, que pondrá a disposición del Presidente Ejecutor.

El depositario que falte al cumplimiento de las obligaciones señaladas en este artículo, será acreedor a las sanciones previstas en las leyes respectivas.

### **Artículo 964**

Si el embargo recae en una empresa o establecimiento, se observarán las normas siguientes:

- I. El depositario será interventor con cargo a la caja, estando obligado a:
  - a) Vigilar la contabilidad;
  - b) Administrar el manejo de la negociación o empresa y las operaciones que en ella se practiquen, a fin de que produzcan el mejor rendimiento posible; y los demás actos inherentes a su cargo.
- II. Si el depositario considera que la administración no se hace convenientemente o que pueda perjudicar los derechos del embargante, lo pondrá en conocimiento del Presidente Ejecutor, para que éste, oyendo a las partes y al interventor en una audiencia, resuelva lo que estime conveniente; y
- III. Siempre que el depositario sea un tercero, otorgará fianza ante el Presidente Ejecutor, por la suma que se determine y rendirá cuenta de su gestión en los términos y forma que señale el mismo.

### **Artículo 965**

El actor puede pedir la ampliación del embargo:

- I. Cuando no basten los bienes embargados para cubrir las cantidades por las que se despachó ejecución, después de rendido el avalúo de los mismos; y
- II. Cuando se promueva una tercera.

El Presidente Ejecutor podrá decretar la ampliación si a su juicio concurren las circunstancias a que se refieren las fracciones anteriores, sin ponerlo en conocimiento del demandado.

### **Artículo 966**

Cuando se practiquen varios embargos sobre los mismos bienes, se observarán las normas siguientes:

I. Si se practican en ejecución de créditos de trabajo, se pagará en el orden sucesivo de los embargos, salvo el caso de preferencia de derechos;

II. El embargo practicado en ejecución de un crédito de trabajo, aun cuando sea posterior, es preferente sobre los practicados por autoridades distintas de la Junta de Conciliación y de Conciliación y Arbitraje siempre que dicho embargo se practique antes que quede fincado el remate.

Cuando el Presidente Ejecutor tenga conocimiento de la existencia de un embargo, hará saber a la autoridad que lo practicó, que los bienes embargados quedan afectos al pago preferente del crédito de trabajo y continuará los procedimientos de ejecución hasta efectuar el pago. El saldo líquido que resulte después de hacer el pago, se pondrá a disposición de la autoridad que hubiese practicado el embargo.

Las cuestiones de preferencia que se susciten, se tramitarán y resolverán por la Junta que conozca del negocio, con exclusión de cualquiera otra autoridad; y

III. El que haya reembargado puede continuar la ejecución del laudo o convenio, pero rematados los bienes, se pagará al primer embargante el importe de su crédito, salvo el caso de preferencia de derechos.

## Sección Tercera

### Remates

#### Artículo 967

Concluidas las diligencias de embargo, se procederá al remate de los bienes, de conformidad con las normas contenidas en este Capítulo.

Antes de fincarse el remate o declararse la adjudicación, podrá el demandado liberar los bienes embargados, pagando de inmediato y en efectivo el importe de las cantidades fijadas en el laudo y los gastos de ejecución.

#### Artículo 968

En los embargos se observarán las normas siguientes:

A. Si los bienes embargados son muebles:

I. Se efectuará su avalúo por la persona que designe el Presidente Ejecutor;

II. Servirá de base para el remate el monto del avalúo; y

III. El remate se anunciará en los tableros de la Junta y en el Palacio Municipal o en la oficina de gobierno que designe el Presidente Ejecutor.

B. Si los bienes embargados son inmuebles:

I. Se tomará como avalúo el de un perito valuador legalmente autorizado, que será designado por el Presidente de la Junta;

II. El embargante exhibirá certificado de gravámenes expedido por el Registro Público de la Propiedad, de diez años anteriores a la fecha en que ordenó el remate. Si en autos obrare ya otro certificado, sólo se pedirá al Registro, el relativo al período o períodos que aquél no abarque; y

III. El proveído que ordene el remate, se fijará en los tableros de la Junta y se publicará, por una sola vez, en la Tesorería de cada Entidad Federativa y en el periódico de mayor circulación del lugar en que se encuentren ubicados los bienes, convocando postores.

Se citará personalmente a los acreedores que aparezcan en el certificado de gravámenes, a efecto de que hagan valer sus derechos.

#### Artículo 969

Si los bienes embargados son una empresa o establecimiento se observará el procedimiento siguiente:

I. Se efectuará un avalúo por perito que se solicitará por el Presidente de la Junta a la Nacional Financiera, S. A., o a

alguna otra institución oficial;

II. Servirá de base para el remate el monto de avalúo;

III. Es aplicable lo dispuesto en la fracción III referente a muebles; y

IV. Si la empresa o establecimiento se integra con bienes inmuebles, se recabará el certificado de gravámenes a que se refiere la fracción II del apartado B del artículo anterior.

### **Artículo 970**

Postura legal es la que cubre las dos terceras partes del avalúo. La persona que concurra como postor, deberá presentar por escrito su postura y exhibir en un billete de depósito de la Nacional Financiera, S. A., el importe del diez por ciento de su puja.

### **Artículo 971**

El remate se efectuará de conformidad con las normas siguientes:

I. El día y hora señalados se llevará a cabo en el local de la Junta correspondiente;

II. Será llevado a cabo por el Presidente de la Junta, quien lo declarará abierto;

III. El Presidente concederá un término de espera, que no podrá ser mayor de media hora, para recibir posturas;

IV. El Presidente calificará las posturas, y concederá un minuto entre puja y puja;

V. El actor podrá concurrir a la almoneda como postor, presentando por escrito su postura, sin necesidad de cumplir el requisito a que se refiere el artículo 974 de esta Ley; y

VI. El Presidente declarará fincado el remate a favor del mejor postor.

### **Artículo 972**

La diligencia de remate no puede suspenderse. El Presidente de la Junta resolverá de inmediato las cuestiones que planteen las partes interesadas.

### **Artículo 973**

Si no se presentan postores, podrá el actor pedir se le adjudiquen los bienes por el precio de su postura, o solicitar la celebración de nuevas almonedas con deducción de un veinte por ciento en cada una de ellas. Las almonedas subsecuentes se celebrarán dentro de los treinta días siguientes a la fecha de la anterior.

### **Artículo 974**

El adjudicatario exhibirá dentro de los tres días siguientes, el importe total de su postura, apercibido de que de no hacerlo, la cantidad exhibida quedará en favor del actor; y el Presidente señalará nueva fecha para la celebración de la almoneda.

### **Artículo 975**

Exhibido el importe total del precio de la adjudicación, el Presidente declarará fincado el remate y se observará lo siguiente:

I. Cubrirá de inmediato al actor y a los demás acreedores por su orden; y si hay remanente, se entregará al demandado;

II. Si se trata de bienes inmuebles, se observará;

a) El anterior propietario entregará al Presidente de la Junta, toda la documentación relacionada con el inmueble que se remató.

b) Si se lo adjudica el trabajador, deberá ser libre de todo gravamen, impuestos y derechos fiscales.

c) La escritura deberá firmarla el anterior propietario, dentro de los cinco días siguientes a la notificación que le haga el notario público respectivo. Si no lo hace, el Presidente lo hará en su rebeldía; y

III. Firmada la escritura, se pondrá al adquirente en posesión del inmueble.

## **CAPITULO II**

### **Procedimiento de las tercerías y preferencias de crédito**

#### Sección Primera

##### De las Tercerías

###### Artículo 976

Las tercerías pueden ser excluyentes de dominio o de preferencia. Las primeras tienen por objeto conseguir el levantamiento del embargo practicado en bienes de propiedad de terceros; las segundas obtener que se pague preferentemente un crédito con el producto de los bienes embargados.

###### Artículo 977

Las tercerías se tramitarán y resolverán por el Pleno, por la Junta Especial o por la de Conciliación que conozca del juicio principal, sustanciándose en forma incidental, conforme a las normas siguientes:

- I. La tercería se interpondrá por escrito, acompañando el título en que se funde y las pruebas pertinentes;
- II. La Junta ordenará se tramite la tercería por cuerda separada y citará a las partes a una audiencia, dentro de los diez días siguientes, en la que las oír y después de desahogadas las pruebas, dictará resolución;
- III. En cuanto al ofrecimiento, admisión y desahogo de las pruebas, se observará lo dispuesto en los Capítulos XII, XVII y XVIII del Título Catorce de esta Ley;
- IV. Las tercerías no suspenden la tramitación del procedimiento. La tercería excluyente de dominio suspende únicamente el acto de remate; la de preferencia el pago del crédito; y
- V. Si se declara procedente la tercería, la Junta ordenará el levantamiento del embargo y, en su caso, ordenará se pague el crédito declarado preferente.

###### Artículo 978

El tercerista podrá presentar la demanda ante la autoridad exhortada que practicó el embargo, debiendo designar domicilio en el lugar de residencia de la Junta exhortante, para que se le hagan las notificaciones personales; si no hace la designación, todas las notificaciones se le harán por boletín o por estrados.

La autoridad exhortada, al devolver el exhorto, remitirá la demanda de tercería.

#### Sección Segunda

##### De la Preferencia de Créditos

###### Artículo 979

Cuando exista un conflicto individual o colectivo, los trabajadores podrán solicitar a la Junta, para los efectos del artículo 113, que prevenga a la autoridad jurisdiccional o administrativa ante la que se tramiten juicios en los que se pretendan hacer efectivos créditos en contra del patrón, para que, antes de llevar a cabo el remate o adjudicación de los bienes embargados, notifique al solicitante, a fin de que esté en posibilidad de hacer valer sus derechos.

Si resultan insuficientes los bienes embargados para cubrir los créditos de todos los trabajadores, se harán a prorrata dejando a salvo sus derechos.

###### Artículo 980

La preferencia se substanciará conforme a las reglas siguientes:

- I. La preferencia deberá solicitarse por el trabajador ante la Junta en que tramite el conflicto en que sea parte, indicando específicamente cuáles son las autoridades ante quienes se sustancian juicios en los que puedan adjudicar o rematar bienes del patrón, acompañando copias suficientes de su petición, para correr traslado a las partes contendientes en los juicios de referencia;

II. Si el juicio se tramita ante la autoridad judicial, la Junta la prevendrá haciéndole saber que los bienes embargados están afectos al pago preferente del crédito laboral y que por lo tanto, antes de rematar o adjudicar los bienes del patrón, deberá notificar al trabajador a fin de que comparezca a deducir sus derechos; y

III. Tratándose de créditos fiscales, cuotas que se adeuden al Instituto Mexicano del Seguro Social, o aportación al Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, bastará con que la Junta remita oficio a la autoridad que corresponda, indicándole la existencia de juicios laborales, cuyas prestaciones están pendientes de cubrirse, para que antes de adjudicar o rematar los bienes del patrón se proceda conforme al artículo anterior.

### **Artículo 981**

Cuando en los juicios seguidos ante la Junta se haya dictado laudo por cantidad líquida o se haya efectuado la liquidación correspondiente, la Junta lo hará saber a la autoridad judicial o administrativa que haya sido prevenida, en los términos del artículo anterior, remitiéndole copia certificada del laudo, a fin de que se tome en cuenta el mismo al aplicar el producto de los bienes rematados o adjudicados.

Si el patrón antes del remate hubiese hecho pago para librar sus bienes, deberá cubrirse con éste el importe de los créditos laborales en que se hubiese hecho la prevención.

## **CAPITULO III**

### **Procedimientos paraprocesales o voluntarios**

### **Artículo 982**

Se tramitarán conforme a las disposiciones de este Capítulo, todos aquellos asuntos que, por mandato de la Ley, por su naturaleza o a solicitud de parte interesada, requieran la intervención de la Junta, sin que esté promovido jurisdiccionalmente conflicto alguno entre partes determinadas.

### **Artículo 983**

En los procedimientos a que se refiere este Capítulo, el trabajador, sindicato o patrón interesado podrá concurrir a la Junta competente, solicitando oralmente o por escrito la intervención de la misma y señalando expresamente la persona cuya declaración se requiere, la cosa que se pretende se exhiba, o la diligencia que se pide se lleve a cabo.

La Junta acordará dentro de las veinticuatro horas siguientes sobre lo solicitado y, en su caso, señalará día y hora para llevar a cabo la diligencia y ordenará, en su caso, la citación de las personas cuya declaración se pretende.

### **Artículo 984**

Cuando por disposición de la Ley o de alguna autoridad o por acuerdo de las partes, se tenga que otorgar depósito o fianza, podrá el interesado o interesados concurrir ante el Presidente de la Junta o de la Junta Especial, el cual la recibirá y, en su caso, lo comunicará a la parte interesada.

La cancelación de la fianza o la devolución del depósito, también podrá tramitarse ante el Presidente de la Junta o de la Junta Especial quien acordará de inmediato con citación del beneficiario y previa comprobación de que cumplió las obligaciones que garantiza la fianza o el depósito, autorizará su cancelación o devolución.

### **Artículo 985**

Cuando la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, sin haber mediado objeción de los trabajadores, modifique el ingreso global gravable declarado por el causante, y éste haya impugnado dicha resolución, podrá solicitar a la Junta de Conciliación y Arbitraje, dentro de los 3 días siguientes al recibo de la notificación, la suspensión del reparto adicional de utilidades a los trabajadores, para lo cual adjuntará:

I. La garantía que otorgue en favor de los trabajadores que será por:

- a) La cantidad adicional a repartir a los trabajadores.
- b) Los intereses legales computados por un año.

II. Copia de la resolución dictada por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

### **Artículo 986**

La Junta al recibir el escrito del patrón examinará que reúna los requisitos señalados en el artículo anterior, en cuyo caso inmediatamente correrá traslado a los representantes de los trabajadores, para que dentro de 3 días manifiesten lo que a su derecho convenga; transcurrido el plazo acordará lo conducente.

Si la solicitud del patrón no reúne los requisitos legales, la Junta la desechará de plano.

### Artículo 987

Cuando trabajadores y patrones lleguen a un convenio o liquidación de un trabajador, fuera de juicio, podrán concurrir ante las Juntas de Conciliación, de Conciliación y Arbitraje y las Especiales, solicitando su aprobación y ratificación, en los términos a que se refiere el párrafo segundo del artículo 33 de esta Ley, para cuyo efecto se identificarán a satisfacción de aquélla.

En los convenios en que se dé por terminada la relación de trabajo, deberá desglosarse la cantidad que se le entregue al trabajador por concepto de participación de utilidades. En caso de que la Comisión Mixta aún no haya determinado la participación individual de los trabajadores, se dejarán a salvo sus derechos, hasta en tanto se formule el proyecto del reparto individual.

### Artículo 988

Los trabajadores mayores de catorce años, pero menores de dieciséis, que no hayan terminado su educación obligatoria, podrán ocurrir ante la Junta de Conciliación y Arbitraje competente solicitando autorización para trabajar, y acompañarán los documentos que estimen convenientes, para establecer la compatibilidad entre los estudios y el trabajo.

La Junta de Conciliación y Arbitraje, inmediatamente de recibida la solicitud, acordará lo conducente.

### Artículo 989

Los trabajadores podrán solicitar, por conducto de la Junta de Conciliación y Arbitraje correspondiente, que el patrón les expida constancia escrita que contenga el número de días trabajados y el salario percibido, en los términos señalados por el artículo 132 fracción VII de esta Ley.

### Artículo 990

El trabajador o sus beneficiarios que deban recibir alguna cantidad de dinero en virtud de convenio o liquidación, podrán concurrir personalmente a la Junta correspondiente.

### Artículo 991

En los casos de rescisión previstos en el párrafo final del artículo 47, el patrón podrá acudir ante la Junta de Conciliación o de Conciliación y Arbitraje competente, a solicitar se notifique al trabajador, por conducto del Actuario de la Junta, el aviso a que el citado precepto se refiere. La Junta, dentro de los 5 días siguientes al recibo de la promoción, deberá proceder a la notificación.

El actuario levantará acta circunstanciada de la diligencia.

## TITULO DECIMO SEXTO

### Responsabilidades y Sanciones

### Artículo 992

Las violaciones a las normas de trabajo cometidas por los patrones o por los trabajadores, se sancionarán de conformidad con las disposiciones de este Título, independientemente de la responsabilidad que les corresponda por el incumplimiento de sus obligaciones.

La cuantificación de las sanciones pecuniarias que en el presente Título se establecen, se hará tomando como base de cálculo la cuota diaria de salario mínimo general vigente, en el lugar y tiempo en que se cometa la violación.

### Artículo 993

Al patrón que no cumpla las normas que determinan el porcentaje o la utilización exclusiva de trabajadores mexicanos en las empresas o establecimientos se le impondrá una multa por el equivalente de 15 a 155 veces el salario mínimo general, conforme a lo dispuesto en el artículo que antecede.

### Artículo 994

Se impondrá multa, cuantificada en los términos del artículo 992, por el equivalente:

I. De 3 a 155 veces el salario mínimo general, al patrón que no cumpla las disposiciones contenidas en los artículos 61, 69, 76 y 77;

II. De 15 a 315 veces el salario mínimo general, al patrón que no cumpla las obligaciones que le impone el Capítulo VIII del Título Tercero;

III. De 3 a 95 veces el salario mínimo general al patrón que no cumpla las obligaciones señaladas en el artículo 132, fracciones IV, VII, VIII, IX, X, XII, XIV y XXII;

IV. De 15 a 315 veces el salario mínimo general, al patrón que no cumpla con lo dispuesto por la fracción XV del artículo 132. La multa se duplicará, si la irregularidad no es subsanada dentro del plazo que se conceda para ello;

V. De 15 a 315 veces el salario mínimo general, al patrón que no permita la inspección y vigilancia que las autoridades del trabajo practiquen en su establecimiento; y no observe en la instalación de sus establecimientos las normas de seguridad e higiene o las medidas que fijen las leyes para prevenir los riesgos de trabajo. La multa se duplicará, si la irregularidad no es subsanada dentro del plazo que se conceda para ello, sin perjuicio de que las autoridades procedan en los términos del artículo 512-D;

VI. De 15 a 155 veces el salario mínimo general, al patrón que viole las prohibiciones contenidas en el artículo 133, fracciones II, IV, VI y VII.

#### **Artículo 995**

Al patrón que viole las normas que rigen el trabajo de las mujeres y de los menores, se le impondrá multa por el equivalente de 3 a 155 veces el salario mínimo general, calculado en los términos del artículo 992.

#### **Artículo 996**

Al armador, naviero o fletador, de conformidad a lo dispuesto por el artículo 992, se le impondrá multa por el equivalente:

I. De 3 a 31 veces el salario mínimo general, si no cumple las disposiciones contenidas en los artículos 204, fracción II y 213, fracción II; y

II. De 3 a 155 veces el salario mínimo general, al que no cumpla la obligación señalada en el artículo 204, fracción IX.

#### **Artículo 997**

Al patrón que viole las normas protectoras del trabajo del campo y del trabajo a domicilio, se le impondrá multa por el equivalente de 15 a 155 veces el salario mínimo general, conforme a lo establecido en el artículo 992.

#### **Artículo 998**

Conforme a lo dispuesto en el artículo 992, al patrón que no facilite al trabajador doméstico que carezca de instrucción, la asistencia a una escuela primaria, se le impondrá multa por el equivalente de 3 a 15 veces el salario mínimo general.

#### **Artículo 999**

Al patrón que viole las normas protectoras del trabajo en hoteles, restaurantes, bares y otros establecimientos semejantes, se le impondrá multa por el equivalente de 3 a 155 veces el salario mínimo general, conforme a lo establecido en el artículo 992.

#### **Artículo 1000**

El incumplimiento de las normas relativas a la remuneración de los trabajos, duración de la jornada y descansos, contenidas en un contrato ley, o en un contrato colectivo de trabajo, cometido en el transcurso de una semana se sancionará con multas por el equivalente de 15 a 315 veces el salario mínimo general, conforme a lo establecido en el artículo 992 tomando en consideración la gravedad de la falta. Si el incumplimiento se prolonga dos o más semanas, se acumularán las multas. La reincidencia se sancionará con la misma multa, aumentada a un veinticinco por ciento.

#### **Artículo 1001**

Al patrón que viole las normas contenidas en el Reglamento Interior de Trabajo, se le impondrá multa por el equivalente de 3 a 30 veces el salario mínimo general, conforme a lo establecido en el artículo 992.

### **Artículo 1002**

De conformidad con lo que establece el artículo 992, por violaciones a las normas de trabajo no sancionadas en este Capítulo o en alguna otra disposición de esta Ley, se impondrá al infractor multa por el equivalente de 3 a 315 veces el salario mínimo general, tomando en consideración la gravedad de la falta y las circunstancias del caso.

Cuando la multa se aplique a un trabajador, ésta no podrá exceder al importe señalado en el último párrafo del artículo 21 Constitucional.

### **Artículo 1003**

Los trabajadores, los patrones y los sindicatos, federaciones y confederaciones de unos y otros, podrán denunciar ante las autoridades del Trabajo las violaciones a las normas del trabajo.

Los Presidentes de las Juntas Especiales, los de las Juntas Federales Permanentes de Conciliación, los de las Locales de Conciliación y los Inspectores del Trabajo, tienen la obligación de denunciar al Ministerio Público al patrón de una negociación industrial, agrícola, minera, comercial o de servicios que haya dejado de pagar o pague a sus trabajadores cantidades inferiores a las señaladas como salario mínimo general.

### **Artículo 1004**

Al patrón de cualquier negociación industrial, agrícola, minera, comercial o de servicios que haga entrega a uno o varios de sus trabajadores de cantidades inferiores al salario fijado como mínimo general o haya entregado comprobantes de pago que amparen sumas de dinero superiores de las que efectivamente hizo entrega, se le castigará con las penas siguientes:

- I. Con prisión de seis meses a tres años y multa que equivalga hasta 50 veces el salario mínimo general, conforme a lo establecido por el artículo 992, cuando el monto de la omisión no exceda del importe de un mes de salario mínimo general del área geográfica de aplicación correspondiente;
- II. Con prisión de seis meses a tres años y multa que equivalga hasta 100 veces el salario mínimo general, conforme a lo establecido por el artículo 992, cuando el monto de la omisión sea mayor al importe de un mes, pero no exceda de tres meses de salario mínimo general del área geográfica de aplicación correspondiente; y
- III. Con prisión de seis meses a cuatro años y multa que equivalga hasta 200 veces el salario mínimo general, conforme a lo establecido por el artículo 992, si la omisión excede a los tres meses de salario mínimo general del área geográfica de aplicación correspondiente.

En caso de reincidencia se duplicarán las sanciones económicas a que se refieren cada una de las tres Fracciones de este Artículo.

### **Artículo 1005**

Al Procurador de la Defensa del Trabajo, o al apoderado o representante del trabajador, se les impondrá sanción de seis meses a tres años de prisión y multa de ocho a ochenta veces el salario mínimo general que rija en el lugar y tiempo de residencia de la Junta, en los casos siguientes:

- I. Cuando sin causa justificada se abstengan de concurrir a dos o más audiencias; y
- II. Cuando sin causa justificada se abstengan de promover en el juicio durante el lapso de tres meses.

### **Artículo 1006**

A todo aquel que presente documentos o testigos falsos, se le impondrá una pena de seis meses a cuatro años de prisión y multa de ocho a ciento veinte veces el salario mínimo general que rija en el lugar y tiempo de residencia de la Junta. Tratándose de trabajadores, la multa será el salario que perciba el trabajador en una semana.

### **Artículo 1007**

Las penas consignadas en el artículo anterior, se aplicarán sin perjuicio de la responsabilidad que por daños y perjuicios le resultaren al apoderado o representante.

### **Artículo 1008**

Las sanciones administrativas de que trata este Capítulo serán impuestas, en su caso, por el Secretario del Trabajo y Previsión Social, por los Gobernadores de los Estados o por el Jefe del Departamento del Distrito Federal, quienes podrán delegar el ejercicio de esta facultad en los funcionarios subordinados que estimen conveniente, mediante acuerdo que se publique en el periódico oficial que corresponda.

### Artículo 1009

La autoridad, después de oír al interesado, impondrá la sanción correspondiente.

### Artículo 1010

Las sanciones se harán efectivas por las autoridades que designen las leyes.

## TRANSITORIOS

### Artículo Primero

Esta Ley entrará en vigor el día 1o. de mayo de 1970, con excepción de los artículos 71 y 87 que entrarán en vigor el día 1o. de julio de 1970, y el artículo 80 que entrará en vigor el día 1o. de septiembre de 1970.

### Artículo Segundo

Se abroga la Ley Federal del Trabajo de 18 de agosto de 1931, con las modalidades a que se refiere el artículo anterior.

### Artículo Tercero

Los contratos de trabajo individuales o colectivos que establezcan derechos, beneficios o prerrogativas en favor de los trabajadores, inferiores a los que les concede esta Ley, no producirán en lo sucesivo efecto legal, entendiéndose substituidas las cláusulas respectivas por las que establece esta Ley.

Los contratos de trabajo individuales o colectivos o los convenios que establezcan derechos, beneficios o prerrogativas en favor de los trabajadores, superiores a los que esta Ley les concede, continuarán surtiendo efectos.

### Artículo Cuarto

En la aplicación del artículo 159, en relación con el 132, fracción XV, los contratos colectivos que contengan sistemas de capacitación profesional que ya estén funcionando en la fecha de publicación de la presente Ley, y en los que establezcan requisitos de examen o la comprobación práctica de la aptitud y de la posesión de los conocimientos adecuados a fin de que los trabajadores puedan ascender en los casos de vacantes o puestos de nueva creación de conformidad con la antigüedad que les corresponda, podrán continuar aplicándose.

### Artículo Quinto

Para el pago de la prima de antigüedad a que se refiere el artículo 162 a los trabajadores que ya estén prestando sus servicios a una empresa en la fecha en que entre en vigor esta Ley, se observarán las normas siguientes:

I. Los trabajadores que tengan una antigüedad menor de diez años, que se separen voluntariamente de su empleo dentro del año siguiente a la fecha en que entre en vigor esta Ley, tendrán derecho a que se les paguen doce días de salario;

II. Los que tengan una antigüedad mayor de diez y menor de veinte años, que se separen voluntariamente de su empleo dentro de los dos años siguientes a la fecha a que se refiere la fracción anterior, tendrán derecho a que se les paguen veinticuatro días de salario;

III. Los que tengan una antigüedad mayor de veinte años que se separen voluntariamente de su empleo dentro de los tres años siguientes a la fecha a que se refieren las fracciones anteriores, tendrán derecho a que se les paguen treinta y seis días de salario;

IV. Transcurridos los términos a que se refieren las fracciones anteriores se estará a lo dispuesto en el artículo 162; y

V. Los trabajadores que sean separados de su empleo o que se separen con causa justificada dentro del año siguiente a la fecha en que entre en vigor esta Ley, tendrán derecho a que se les paguen doce días de salario. Transcurrido el año, cualquiera que sea la fecha de la separación, tendrán derecho a la prima que les corresponda

por los años que hubiesen transcurrido a partir de la fecha en que entre en vigor esta Ley.

### **Artículo Sexto**

Las guarderías infantiles instaladas en las empresas o establecimientos continuarán funcionando hasta que el Instituto Mexicano del Seguro Social se haga cargo de ellas.

### **Artículo Séptimo**

No podrá procederse a la revisión de la Resolución de 13 de diciembre de 1963 dictada por la Comisión Nacional para la Participación de los Trabajadores en las Utilidades de las Empresas, sino hasta que se cumplan diez años contados a partir de la fecha citada.

### **Artículo Octavo**

Cuando se trate de empresas inscritas en el Instituto Mexicano del Seguro Social, las obligaciones consignadas en el artículo 504 quedarán a cargo de las empresas, en la medida en que no esté obligado el Instituto a prestarlas de conformidad con su Ley.

### **Artículo Noveno**

La Secretaría del Trabajo y Previsión Social, los Gobernadores de los Estados y Territorios y el Jefe del Departamento del Distrito Federal, reorganizarán las Juntas de Conciliación Permanentes y las de Conciliación y Arbitraje, de conformidad con las disposiciones de esta Ley, dentro de un término de tres meses, contado a partir de la fecha de su vigencia.

### **Artículo Décimo**

Las mismas autoridades a que se refiere el artículo anterior reorganizarán las restantes autoridades del trabajo, de conformidad con las disposiciones de esta Ley, dentro del mismo término de tres meses.

### **Artículo Décimo Primero**

No se exigirán los requisitos señalados en los artículos 626, fracción II; 627, fracción II; 628, fracciones II y III, y 629 del Título Doce, al personal jurídico que señala el artículo 625, que tenga la categoría de base y que al momento de entrar en vigor esta Ley preste sus servicios en las Juntas de Conciliación y de Conciliación y Arbitraje.

### **Artículo Décimo Segundo**

Los juicios pendientes ante las Juntas de Conciliación y Arbitraje continuarán tramitándose de conformidad con las disposiciones de la Ley Federal del Trabajo del 18 de agosto de 1931, entre tanto se efectúa la reorganización a que se refiere el artículo 9o. Transitorio. Efectuada la reorganización, los juicios se tramitarán de conformidad con las disposiciones de esta Ley; la Junta hará saber a las partes el momento en que la tramitación quedará sometida a los procedimientos establecidos en esta Ley.

En los juicios pendientes ante las Juntas de Conciliación, se recibirán las pruebas que hubiesen ofrecido las partes y se remitirá el expediente a la Junta de Conciliación Permanente o a la de Conciliación y Arbitraje que corresponda.

Las Juntas de Conciliación y Arbitraje continuarán conociendo de los negocios a que se refiere el artículo 600, fracción IV, de que ya conozcan.

### **Artículo Décimo Tercero**

Se faculta a las Comisiones Regionales y a la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos para que establezcan el incremento de los salarios mínimos generales, del campo y profesionales vigentes.

Para efectuar la nivelación de los salarios mínimos a que se refiere el párrafo anterior, se observará el siguiente procedimiento:

I. Dentro de los tres días siguientes a la entrada en vigor de este decreto, las comisiones regionales de los Salarios Mínimos dictarán resolución estableciendo el incremento de los salarios mínimos.

II. Los presidentes de las comisiones regionales bajo su responsabilidad, comunicarán a la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos las correspondientes resoluciones dentro de las 24 horas siguientes a la fecha de haberse dictado.

III. El Presidente de la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos convocará al Consejo de Representantes y someterá al mismo el dictamen pertinente para que dentro de los tres días siguientes a la recepción de las

comunicaciones a las que se refiere la fracción anterior, dicten resolución confirmando o modificando las que hubieren dictado las comisiones regionales, debiendo fijar el incremento que deba aplicarse a los salarios mínimos vigentes, para que en forma obligatoria se modifiquen tomando en cuenta lo dispuesto en la resolución expedida por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social de fecha 19 de marzo de 1982.

IV. El Presidente de la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos enviará al Diario Oficial de la Federación, para su publicación, la resolución del Consejo de Representantes que contenga los salarios mínimos que correspondan al aumento establecido.

México, D. F., 2 de diciembre de 1969. Luis L. León Uranga, S.P.-Joaquín Gamboa Pascoe, D.P.- Arturo Moguel Esponda, S.S.- Alberto Briseño Ruiz, D.S.- Rúbricas.

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la ciudad de México, Distrito Federal, a los veintitrés días del mes de diciembre de mil novecientos sesenta y nueve.- Gustavo Díaz Ordaz.- Rúbrica.- El Secretario del Trabajo y Previsión Social, Salomón González Blanco. - Rúbrica.- El Subsecretario de Gobernación, Encargado del Despacho, Mario Moya Palencia.- Rúbrica.- El Secretario de Relaciones Exteriores, Antonio Carrillo Flores.- Rúbrica.- El Secretario de la Defensa Nacional, Marcelino García Barragán.- Rúbrica.- El Secretario de Marina, Antonio Vázquez del Mercado. - Rúbrica.- El Secretario de Hacienda y Crédito Público, Antonio Ortiz Mena.- Rúbrica.- El Secretario del Patrimonio Nacional, Manuel Franco López.- Rúbrica.- El Secretario de Industria y Comercio, Octaviano Campos Salas.- Rúbrica.- El Secretario de Agricultura y Ganadería, Juan Gil Preciado. - Rúbrica.- El Secretario de Comunicaciones y Transportes, José Antonio Padilla Segura.- Rúbrica.- El Secretario de Obras Públicas, Gilberto Valenzuela.- Rúbrica.- El Secretario de Recursos Hidráulicos, José Hernández Terán.- Rúbrica. -El Secretario de Educación Pública, Agustín Yañez.- Rúbrica.- El Secretario de Salubridad y Asistencia, Salvador Aceves Parra.- Rúbrica.- El Secretario de la Presidencia, Emilio Martínez Manautou.- Rúbrica.- El Jefe del Departamento de Asuntos Agrarios y Colonización, Norberto Aguirre Palancares.- Rúbrica.- El Jefe del Departamento de Turismo, Agustín Salvat.- Rúbrica.- El Jefe del Departamento del Distrito Federal, Alfonso Corona del Rosal.- Rúbrica.

---

# **REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL**

---

## **TEXTO VIGENTE**

(Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 2 de agosto de 1993).

## **PREAMBULO**

Al margen un logotipo, que dice: Asamblea de Representantes del Distrito Federal.

## **II ASAMBLEA DE REPRESENTANTES DEL DISTRITO FEDERAL**

La Asamblea de Representantes del Distrito Federal, en ejercicio de la facultad que le confiere el artículo 73, fracción VI, Base Tercera, inciso A), de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, expide el siguiente.

---

## **REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL**

### **TITULO PRIMERO DISPOSICIONES GENERALES**

### **CAPITULO UNICO DISPOSICIONES GENERALES**

#### **Artículo 1.-**

Es de orden público e interés social el cumplimiento y observancia de las disposiciones de este Reglamento, de sus normas técnicas complementarias y de las demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables en materia de desarrollo urbano, planificación, seguridad, estabilidad e higiene, así como las limitaciones y modalidades que se impongan al uso de los terrenos o de las edificaciones de propiedad pública o privada, en los programas parciales y las declaratorias correspondientes.

Las obras de construcción, instalación, modificación, ampliación, reparación y demolición, así como el uso de las edificaciones y los usos, destinos y reservas de los predios del territorio del Distrito Federal, se sujetarán a las disposiciones de la Ley del Desarrollo Urbano del Distrito Federal, de este Reglamento y demás disposiciones aplicables.

---

#### **Artículo 2.-**

Para los efectos del presente Reglamento, se entenderá por:

- I. Departamento, al Departamento del Distrito Federal;**
- II. Ley, a la Ley del Desarrollo Urbano del Distrito Federal;**
- III. Ley Orgánica, a la Ley Orgánica del Departamento del Distrito Federal;**
- IV. Reglamento, al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal;**
- V. Programa, al Programa Director para el Desarrollo Urbano;**
- VI. Predio, al terreno sin construcción;**
- VII. Edificación, a las construcciones sobre un predio;**
- VIII. Inmueble, al terreno y construcciones que en él se encuentran;**

**IX. Comisión, a la Comisión de Admisión de Directores Responsables de Obra y Corresponsables;**

**X. Asamblea, a la Asamblea de Representantes del Distrito Federal;**

**XI. Ley Orgánica de la Asamblea, a la Ley Orgánica de la Asamblea de Representantes del Distrito Federal, y**

**XII. Normas, a las Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.**

---

**Artículo 3.-**

**De conformidad con lo dispuesto por la Ley y por la Ley Orgánica, la aplicación y vigilancia del cumplimiento de las disposiciones de este Reglamento corresponderá al Departamento, para lo cual tendrá las siguientes facultades:**

**I. Fijar los requisitos técnicos a que deberán sujetarse las construcciones e instalaciones en predios y vías públicas, a fin de que satisfagan las condiciones de habitabilidad, seguridad, higiene, comodidad y buen aspecto;**

**II. Fijar las restricciones a que deberán sujetarse las edificaciones y los elementos tales como fuentes, esculturas, arcos, columnas, monumentos y similares localizados en zonas de patrimonio artístico y cultural, de acuerdo con la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos;**

**III. Establecer de acuerdo con las disposiciones legales aplicables, los fines para los que se pueda autorizar el uso de los terrenos y determinar el tipo de construcciones que se puedan levantar en ellos, en los términos de lo dispuesto por la Ley;**

**IV. Otorgar o negar licencias y permisos para la ejecución de las obras y el uso de edificaciones y predios a que se refiere el artículo 1 de este Reglamento;**

**V. Llevar un registro clasificado de Directores Responsables de Obra y Corresponsables;**

**VI. Realizar inspecciones a las obras en proceso de ejecución o terminadas;**

**VII. Practicar inspecciones para verificar que el uso que se haga de un predio, estructura, instalación, edificio o construcción, se ajuste a las características previamente registradas;**

**VIII. Acordar las medidas que fueren procedentes en relación con las edificaciones peligrosas, malsanas o que causen molestias;**

**IX. Autorizar o negar, de acuerdo con este Reglamento, la ocupación o el uso de una instalación, predio o edificación;**

**X. Realizar, a través del programa al que se refiere la Ley, los estudios para establecer o modificar las limitaciones respecto a los usos, destinos y reservas de construcción, tierras, aguas y bosques y determinar las densidades de población permisibles;**

**XI. Ejecutar con cargo a los responsables, las obras que hubiere ordenado realizar y que los propietarios, en rebeldía, no las hayan llevado a cabo;**

**XII. Ordenar la suspensión temporal o la clausura de obras en ejecución o terminadas y la desocupación en los casos previstos por la ley y este Reglamento;**

XIII. Ordenar y ejecutar demoliciones de edificaciones en los casos previstos por este Reglamento;

XIV. Imponer las sanciones correspondientes por violaciones a este Reglamento;

XV. Expedir y modificar, cuando lo considere necesario, las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento, los acuerdos, instructivos, circulares y demás disposiciones administrativas que procedan para el debido cumplimiento del presente Ordenamiento;

XVI. Utilizar la fuerza pública cuando fuere necesario para hacer cumplir sus determinaciones, y

XVII. Las demás que le confieren este Reglamento y las disposiciones legales aplicables.

---

#### Artículo 4.-

El Departamento, para el estudio y propuesta de reformas al presente Reglamento, podrá integrar una Comisión, cuyos miembros designará el Jefe del propio Departamento.

La Comisión podrá ampliarse con representantes de asociaciones profesionales y otros organismos e instituciones que el Departamento considere oportuno invitar. En este caso, el Departamento contará con igual número de representantes.

---

#### Artículo 5.-

Para efectos de este Reglamento, las edificaciones en el Distrito Federal se clasificarán en los siguientes géneros y rangos de magnitud:

Género	Magnitud e intensidad de ocupación
<b>I. HABITACION</b>	
I.1 Unifamiliar	Vivienda mínima 24 m <sup>2</sup> mínimo para acciones de mejoramiento de vivienda existente. 33 m <sup>2</sup> mínimo para vivienda nueva progresiva popular. 45 m <sup>2</sup> mínimo para vivienda nueva terminada popular. 60 a 92 m <sup>2</sup> vivienda de interés medio y residencial.
I.2 Plurifamiliar (de 3 a 50 viviendas)	hasta 4 niveles de 5 hasta 10 niveles más de 10 niveles.
I.2.1 Conjuntos habitacionales (más de 50 viviendas)	hasta 4 niveles de 5 hasta 10 niveles más de 10 niveles
<b>II. SERVICIOS</b>	
II.1 Oficinas	hasta 30 m <sup>2</sup> de más de 30 m <sup>2</sup> hasta 100 m <sup>2</sup>
II.1.1 De administración pública (incluye	hasta 100 m <sup>2</sup> de más de 100 m <sup>2</sup> hasta 1,000 m <sup>2</sup> .

bancos)	
II.1.2 De administración privada	de más de 1,000 m <sup>2</sup> hasta 10,000 m <sup>2</sup> más de 10,000 m <sup>2</sup> hasta 4 niveles más de 10,000 m <sup>2</sup> de 5 hasta 10 niveles más de 10 niveles
<b>II.2 Comercio</b>	
II.2.1 Almacenamiento y abasto (por ej.: centrales de abasto o bodegas de productos perecederos, de acopio y transferencia, bodegas de semillas, huevos, lácteos o abarrotes, depósitos de maderas, vehículos, maquinaria, gas líquido, combustibles, gasolineras, depósitos de explosivos, rastros, frigoríficos u obradores, silos y tolvas).	hasta 1,000 m <sup>2</sup> de más de 1,000 m <sup>2</sup> hasta 5,000 m <sup>2</sup> más de 5,000 m <sup>2</sup> .
II.2.2 Tiendas de productos básicos (por ej.: abarrotes, comestibles, comida elaborada, vinaterías, panaderías, venta de granos, semillas, forrajes, chiles, molinos de nixtamal, artículos en general, farmacias, boticas y droguerías).	hasta 250 m <sup>2</sup> más de 250 m <sup>2</sup>
II.2.3 Tiendas de especialidades	hasta 2,500 m <sup>2</sup> de más de 2,500 m <sup>2</sup> hasta 5,000 m <sup>2</sup> más de 5,000 m <sup>2</sup> .
II.2.4 Tiendas de autoservicio	hasta 250 m <sup>2</sup> de más de 250 m <sup>2</sup> hasta 5,000 m <sup>2</sup> más de 5,000 m <sup>2</sup>
II.2.5 Tiendas de departamentos	hasta 2,500 m <sup>2</sup> de más de 2,500 m <sup>2</sup> hasta 5,000 m <sup>2</sup> de más de 5,000 m <sup>2</sup> hasta 10,000 m <sup>2</sup> de más de 10,000 m <sup>2</sup>
II.2.6 Centros comerciales (incluye mercados)	hasta 4 niveles más de 4 niveles.
II.2.7 Venta de materiales y vehículos (por ej. materiales de construcción, eléctricos, sanitarios; ferreterías; vehículos; maquinaria; refacciones; deshuesaderos; talleres de vehículos o maquinaria)	hasta 250 m <sup>2</sup> de más de 250 m <sup>2</sup> hasta 500 m <sup>2</sup> de más de 500 m <sup>2</sup> hasta 1,000 m <sup>2</sup> de más de 1,000 m <sup>2</sup> hasta 5,000 m <sup>2</sup> de más de 5,000 m <sup>2</sup> hasta 10,000 m <sup>2</sup> más de 10,000 m <sup>2</sup>
II.2.8 Tiendas de servicios (por ej.: baños públicos, salones de belleza, peluquerías, lavanderías, tintorerías, sastrerías, talleres de reparación de artículos en general, servicios de limpieza y mantenimiento de edificios, servicios de alquiler de artículos en general)	hasta 100 m <sup>2</sup> de más de 100 m <sup>2</sup> hasta 500 m <sup>2</sup> más de 500 m <sup>2</sup> .

<b>II.3 Salud</b>	
II.3.1 Hospitales	hasta de 10 camas o consultorios
II.3.2 Clínicas y centros de salud (por ej.: consultorios, centros de salud, clínicas de urgencias y generales y laboratorios)	hasta 250 m <sup>2</sup> más de 250 m <sup>2</sup> hasta 4 niveles de 5 hasta 10 niveles más de 10 niveles
II.3.3 Asistencia social (por ej.: centros de tratamiento de enfermedades crónicas, de integración, de protección, orfanatos, casas de cuna y asilos)	hasta 250 ocupantes más de 250 ocupantes
II.3.4 Asistencia animal	hasta 300 m <sup>2</sup> más de 300 m <sup>2</sup> .
<b>II.4 Educación y cultura</b>	<b>hasta 250 concurrentes</b>
II.4.1 Educación elemental	más de 250 concurrentes
II.4.2 Educación media	hasta 4 niveles
II.4.3 Educación superior	de 5 hasta 10 niveles
II.4.4 Institutos científicos	más de 10 niveles.
II.4.5 Instalaciones para exhibiciones (por ej.: jardines botánicos, zoológicos, acuarios, museos, galerías de arte, exposiciones temporales, planetarios)	hasta 1,000 m <sup>2</sup> de más de 1,000 m <sup>2</sup> hasta 10,000 m <sup>2</sup> más de 10,000 m <sup>2</sup> hasta 4 niveles más de 4 niveles
II.4.6 Centros de información (por ej.: archivos, centros procesadores de información, bibliotecas, hemerotecas)	hasta 500 m <sup>2</sup> más de 500 m <sup>2</sup> hasta 4 niveles más de 4 niveles.
II.4.7 Instalaciones religiosas (templos, lugares de culto y seminarios)	hasta 250 concurrentes más de 250 concurrentes
II.4.8 Sitios históricos	cualquier magnitud
<b>II.5 Recreación</b>	<b>hasta 120 m<sup>2</sup></b>
II.5.1 Alimentos y bebidas (por ej.: cafés, fondas, restaurantes, cantinas, bares, cervecerías, pulquerías, centros nocturnos)	más de 120 m <sup>2</sup> hasta 250 concurrentes más de 250 concurrentes.

II.5.2 Entretenimiento (por ej.: auditorios, teatros, cines, salas de concierto, cines, centros de convenciones, teatros al aire libre, ferias, circos y autocinemas)	hasta 250 concurrentes más de 250 concurrentes
II.5.3 Recreación social (por ej.: centros comunitarios, culturales, clubes campestres, de golf, clubes sociales, salones para banquetes, fiestas o baile)	hasta 250 usuarios más de 250 usuarios
II.5.4 Deportes y recreación (por ej.: pistas de equitación, lienzos charros, canchas y centros deportivos, estadios, hipódromos, autódromos, galgódromos, velódromos, campos de tiros, albercas, plazas de toros, boliches, billares, pistas de patinaje, juegos electrónicos o de mesa)	hasta 5,000 m <sup>2</sup> más de 5,000 m <sup>2</sup> hasta 250 concurrentes de 251 a 1,000 concurrentes de 1,001 a 10,000 concurrentes más de 10,000 concurrentes
<b>II.6 Alojamiento</b>	<b>hasta 100 cuartos</b>
II.6.1 Hoteles	más de 100 cuartos
II.6.2 Moteles	hasta 4 niveles de 5 hasta 10 niveles más de 10 niveles.
II.6.3 Casas de huéspedes y albergues	hasta 25 ocupantes de 26 a 100 ocupantes más de 100 ocupantes.
<b>II.7. Seguridad</b>	<b>hasta 250 ocupantes</b>
II.7.1 Defensa (Fuerza Aérea, Armada y Ejército)	más de 250 ocupantes cualquier magnitud
II.7.2 Policía ( garitas, estaciones, centrales, de policía, encierro de vehículos)	
II.7.3 Bomberos	
II.7.4 Reclusorios y Reformatorios	
II.7.5 Emergencias (puestos de socorro y centrales de ambulancias)	
<b>II.8 Servicios funerarios</b>	
II.8.1 Cementerios	hasta 1,000 fosas

II.8.2 Mausoleos y crematorios	más de 1,000 fosas
II.8.3 Agencias funerarias	hasta 300 m <sup>2</sup> de más de 300 m <sup>2</sup> hasta 250 oncurrentes más de 250 concurrentes.
<b>II.9 Comunicaciones y transportes</b>	<b>hasta 1,000 m<sup>2</sup> cubiertos</b>
II.9.1 Transportes terrestres, estaciones y terminales	más de 1,000 m <sup>2</sup> cubiertos
II.9.1.1 Estacionamientos	hasta 250 cajones más de 250 cajones hasta 4 niveles más de 4 niveles.
II.9.2 Transportes aéreos	cualquier magnitud
II.9.3 Comunicaciones (por ej.: agencias y centrales de correos, telégrafos y teléfonos, estaciones de radio y televisión, estudios cinematográficos)	cualquier magnitud
<b>III. INDUSTRIA</b>	
III.1 Industria pesada	hasta de 50 trabajadores
III.2 Industria mediana	más 50 trabajadores
III.3 Industria ligera	
<b>IV. ESPACIOS ABIERTOS</b>	
IV.1 Plazas y explanadas	hasta 1,000 m <sup>2</sup> más de 1,000 m <sup>2</sup> hasta 10,000 m <sup>2</sup> más de 10,000 m <sup>2</sup> .
IV.2 Jardines y parques	hasta 1 ha. de más de 1 ha. hasta 5 has. de más de 5 has. hasta 50 has. más de 50 has.
<b>V. INFRAESTRUCTURA</b>	
V.1 Plantas, estaciones y subestaciones	cualquier magnitud
V.2 Torres, antenas, mástiles y chimeneas	hasta 8 m. de altura de más de 8 m. hasta 30 m. de altura más de 30 m. de altura.
V.3 Depósitos y almacenes	cualquier magnitud

V.4 Cárcamos y bombas	
V.5 Basureros	
<b>VI. AGRICOLA, PECUARIO Y FORESTAL</b>	
VI.1 Forestal	hasta 50 trabajadores
VI.2 Agropecuario (por ej.: agroindustrias, establos, caballerizas y granjas)	de 51 a 250 trabajadores más de 250 trabajadores

**Se considerará vivienda mínima la que tenga, cuando menos, una pieza habitable y servicios completos de cocina y baño.**

**La tipología establecida en el presente artículo, será aplicada a todas las tablas contenidas en este Reglamento.**

---

**TITULO SEGUNDO**  
**VIAS PUBLICAS Y OTROS BIENES DE USO COMUN**  
**CAPITULO I**  
**GENERALIDADES**

**Artículo 6.-**

**Vía pública es todo espacio de uso común que por disposición del Departamento, se encuentre destinado al libre tránsito, de conformidad con las leyes y reglamentos de la materia, así como todo inmueble que de hecho se utilice para ese fin. Es característica propia de la vía pública el servir para la aereación, iluminación y asoleamiento de los edificios que la limiten, para dar acceso a los predios colindantes, o para alojar cualquier instalación de una obra pública o de un servicio público.**

**Este espacio está limitado por el plano virtual vertical sobre la traza del alineamiento oficial o el lindero de dicha vía pública.**

**Todo inmueble consignado como vía pública en algún plano o registro oficial existente en cualquiera de la unidades administrativas del Departamento, en el Archivo General de la Nación, o en otro archivo, museo, biblioteca o dependencia oficial, se presumirá salvo prueba en contrario, que es vía pública y pertenece al propio Departamento. Esta disposición será aplicable a todos los demás bienes de uso común o destinados a un servicio público a que se refiere la Ley Orgánica.**

---

**Artículo 7.-**

**Los inmuebles que en el plano oficial de un fraccionamiento aprobado por el Departamento aparezcan destinados a vías públicas, al uso común o a algún servicio público se considerarán, por ese solo hecho, como bienes del dominio público del propio Departamento, para cuyo efecto, la unidad administrativa correspondiente, remitirá copias del plano aprobado al Registro del Programa, al Registro Público de la Propiedad y a la Tesorería del Departamento del Distrito Federal para que hagan los registros y las cancelaciones respectivas.**

---

**Artículo 8.-**

Las vías públicas y los demás bienes de uso común o destinados a un servicio público, son bienes de dominio público del Departamento, regidos por las disposiciones contenidas en la Ley y en la Ley Orgánica.

La determinación de vía pública oficial la realizará el Departamento a través de los planos de alineamiento, números oficiales y derechos de vía que formen parte integrante de la documentación técnica de los Programas Parciales y de las Declaratorias que, en su caso, se dicten.

---

**Artículo 9.-**

El Departamento no estará obligado a expedir constancia de uso de suelo, alineamiento y número oficial, licencia de construcción, orden o autorización para instalación de servicios públicos en predios con frente a vías públicas de hecho o aquellas que se presumen como tales, si dichas vías no son de las señaladas oficialmente con ese carácter en el plano oficial, conforme al artículo 6 de este Reglamento.

---

**CAPITULO II  
USO DE LA VIA PUBLICA**

**Artículo 10.-**

Las dependencias y entidades públicas, así como las personas privadas cuyas actividades de planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de estructuras tengan algún efecto en la vía pública, deberán presentar al Departamento al inicio de cada ejercicio anual sus programas de obras para su aprobación.

---

**Artículo 11.-**

Se requiere de autorización del Departamento para:

- I. Realizar obras, modificaciones o reparaciones en la vía pública;
- II. Ocupar la vía pública con instalaciones de servicio público, comercios semifijos, construcciones provisionales, o mobiliario urbano;
- III. Romper el pavimento o hacer cortes en las banquetas y guarniciones de la vía pública para la ejecución de obras públicas o privadas, y
- IV. Construir instalaciones subterráneas o aéreas en la vía pública.

El Departamento, en correspondencia con los Programas de Desarrollo Urbano y Sectoriales de Vialidad, podrá otorgar autorización para las obras anteriores, señalando en cada caso las condiciones bajo las cuales se conceda, los medios de protección que deberán tomarse, las acciones de restitución y mejoramiento de las áreas verdes y zonas arboladas afectadas, y los horarios en que deban efectuarse.

Los solicitantes estarán obligados a efectuar las reparaciones correspondientes para restaurar o mejorar el estado original de la vía pública, o a pagar su importe cuando el Departamento las realice.

---

**Artículo 12.-**

No se autorizará el uso de las vías públicas en los siguientes casos:

- I. Para aumentar el área de un predio o de una construcción;

**II. Para obras, actividades o fines que ocasionen molestias a los vecinos tales como la producción de polvos, humos, malos olores, gases, ruidos y luces intensas;**

**III. Para conducir líquidos por su superficie;**

**IV. Para depósito de basura y otros desechos;**

**V. Para instalar comercios semifijos en vías primarias y de acceso controlado, y**

**VI. Para aquellos otros fines que el Departamento considere contrarios al interés público.**

---

**Artículo 13.-**

**Los permisos o concesiones que el Departamento otorgue para la ocupación, uso y aprovechamiento de las vías públicas o cualesquiera otros bienes de uso común o destinados a un servicio público, no crean ningún derecho real o posesorio.**

**Los permisos o concesiones serán siempre revocables y temporales y en ningún caso podrán otorgarse con perjuicio del libre, seguro y expedito tránsito, del acceso a los predios colindantes, de los servicios públicos instalados, o en general, de cualesquiera de los fines a que estén destinadas las vías públicas y los bienes mencionados.**

---

**Artículo 14.-**

**Toda persona física o moral que ocupe con obras o instalaciones la vía pública, estará obligada a retirarlas por su cuenta cuando el Departamento lo requiera, así como a mantener las señales viales y cualesquiera otras necesarias para evitar accidentes.**

**En los permisos que el propio Departamento expida para la ocupación o uso de la vía pública, se indicará el plazo para retirar las obras o las instalaciones a que se ha hecho referencia.**

**Todo permiso que se expida para la ocupación o uso de la vía pública, se entenderá condicionado a la observancia del presente título, aunque no se exprese.**

---

**Artículo 15.-**

**En casos de fuerza mayor, las empresas encargadas de prestar servicios públicos podrán ejecutar de inmediato las obras de emergencia que se requieran, pero estarán obligadas a dar aviso y solicitar la autorización correspondiente en un plazo de tres días, a partir de aquél en que se inicien dichas obras.**

**Cuando el Departamento tenga necesidad de remover o retirar dichas obras, no estará obligado a pagar cantidad alguna y el costo del retiro será a cargo de la empresa correspondiente.**

---

**Artículo 16.-**

**El Departamento dictará las medidas administrativas necesarias para mantener o recuperar la posesión de las vías públicas y demás bienes de uso común o destinados a un servicio público del propio Departamento, así como para remover cualquier obstáculo, de acuerdo con la legislación vigente.**

Las determinaciones que dicte el propio Departamento en uso de las facultades que le confiere este artículo, podrán ser reclamadas mediante el procedimiento que prevé la Ley Orgánica.

---

**Artículo 17.-**

El que ocupe sin autorización la vía pública con construcciones o instalaciones superficiales, aéreas o subterráneas, estará obligado a retirarlas o a demolerlas. En su caso, el Departamento llevará a cabo el retiro o demolición de las obras con cargo al propietario o poseedor.

---

**Artículo 18.-**

El Departamento establecerá las restricciones para la ejecución de rampas en guarniciones y banquetas para la entrada de vehículos, así como las características, normas y tipos para las rampas de servicio a personas impedidas y ordenará el uso de rampas móviles cuando corresponda.

---

**CAPITULO III  
INSTALACIONES SUBTERRANEAS Y  
AEREAS EN LA VIA PUBLICA**

**Artículo 19.-**

Las instalaciones subterráneas para los servicios públicos de teléfonos, alumbrado, semáforos, energía eléctrica, gas, agua, drenaje y cualesquiera otras, deberán localizarse a lo largo de aceras o camellones. Cuando se localicen en las aceras, deberán distar por lo menos cincuenta centímetros del alineamiento oficial.

Las Delegaciones podrán autorizar en la licencia de construcción respectiva, que las instalaciones subterráneas se localicen fuera de las aceras o camellones, cuando la naturaleza de las obras lo requiera.

El Departamento fijará en cada caso, la profundidad mínima y máxima a la que deberá alojarse cada instalación y su localización en relación con las demás instalaciones.

---

**Artículo 20.-**

Todas las instalaciones aéreas en la vía pública, que estén sostenidas sobre postes colocados para ese efecto, deberán cumplir con las Normas Técnicas Complementarias de Instalaciones que fije el Departamento.

---

**Artículo 21.-**

Los cables de retenidas y las ménsulas, las alcayatas, así como cualquier otro apoyo para el ascenso a los postes o a las instalaciones, deberán colocarse a no menos de dos metros cincuenta centímetros de altura sobre el nivel de la acera.

---

**Artículo 22.-**

Los postes y las instalaciones deberán ser identificados por sus propietarios con una señal que apruebe el Departamento.

---

**Artículo 23.-**

Los propietarios de postes o instalaciones colocados en la vía pública, están obligados a conservarlos en buenas condiciones de servicio y a retirarlos cuando dejen de cumplir su función.

---

**Artículo 24.-**

El Departamento podrá ordenar el retiro o cambio de lugar de postes o instalaciones por cuenta de sus propietarios, por razones de seguridad o porque se modifique la anchura de las aceras o se ejecute cualquier obra en la vía pública que lo requiera.

Si no lo hiciera dentro del plazo que se les haya fijado, el propio Departamento lo ejecutará a costa de dichos propietarios.

No se permitirá colocar postes o instalaciones en aceras, cuando con ellos se impida la entrada a un inmueble. Si el acceso al predio se construye estando ya colocados el poste o la instalación, deberán ser cambiados de lugar por el propietario de los mismos, pero los gastos serán por cuenta del propietario del inmueble.

---

**CAPITULO IV  
NOMENCLATURA**

**Artículo 25.-**

El Departamento establecerá la nomenclatura oficial para la denominación de las vías públicas, parques, jardines y plazas y predios en el Distrito Federal.

---

**Artículo 26.-**

El Departamento, previa solicitud, señalará para cada predio que tenga frente a la vía pública un solo número oficial, que corresponderá a la entrada del mismo.

---

**Artículo 27.-**

El número oficial deberá colocarse en parte visible de la entrada de cada predio, y deberá ser claramente legible a un mínimo de veinte metros de distancia.

---

**Artículo 28.-**

El Departamento podrá ordenar el cambio del número oficial para lo cual lo notificará al propietario, quedando éste obligado a colocar el nuevo número en el plazo que se le fije, pudiendo conservar el anterior noventa días naturales más.

Dicho cambio lo notificará el Departamento al Servicio Postal Mexicano, a la Tesorería del Departamento del Distrito Federal, al Registro del Programa y al Registro Público de la Propiedad, a fin de que se hagan las modificaciones necesarias en los registros correspondientes, con copia al propietario del predio.

---

**CAPITULO V  
ALINEAMIENTO**

**Artículo 29.-**

El alineamiento oficial es la traza sobre el terreno que limita el predio respectivo con la vía pública en uso o con la futura vía pública, determinada en los planos y proyectos debidamente aprobados. El alineamiento contendrá las afectaciones y las restricciones de carácter urbano que señale el Reglamento de Zonificación para el Distrito Federal.

---

**Artículo 30.-**

**Derogado.**

---

**Artículo 30.1.-**

**Derogado.**

---

**Artículo 30.2.-**

**Derogado.**

---

**Artículo 31.-**

Las Delegaciones expedirán a solicitud del propietario o poseedor, constancia de alineamiento y número oficial que tendrán una vigencia de un año contando a partir del día siguiente de su expedición.

Si entre la expedición de la constancia a que se refiere este artículo y la presentación de la solicitud de licencia de construcción se hubiese modificado el alineamiento en los términos del artículo 29 de este Título, el proyecto de construcción deberá ajustarse a los nuevos requerimientos.

Si las modificaciones ocurrieran después de concedida la licencia de construcción, se ordenará la suspensión de los trabajos para que se revise el proyecto de construcción y se ajuste a las modalidades y limitaciones del alineamiento que se señalen en la nueva constancia de alineamiento. En caso de ser necesario se procederá de acuerdo con la Ley.

---

## **CAPITULO VI RESTRICCIONES A LAS CONSTRUCCIONES**

**Artículo 32.-**

Los proyectos para edificios que contengan dos o más de los usos a que se refiere este Reglamento, se sujetarán en cada una de sus partes a las disposiciones y normas que establezcan los Programas Parciales correspondientes.

---

**Artículo 33.-**

El Departamento tendrá la facultad de fijar las distintas zonas en las que, por razones de planificación urbana se divida el Distrito Federal y determinará el uso al que podrán destinarse los predios, así como el tipo, clase, altura e intensidad de las construcciones o de las instalaciones que puedan levantarse en ellos sin perjuicio de que se apliquen las demás restricciones establecidas en la Ley y sus Reglamentos.

---

**Artículo 34.-**

El Departamento establecerá en los Programas Parciales las restricciones que juzgue necesarias para la construcción o para uso de los bienes inmuebles ya sea en forma general, en fraccionamientos, en lugares o en predios específicos, y las hará constar en los permisos, licencias o constancias de alineamiento o zonificación que expida, quedando obligados a respetarlas los propietarios o poseedores de los inmuebles, tanto públicos como privados.

Estará prohibido el derribo de árboles, salvo casos expresamente autorizados por el Departamento, independientemente de cumplir, en su caso, con lo establecido por la

Ley Forestal y su reglamento, así como con las demás disposiciones legales aplicables en la materia.

El propio Departamento hará que se cumplan las restricciones impuestas a los predios con fundamento en la Ley y en sus Reglamentos.

---

**Artículo 35.-**

En los monumentos o en las zonas de monumentos a que se refiere la Ley Federal de Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas, o en aquellas que hayan sido determinadas como de preservación del patrimonio cultural por el Programa, de acuerdo con el catálogo debidamente publicado por el DDF y sus Normas Técnicas Complementarias para la Rehabilitación del Patrimonio Histórico, no podrán ejecutarse nuevas construcciones, obras o instalaciones de cualquier naturaleza sin recabar previa a la autorización del Departamento, la del Instituto Nacional de Antropología e Historia o del Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura, en los casos de su competencia.

---

**Artículo 36.-**

Las áreas adyacentes de los aeródromos serán fijadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y en ellas regirán las limitaciones de altura, uso, destino, densidad e intensidad de las construcciones que fije el Programa, previo dictamen de la mencionada Secretaría.

---

**Artículo 37.-**

El Departamento determinará las zonas de protección a lo largo de los servicios subterráneos tales como viaductos, pasos a desnivel inferior e instalaciones similares, dentro de cuyos límites solamente podrán realizarse excavaciones, cimentaciones, demoliciones y otras obras previa autorización especial del Departamento, el que señalará las obras de protección que sea necesario realizar o ejecutar para salvaguardar los servicios e instalaciones antes mencionados.

La reparación de los daños que se ocasionen en esas zonas, correrán a cargo de la persona física o moral, pública o privada a quien se otorgue la autorización.

---

**Artículo 38.-**

Si las determinaciones del programa modificaran el alineamiento oficial de un predio, el propietario o poseedor no podrá efectuar obras nuevas o modificaciones a las construcciones existentes que se contrapongan a las nuevas disposiciones, salvo en casos especiales y previa autorización expresa del Departamento.

---

**TITULO TERCERO  
DIRECTORES RESPONSABLES DE OBRA Y CORRESPONSABLES**

**CAPITULO I  
DIRECTORES RESPONSABLES DE OBRA**

**Artículo 39.-**

Director Responsable de Obra, es la persona física que se hace responsable de la observancia de este Reglamento en las obras para las que otorgue su responsiva.

La calidad de Director Responsable de Obra se adquiere con el registro de la persona ante la Comisión, habiendo cumplido previamente con los requisitos establecidos en el artículo 42 de este ordenamiento.

---

**Artículo 39 Bis.-**

Los Subdelegados de Obras Públicas encargados de la aplicación y vigilancia del cumplimiento de este Reglamento deberán tener la calidad de Director Responsable de Obra o Corresponsable.

---

**Artículo 40.-**

Para los efectos de este Reglamento, se entiende que un Director Responsable de Obra otorga su responsiva cuando, con ese carácter:

I. Suscriba una solicitud de licencia de construcción y el proyecto de una obra de las que se refieren en este Reglamento, cuya ejecución vaya a realizarse directamente por él o por persona física, siempre que supervise la misma, en este último caso;

II. Tome a su cargo la operación y mantenimiento de una edificación, aceptando la responsabilidad de la misma;

III. Suscriba un dictamen de estabilidad o seguridad estructural de una edificación o instalación, y

IV. Suscriba el Visto Bueno de Seguridad y Operación de una obra.

---

**Artículo 41.-**

La expedición de licencia de construcción no requerirá de responsiva de Director Responsable de Obra, cuando se trate de las siguientes obras:

I. Reparación, modificación o cambio de techos de azotea o entresijos, cuando en la reparación se emplee el mismo tipo de construcción y siempre que el claro no sea mayor de cuatro metros ni se afecten miembros estructurales importantes;

II. Construcción de bardas interiores o exteriores con altura máxima de dos metros cincuenta centímetros;

III. Apertura de claros de un metro cincuenta centímetros como máximo en construcciones hasta de dos niveles, si no se afectan elementos estructurales y no se cambia total o parcialmente el uso o destino del inmueble;

IV. Instalación de fosas sépticas o albañales en casas habitación; y

V. Edificación en un predio baldío de una vivienda unifamiliar de hasta 60 m<sup>2</sup> construidos, la cual deberá contar con los servicios sanitarios indispensables, estar constituida por dos niveles como máximo, y claros no mayores de cuatro metros. En las zonas semiurbanizadas, autorizadas de acuerdo al reglamento de la materia, el Departamento establecerá a través de las Delegaciones y con apoyo de los Colegios de Profesionales un servicio social para auxiliar en estas obras a las personas de escasos recursos económicos que lo soliciten. Este servicio social podrá consistir en la aportación de proyectos tipo y asesoría técnica durante la construcción.

Quando se empleen los proyectos tipo señalados, se eximirá al propietario de la obligación de entregar los documentos a que se refieren los incisos b) y c) de la fracción I del artículo 56 de este Reglamento.

---

**Artículo 42.-**

Para obtener el registro como Director Responsable de Obra, se deberán satisfacer los siguientes requisitos:

I. Acreditar que posee cédula profesional correspondiente a alguna de las siguientes profesiones: Arquitecto, Ingeniero Arquitecto, Ingeniero Civil, Ingeniero Constructor Militar o Ingeniero Municipal, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Mecánico Electricista;

II. Acreditar ante la Comisión, que conoce la Ley del Desarrollo Urbano del Distrito Federal, el presente Reglamento y sus Normas Técnicas Complementarias, el Reglamento de Zonificación, la Ley sobre el Régimen de Propiedad en Condominio de Inmuebles para el Distrito Federal y las otras leyes y disposiciones reglamentarias relativas al diseño urbano, la vivienda, la construcción y la preservación del patrimonio histórico, artístico y arqueológico de la Federación o del Distrito Federal, para lo cual deberá presentar el dictamen favorable a que se refiere el artículo 50;

III. Acreditar como mínimo cinco años en el ejercicio profesional en la construcción de obras a las que se refiere este Reglamento; y

IV. Acreditar que es miembro del Colegio de Profesionales respectivo.

---

#### Artículo 43.-

Son obligaciones del Director Responsable de Obra:

I. Dirigir y vigilar la obra asegurándose de que tanto el proyecto, como la ejecución de la misma, cumplan con lo establecido en los ordenamientos y demás disposiciones a que se refiere la fracción II del artículo anterior, la Ley de Salud para el Distrito Federal, así como el programa parcial correspondiente.

El Director Responsable de Obra deberá contar con los Corresponsables a que se refiere el artículo 44 de este Reglamento en los casos que en ese mismo artículo se numeran. En los casos no incluidos en dicho artículo el Director Responsable de Obra podrá definir libremente la participación de los Corresponsables.

El Director Responsable de Obra deberá comprobar que cada uno de los Corresponsables con que cuente, según sea el caso, cumpla con las obligaciones que se indican en el artículo 47;

II. Responder de cualquier violación a las disposiciones de este Reglamento. En caso de no ser atendidas por el interesado las instrucciones del Director Responsable de Obra, en relación al cumplimiento del Reglamento, deberá notificarlo de inmediato al Departamento por conducto de la Delegación correspondiente, para que éste proceda a la suspensión de los trabajos;

III. Planear y supervisar las medidas de seguridad del personal y terceras personas en la obra, sus colindancias y en la vía pública, durante su ejecución;

IV. Llevar en las obras un libro de bitácora foliado y encuadernado en el cual se anotarán los siguientes datos:

a) Nombre, atribuciones y firmas del Director Responsable de Obra y los Corresponsables, si los hubiere, y del residente;

b) Fecha de las visitas del Director Responsable de Obra y de los Corresponsables;

c) Materiales empleados para fines estructurales o de seguridad;

- d) Procedimientos generales de construcción y de control de calidad;
- e) Descripción de los detalles definidos durante la ejecución de la obra;
- f) Nombre o razón social de la persona física o moral que ejecute la obra;
- g) Fecha de iniciación de cada etapa de la obra;
- h) Incidentes y accidentes, e
- i) Observaciones e instrucciones especiales del Director Responsable de Obra, de los

Corresponsables y de los Inspectores del Departamento;

V. Colocar en lugar visible de la obra un letrero con su nombre y, en su caso, de los Corresponsables y sus números de registro, número de licencia de la obra y ubicación de la misma;

VI. Entregar al propietario, una vez concluida la obra, los planos registrados actualizados del proyecto completo en original el libro de bitácora, memorias de cálculo y conservar un juego de copias de estos documentos.

VII. Resellar anualmente el carnet, y refrendar su registro de Director Responsable de Obra cada tres años.

Para el resello y el refrendo se estará a lo previsto en el artículo 42, sin que sea necesario presentar de nuevo la documentación que ya obra en poder del Departamento del Distrito Federal; en particular informará a la Comisión sobre las licencias, dictámenes y vistos buenos que haya suscrito, así como de todas sus intervenciones con el carácter de Director Responsable de Obra, y acreditará además que es miembro activo del colegio de profesionales respectivo;

VIII. Elaborar y entregar al propietario o poseedor de la obra, al término de ésta, los manuales de operación y mantenimiento a que se refiere el artículo 284, en los casos de las obras que requieran de licencia de uso del suelo, y

IX. Observar en la elaboración del Visto Bueno de Seguridad y Operación, las previsiones contra incendios contenidas en el presente Reglamento y en las Normas Técnicas Complementarias.

---

## CAPITULO II CORRESPONSABLES

Artículo 44.-

Corresponsable es la persona física con los conocimientos técnicos adecuados para responder en forma solidaria con el Director Responsable de Obra, en todos los aspectos de las obras en las que otorgue su responsiva, relativos a la seguridad estructural, diseño urbano y arquitectónico e instalaciones, según sea el caso, y deberá cumplir con los requisitos establecidos en el artículo 46 de este Reglamento.

Se exigirá responsiva de los corresponsables para obtener la licencia de construcción a que se refiere el artículo 54 de este Reglamento, en los siguientes casos:

I. Corresponsable en Seguridad Estructural, para las obras de los grupos A y B1 del artículo 174 de este Reglamento;

**II. Corresponsable en Diseño Urbano y Arquitectónico, para los siguientes casos:**

- a) Conjuntos habitacionales, hospitales, clínicas, centros de salud, edificaciones para exhibiciones, baños públicos, estaciones y terminales de transporte terrestre, aeropuertos, estudios cinematográficos y de televisión, y espacios abiertos de uso público de cualquier magnitud;
- b) Las edificaciones ubicadas en zonas del patrimonio histórico, artístico y arqueológico de la Federación o del Distrito Federal, y
- c) El resto de las edificaciones que tengan más de 3,000 m<sup>2</sup> cubiertos, o más de 25 m. de altura, sobre nivel medio de banqueta, o con capacidad para más de 250 concurrentes en locales cerrados, o más de 1,000 concurrentes en locales abiertos.

**III. Corresponsable en Instalaciones para los siguientes casos:**

- a) En los conjuntos habitacionales; baños públicos; lavanderías, tintorerías, lavado y lubricación de vehículos; hospitales; clínicas y centros de salud; instalaciones para exhibiciones; crematorios; aeropuertos; centrales telegráficas y telefónicas; estaciones de radio y televisión; estudios cinematográficos; industria pesada y mediana; plantas, estaciones y subestaciones; cárcamos y bombas; circos y ferias, de cualquier magnitud;
- b) El resto de las edificaciones que tengan más de 3,000 m<sup>2</sup>, o más de 25 m. de altura sobre nivel medio de banqueta o más de 250 concurrentes.
- c) En toda edificación que cuente con elevadores de pasajeros, de carga, industriales, residenciales o con escaleras o rampas electromecánicas.

---

**Artículo 45.-**

Los Corresponsables otorgarán su responsiva en los siguientes casos:

**I. El Corresponsable en Seguridad Estructural cuando:**

- a) Suscriba conjuntamente con el Director Responsable de Obra una licencia de construcción;
- b) Suscriba los planos del proyecto estructural, la memoria de diseño de la cimentación y la estructura;
- c) Suscriba los procedimientos de construcción de las obras y los resultados de las pruebas de control de calidad de los materiales empleados;
- d) Suscriba un dictamen técnico de estabilidad, o seguridad de una edificación o instalación, o
- e) Suscriba una constancia de seguridad estructural.

**II. El Corresponsable en Diseño Urbano y Arquitectónico, cuando:**

- a) Suscriba conjuntamente con el Director Responsable de Obra una licencia de construcción, o
- b) Suscriba la memoria y los planos del proyecto urbanístico y/o arquitectónico.

**III. El Corresponsable en Instalaciones, cuando:**

- a) Suscriba conjuntamente con el Director Responsable de Obra una licencia de construcción;
  - b) Suscriba la memoria de diseño y los planos del proyecto de instalaciones, o
  - c) Suscriba conjuntamente con el Director Responsable de Obra, el Visto Bueno de Seguridad y Operación.
- 

#### **Artículo 46.-**

**Para obtener o refrendar el registro como Corresponsable, se requiere:**

**I. Acreditar que posee cédula profesional correspondiente a alguna de las siguientes profesiones:**

**Para Seguridad Estructural, Diseño Urbano y Arquitectónico: Arquitecto, Ingeniero Arquitecto, Ingeniero Civil, Ingeniero Constructor Militar o Ingeniero Municipal.**

**Para Instalaciones, además de las señaladas en el párrafo anterior: Ingeniero Mecánico, Mecánico Electricista, Ingeniero Electricista o afines a la disciplina.**

**II. Acreditar ante la Comisión que conoce este Reglamento y sus Normas Técnicas Complementarias, en lo relativo a los aspectos correspondientes a su especialidad, para lo cual deberá obtener el dictamen favorable a que se refiere el artículo 50 de este Reglamento;**

**III. Acreditar como mínimo cinco años en el ejercicio profesional de su especialidad, y**

**IV. Acreditar que es miembro del Colegio de Profesionales respectivo con derechos vigentes.**

**V. En el caso de refrendo del registro, acreditar ante la Comisión haber cumplido satisfactoriamente con las obligaciones a que se refiere el artículo 45, durante el período previo al refrendo.**

---

#### **Artículo 47.-**

**Son obligaciones de los Corresponsables:**

**I. Del Corresponsable en Seguridad Estructural:**

**a) Suscribir, conjuntamente con el Director Responsable de Obra, la solicitud de licencia, cuando se trate de obras clasificadas como tipos A y B1, previstas en el artículo 174;**

**b) Verificar que en el proyecto de la cimentación y de la estructura, se hayan realizado los estudios del suelo y de las construcciones colindantes, con objeto de constatar que el proyecto cumple con las características de seguridad necesarias, establecidas en el Título Sexto de este Reglamento;**

**c) Verificar que el proyecto cumpla con las características generales para seguridad estructural establecidos en el capítulo II del Título Sexto de este Reglamento;**

**d) Vigilar que la construcción, durante el proceso de la obra, se apegue estrictamente al proyecto estructural, y que tanto los procedimientos, como los materiales empleados, corresponden a lo especificado y a las normas de calidad del**

proyecto. Tendrá especial cuidado en que la construcción de las instalaciones no afecte los elementos estructurales, en forma diferente a lo dispuesto en el proyecto;

e) Notificar al Director Responsable de Obra cualquier irregularidad durante el proceso de la obra, que pueda afectar la seguridad estructural de la misma, asentándose en el libro de bitácora. En caso de no ser atendida esta notificación, deberá comunicarlo al Departamento, a través de la Delegación correspondiente para que se proceda a la suspensión de los trabajos, enviando copia a la Comisión;

f) Responder de cualquier violación a las disposiciones de este Reglamento, relativas a su especialidad, y

g) Incluir en el letrero de la obra su nombre y número de registro.

## **II. Del Corresponsable en Diseño Urbano y Arquitectónico:**

a) Suscribir, conjuntamente con el Director Responsable de Obra, la solicitud de licencia, cuando se trate de las obras previstas en el artículo 44 de este Reglamento;

b) Revisar el proyecto en los aspectos correspondientes a su especialidad, verificando que hayan sido realizados los estudios y se hayan cumplido las disposiciones establecidas por los Reglamentos de Construcción y Zonificación, así como con las normas de imagen urbana del Departamento y las demás disposiciones relativas al diseño urbano y arquitectónico y a la preservación del patrimonio cultural;

c) Verificar que el proyecto cumple con las disposiciones relativas a:

-El Programa, el Programa Parcial respectivo y las declaratorias de usos, destinos y reservas.

-Las condiciones que se exijan en la licencia de uso de suelo a que se refiere el artículo 53 de este Reglamento, en su caso.

-Los requerimientos de habitabilidad, funcionamiento, higiene, servicios, acondicionamiento ambiental, comunicación, prevención de emergencias e integración al contexto e imagen urbana contenidos en el Título Quinto del presente Reglamento.

-La Ley sobre el Régimen de Propiedad en Condominio de Inmuebles para el Distrito Federal, en su caso.

-Las disposiciones legales y reglamentarias en materia de preservación del patrimonio, tratándose de edificios y conjuntos catalogados como monumentos o ubicados en zonas patrimoniales;

d) Vigilar que la construcción, durante el proceso de la obra, se apegue estrictamente al proyecto correspondiente a su especialidad y tanto que los procedimientos, como los materiales empleados, corresponde a lo especificado y a las normas de calidad del proyecto;

e) Notificar al Director Responsable de Obra cualquier irregularidad durante el proceso de la obra, que pueda afectar la ejecución del proyecto, asentándose en el libro de bitácora.

En caso de no ser atendida esta notificación deberá comunicarlo al Departamento, por conducto de la Delegación correspondiente, para que se proceda a la suspensión de los trabajos, enviando copia a la Comisión;

f) Responder de cualquier violación a las disposiciones de este Reglamento, relativas a su especialidad, y

g) Incluir en el letrero de la obra su nombre y número de registro.

### **III. Del Corresponsable en Instalaciones:**

a) Suscribir, conjuntamente con el Director Responsable de Obra, la solicitud de licencia, cuando se trate de las obras previstas en el artículo 44 de este Reglamento;

b) Revisar el proyecto en los aspectos correspondientes a su especialidad, verificando que hayan sido realizados los estudios y se hayan cumplido las disposiciones de este Reglamento y la legislación vigente al respecto, relativas a la seguridad, control de incendios y funcionamiento de las instalaciones;

c) Vigilar que la construcción durante el proceso de la obra, se apegue estrictamente al proyecto correspondiente a su especialidad y que tanto los procedimientos, como los materiales empleados, corresponden a lo especificado y a las normas de calidad del proyecto;

d) Notificar al Director Responsable de Obra cualquier irregularidad durante el proceso de la obra, que pueda afectar su ejecución, asentándolo en libro de bitácora. En caso de no ser atendida esta notificación deberá comunicarla al Departamento, por conducto de la Delegación correspondiente, para que se proceda a la suspensión de los trabajos, enviando copia a la Comisión;

e) Responder de cualquier violación a las disposiciones de este Reglamento, relativas a su especialidad, y

f) Incluir en el letrero de la obra su nombre y número de registro.

**IV. Resellar cada año el carnet y refrendar su registro cada 3 años o cuando lo determine el Departamento por modificaciones al Reglamento o a las Normas Técnicas Complementarias; para ello se seguirá el procedimiento indicado en el artículo 46, sin que sea necesario presentar la documentación que ya obra en poder del Departamento. En particular informará a la Comisión, sobre su participación en aquellas licencias en las que haya otorgado su responsiva, así como de sus demás actuaciones con ese carácter, debiendo acreditar además que es miembro activo del colegio de profesionales correspondiente.**

---

### **Artículo 48.-**

**Se crea la Comisión de Admisión de Directores Responsables de Obra y Corresponsales, la cual se integrará por:**

**I. Dos representantes del Departamento, designados por el titular de esa dependencia, uno de los cuales presidirá la Comisión y tendrá voto de calidad en caso de empate, y**

**II. Por un representante de cada uno de los Colegios y Cámaras siguientes, a invitación del Jefe del Departamento:**

a) Colegio de Arquitectos de México;

b) Colegio de Ingenieros Civiles de México;

c) Colegio de Ingenieros Militares;

- d) Colegio de Ingenieros Municipales;
- e) Colegio Nacional de Ingenieros Arquitectos de México;
- f) Colegio de Ingenieros Mecánicos Electricistas;
- g) Cámara Nacional de la Industria de la Construcción, y
- h) Cámara Nacional de Empresas de Consultoría.

Todos los miembros de la comisión deberán tener registro de Director Responsable de Obra o de Corresponsable. En el mes de octubre de cada año, el Departamento solicitará a cada uno de los Colegios y Cámaras referidas, una terna con los nombres de los candidatos para representarlos, de la que elegirá al propietario y a su suplente, el que deberá reunir las mismas condiciones que aquél.

Las sesiones de la Comisión serán válidas cuando asistan por lo menos cuatro representantes de las instituciones mencionadas, y uno del Departamento.

---

#### Artículo 49.-

La Comisión tendrá las siguientes atribuciones:

I. Verificar que los aspirantes a obtener o refrendar el Registro como Director Responsable de Obra o Corresponsable, cumplan con los requisitos establecidos en los artículos 42 y 46 de este Reglamento;

II. Otorgar el registro respectivo a las personas que hayan cumplido con lo establecido en los preceptos señalados en la fracción anterior;

III. Llevar un registro de las licencias de construcción concedidas a cada Director Responsable de Obra y Corresponsable;

IV. Emitir opinión sobre la actuación de los Directores Responsables de Obra y Corresponsables, cuando les sea solicitado por las autoridades del propio Departamento, y

V. Vigilar, cuando lo considere conveniente, la actuación de los Directores Responsables de Obra durante el proceso de ejecución de las obras para las cuales hayan sido extendido su responsiva, para lo cual se podrá auxiliar de las unidades administrativas y órganos desconcentrados del Departamento correspondientes a la materia.

---

#### Artículo 50.-

Para el cumplimiento de las atribuciones a que se refiere el artículo anterior, la Comisión contará con cuatro Comités Técnicos, los cuales estarán integrados por profesionales de reconocida experiencia y capacidad técnica, designados por la Comisión, a propuesta de los propios Comités.

El Departamento tendrá derecho de veto en la designación de los miembros de los Comités.

Dichos comités quedarán integrados de la siguiente forma:

I. El Comité Técnico de Directores Responsables de Obra, por tres especialistas en diseño y construcción de cimentaciones y estructuras; tres en diseño urbano y arquitectónico y tres en instalaciones;

**II. Los Comités Técnicos de Corresponsables, uno para cada una de las siguientes disciplinas: seguridad estructural; diseño urbano y arquitectura; e instalaciones, se formará cada cual, con nueve profesionales especialistas en la correspondiente disciplina;**

**III. Los Comités evaluarán los conocimientos a que se refiere la fracción II del artículo 42 y la fracción II del artículo 46 de los aspirantes a Director Responsable de Obra y/o Corresponsable, debiendo emitir el dictamen correspondiente y enviarlo a la Comisión, para los efectos conducentes;**

**IV. Cada dos años se sustituirán tres miembros de cada Comité, por los que seleccionen los propios Comités.**

**El Jefe del Departamento deberá expedir el Manual de Funcionamiento de los Comités, a propuesta de los mismos, que contemplará el procedimiento de evaluación de los aspirantes a Director Responsable de Obra y/o Corresponsable, las propuestas de remoción de sus miembros, el procedimiento a seguir en los casos de renuncia o fallecimiento y el carácter rotatorio de la Presidencia de los Comités.**

**Dicho manual deberá publicarse en la Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal.**

---

#### **Artículo 51.-**

**Las funciones y responsabilidades del Director Responsable de Obra y de los Corresponsables, por cuanto a su terminación, se sujetarán a lo siguiente:**

**I. Las funciones del Director Responsable de Obra y Corresponsables, en aquellas obras para las que hayan dado su responsiva, terminarán:**

**a) Cuando ocurra cambio, suspensión, abandono o retiro del Director Responsable de Obra o Corresponsable.**

**En este caso se deberá levantar un acta, asentando en detalle los motivos por los que el Director Responsable de Obra o Corresponsable suspende o retira su responsiva, así como el avance de la obra hasta ese momento, la cual será suscrita por una persona designada por el Departamento; por el Director, Corresponsable o Corresponsables, según sea el caso, y por el propietario de la obra; una copia de esa acta se anexará a la bitácora de la obra.**

**El Departamento ordenará la suspensión de la obra, cuando el Director Responsable de Obra o Corresponsable no sea sustituido en forma inmediata y no permitirá la reanudación, hasta en tanto no se designe nuevo Director Responsable de Obra o Corresponsable.**

**b) Cuando no haya refrendado su calidad de Director Responsable de Obra o Corresponsable. En este caso se suspenderán las obras en proceso de ejecución, para las que haya dado su responsiva;**

**c) Cuando la Delegación autorice la ocupación de la obra, y**

**d) Cuando haya otorgado su responsiva, en el caso del Visto Bueno de Seguridad y Operación.**

**El término de las funciones del Director Responsable de Obra y Corresponsable, no los exime de la responsabilidad de carácter civil, penal o administrativa que pudiera derivarse de su intervención en la obra para la cual hayan otorgado su responsiva.**

**II. Para los efectos del presente Reglamento, la responsabilidad de carácter administrativo de los Directores Responsables de Obra y de los Corresponsables, terminará a los cinco años contados a partir de la fecha en que se expida la autorización de uso y ocupación a que se refiere el artículo 66 de este Reglamento, a partir de la fecha en que, en su caso, se conceda el registro previsto por el artículo 70 del Reglamento, cuando se trate de obras ejecutadas sin licencia, o a partir del momento en que formalmente haya dejado de ser el Director Responsable de la obra correspondiente.**

---

**Artículo 52.-**

**El Departamento, previa opinión de la Comisión de Admisión de Directores Responsables de Obra y Corresponsables, podrá determinar la suspensión de los efectos de su registro a un Director Responsable de Obra o Corresponsable en cualesquiera de los siguientes casos:**

**I. Cuando haya obtenido su inscripción proporcionando datos falsos o cuando dolosamente presente documentos falsificados o información equivocada en la solicitud de licencia o en sus anexos;**

**II. Cuando a juicio de la Comisión no hubiera cumplido sus obligaciones en los casos en que haya dado su responsiva;**

**III. Cuando haya reincidido en violaciones a este Reglamento,**

**La suspensión se decretará por un mínimo de tres meses y hasta un máximo de seis meses. En casos extremos podrá ser cancelado el registro sin perjuicio de que el Director Responsable de Obra o Corresponsable subsane las irregularidades en que haya incurrido.**

---

**TITULO CUARTO  
LICENCIAS Y AUTORIZACIONES  
CAPITULO I  
LICENCIAS Y AUTORIZACIONES**

**Artículo 53.-**

**La licencia de uso del suelo será necesaria en los casos a que se refiere la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal y su Reglamento.**

---

**Artículo 54.-**

**La licencia de construcción es el documento que expide la Delegación por medio del cual se autoriza, según el caso, a construir, ampliar, modificar, reparar o demoler una edificación o instalación, o a realizar obras de construcción, reparación o mantenimiento de las instalaciones subterráneas a que se refiere al artículo 19.**

**Para la obtención de la licencia de construcción, se deberá presentar solicitud ante la Delegación en donde se localice la obra, en el formato que establezca el Departamento del Distrito Federal, acompañada de los documentos a que se refiere el artículo 56 y previo pago de los derechos correspondientes en los términos del Código Financiero del Distrito Federal. La Delegación tendrá por recibida la solicitud de licencia de construcción, sin revisar el contenido del proyecto, siempre que se cumpla con estos requisitos.**

**La Licencia de construcción deberá expedirse al día hábil siguiente de la presentación de la solicitud, con excepción de las que se refieran a la construcción,**

reparación o mantenimiento de instalaciones subterráneas; a las construcciones que se pretendan ejecutar en suelo de conservación, o a aquéllas que de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias requieran de la opinión de una o varias dependencias, órganos o entidades de la administración pública federal o local. En estos casos, el plazo será de 30 días hábiles contados a partir de la fecha de recepción de la solicitud.

Transcurridos los plazos señalados en el párrafo anterior, sin haber resolución de la autoridad, se entenderá otorgada la licencia con una vigencia de 12 meses, debiendo tramitarse la certificación de resolución ficta conforme a lo previsto en la Ley de Procedimiento Administrativo del Distrito Federal, salvo que se trate de construcciones que se pretendan ejecutar en suelo de conservación, o aquéllas relativas a instalaciones subterráneas, en cuyo caso se entenderá negada la licencia.

El proyecto de la obra que se presente junto con la solicitud de licencia de construcción deberá tener la responsiva de un Director Responsable de Obra, salvo en los casos a que se refiere el artículo 41, así como la de los Corresponsables en los supuestos señalados por el artículo 44.

La licencia de construcción incluirá el permiso sanitario de conformidad con la Ley de Salud para el Distrito Federal.

---

#### Artículo 55.-

Para ejecutar obras o instalaciones públicas o privadas en la vía pública o en predios de propiedad pública o privada, será necesario obtener licencias de construcción, salvo en los casos a que se refiere el artículo 57 de este Reglamento.

Sólo se concederán licencias a los propietarios o poseedores de los inmuebles cuando la solicitud cumpla con los requisitos señalados en las disposiciones relativas de este Reglamento.

---

#### Artículo 56.-

La solicitud de licencia de construcción se deberá presentar suscrita por el propietario o poseedor, en la que se deberá señalar el nombre, denominación o razón social del o de los interesados, y en su caso, del representante legal; domicilio para oír y recibir notificaciones; ubicación y superficie del predio de que se trate; nombre, número de registro y domicilio del Director Responsable de Obra y, en su caso del o de los Corresponsables. De igual forma deberá acompañarse, en caso de que se requiera conforme a la normatividad de la materia, copia de la autorización de impacto ambiental, y los documentos siguientes:

##### I. Cuando se trate de obra nueva:

a) Constancia de licencia y número oficial vigente y cualquiera de los documentos siguientes: certificado de zonificación para uso específico, certificado de zonificación de usos del suelo permitidos, certificado de acreditación de uso del suelo por derechos adquiridos, o en su caso, licencia de uso del suelo,

b) Cuatro tantos del proyecto arquitectónico de la obra en planos a escala, debidamente acotados y con las especificaciones de los materiales, acabados y equipos a utilizar, en los que se deberán incluir, como mínimo: levantamiento del estado actual del predio, indicando las construcciones y árboles existentes; planta de conjunto, mostrando los límites del predio y la localización y uso de las diferentes partes edificadas y áreas exteriores; plantas arquitectónicas, indicando el uso de los distintos locales y las circulaciones, con el mobiliario fijo que se requiera; cortes y

fachadas; cortes por fachada y detalles arquitectónicos interiores y de obra exterior; plantas y cortes de las instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y otras, mostrando las trayectorias de tuberías y alimentaciones.

Estos planos deberán acompañarse de la memoria descriptiva la cual contendrá como mínimo: el listado de locales construidos y áreas libres de que consta la obra, con la superficie y el número de ocupantes o usuarios de cada uno; la intensidad de uso del suelo y la densidad de población, de acuerdo a los Programas Parciales; y la descripción de los dispositivos que provean el cumplimiento de los requerimientos establecidos por este Reglamento en cuanto a salidas y muebles hidrosanitarios, niveles de iluminación y superficies de ventilación de cada local, visibilidad en salas de espectáculos, resistencia de los materiales al fuego, circulaciones y salidas de emergencia, equipos de extinción de fuego, y cálculo y diseño de las instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y otras que se requieran.

Estos documentos deberán estar firmados por el propietario o poseedor, el Director Responsable de Obra y los Corresponsables en Diseño Urbano y Arquitectónico y en Instalaciones, en su caso.

c) Dos tantos del proyecto estructural de la obra en planos debidamente acotados y especificados que contengan una descripción completa y detallada de las características de la estructura incluyendo su cimentación. Deberán especificarse en ellos los datos esenciales del diseño como las cargas vivas y los coeficientes sísmicos considerados, y las calidades de materiales. Deberán indicarse los procedimientos de construcción recomendados, cuando éstos difieran de los tradicionales. Deberán mostrarse en planos los detalles de conexiones, cambios de nivel y aberturas para ductos. En particular, para estructuras de concreto se indicarán mediante dibujos acotados los detalles de colocación y traslapes de refuerzo de las conexiones entre miembros estructurales.

En los planos de estructuras de acero se mostrarán todas las conexiones entre miembros, así como la manera en que deben unirse entre sí los diversos elementos que integran un miembro estructural. Cuando se utilicen remaches o tornillos, se indicará su diámetro, número, colocación y calidad, y cuando las conexiones sean soldadas se mostrarán las características completas de la soldadura; éstas se indicarán utilizando una simbología apropiada y, cuando sea necesario, se complementará la descripción con dibujos acotados y a escala.

En el caso de que la estructura esté formada por elementos prefabricados o de patente, los planos estructurales deberán indicar las condiciones que éstos deben cumplir en cuanto a su resistencia y otros requisitos de comportamiento. Deberán especificarse los herrajes y dispositivos de anclaje, las tolerancias dimensionales y procedimientos de montaje.

Deberán indicarse, asimismo, los procedimientos de apuntalamiento, erección de elementos prefabricados, conexiones de una estructura nueva con otra existente, en su caso.

En los planos de fabricación y en los de montaje de estructura de acero o de concreto prefabricado, se proporcionará la información necesaria para que la estructura se fabrique y monte de manera que se cumplan los requisitos indicados en los planos estructurales.

Estos planos serán acompañados de la memoria de cálculo en la cual se describirán, con el nivel de detalle suficiente para que puedan ser evaluados por un especialista externo al proyecto, los criterios de diseño estructural adoptados y los principales resultados del análisis y el dimensionamiento. Se incluirán los valores de las

acciones de diseño, y los modelos y procedimientos empleados para el análisis estructural. Se incluirá una justificación del diseño de la cimentación y de los demás documentos especificados en el Título Sexto de este Reglamento.

Los anteriores planos deberán incluir el proyecto de protección a colindancias y estudio de mecánica de suelos, cuando proceda de acuerdo con lo establecido en este Reglamento. Estos documentos deberán estar firmados por el Director Responsable de Obra y el Corresponsable de Seguridad Estructural, en su caso.

d) Derogado.

**II. Cuando se trate de ampliación y/o modificación:**

a) Constancia de alineamiento y número oficial vigente y cualquiera de los documentos siguientes: certificación de zonificación para uso específico, certificación de zonificación de usos del suelo permitidos, certificación de acreditación de uso del suelo por derechos adquiridos, o en su caso, licencia de uso del suelo;

b) Dos tantos del proyecto arquitectónico, estructural y memoria de cálculo, firmados por el Director Responsable de Obra y el Corresponsable que corresponda;

c) Autorización de uso y ocupación anterior, o licencia y planos registrados anteriormente, y

d) Derogado.

**III. Derogado.**

**IV. Cuando se trate de reparación:**

a) Proyecto estructural de reparación y memoria de cálculo, firmados por el Director Responsable de Obra y el Corresponsable que corresponda, y

b) Constancia de alineamiento y número oficial vigente y cualquiera de los documentos siguientes: certificación de zonificación para uso específico, certificación de zonificación de usos del suelo permitidos, certificación de acreditación de uso del suelo por derechos adquiridos, o en su caso, licencia de uso del suelo.

**V. Cuando se trate de demolición:**

a) Memoria descriptiva del procedimiento que se vaya a emplear, firmada por el Director Responsable de Obra y el Corresponsable en Seguridad Estructural, en su caso.

Para demoler inmuebles clasificados y catalogados por el Departamento como parte del patrimonio cultural del Distrito Federal, se requerirá autorización expresa del Jefe del propio Departamento.

b) En su caso, los programas a que se refiere el artículo 290 de este Reglamento.

Para cualesquiera de los casos señalados en este artículo se exigirá además, cuando corresponda, el visto bueno del Instituto Nacional de Antropología e Historia o del Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura.

**VI. Cuando se trate de obras de construcción, reparación o mantenimiento de las instalaciones subterráneas a que se refiere el artículo 19:**

- a) Cinco tantos del proyecto ejecutivo que comprenda los planos arquitectónicos, los estructurales, los de instalaciones, y los cálculos respectivos, signados por el Director Responsable de Obra y el Corresponsable en Instalaciones. El proyecto ejecutivo deberá ser formulado de conformidad con las Normas Técnicas Complementarias respectivas;
  - b) Memorias descriptivas y de instalaciones signadas por el Director Responsable de Obra y el Corresponsable en Instalaciones, y
  - c) Opinión de las dependencias, órganos o entidades de la administración pública federal o local, que señale las Normas Técnicas Complementarias.
- 

#### **Artículo 57**

**No se requerirá licencia de construcción para efectuar las siguientes obras:**

**I. Las construcciones a que se refiere la fracción V del artículo 41 de este Reglamento, siempre que reúnan las siguientes características:**

- a) Que se construya en una superficie de terreno de hasta 200 m<sup>2</sup>;
- b) Que tengan como máximo 60 m<sup>2</sup> de construcción;
- c) Que la obra alcance como máximo una altura de 5.50 m;
- d) Que no tenga claros mayores de 4 m. y
- e) Que se dé aviso por escrito a la Delegación correspondiente del inicio y la terminación de la obra, anexando croquis de ubicación y señalando nombre y domicilio del propietario o poseedor.

**II. Reposición y reparación de los acabados de la construcción, así como reparación y ejecución de instalaciones siempre que no afecten los elementos estructurales de la misma;**

**III. Divisiones interiores en pisos de despachos o comercios cuando su peso se haya considerado en el diseño estructural;**

**IV. Impermeabilización y reparación de azoteas, sin afectar elementos estructurales;**

**V. Obras urgentes para prevención de accidentes, a reserva de dar aviso al Departamento, dentro de un plazo máximo de setenta y dos horas, contados a partir de la iniciación de las obras;**

**VI. Demoliciones hasta de un cuarto aislado de dieciséis metros cuadrados, si está desocupado, sin afectar la estabilidad del resto de la construcción. Esta excepción no operará cuando se trate de los inmuebles a que se refiere la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas;**

**VII. Construcciones provisionales para uso de oficinas, bodegas o vigilancia de predios durante la edificación de una obra y de los servicios sanitarios correspondientes;**

**VIII. Construcción, previo aviso por escrito al Departamento, de la primera pieza de carácter provisional de cuatro por cuatro metros como máximo y de sus servicios sanitarios correspondientes, siempre y cuando se respeten el alineamiento, las restricciones, las afectaciones del predio, y**

**IX. Obras similares a las anteriores cuando no afecten elementos estructurales.**

---

**Artículo 58.-**

**El Departamento no otorgará licencia de construcción respecto a los lotes o fracciones de terrenos que hayan resultado de la fusión, subdivisión o relotificación de predios, efectuada sin autorización del propio Departamento.**

**Las dimensiones mínimas de predios que autorice el Departamento para que pueda otorgarse licencia de construcción en ellos, serán de noventa metros cuadrados de superficie y seis metros de frente.**

**No obstante lo dispuesto en el párrafo anterior, el Departamento podrá expedir licencias de construcción para fracciones remanentes de predios afectados por obras públicas, cuya superficie sea al menos de cuarenta y cinco metros cuadrados, en los que tengan forma rectangular o trapezoidal, y de sesenta metros cuadrados en los de forma triangular, siempre que unos y otros tengan un frente a la vía pública no menor de seis metros.**

**Tratándose de predios ya existentes con superficie menor a noventa metros cuadrados que no sean fracciones remanentes de afectaciones por obras públicas, se sujetará a lo dispuesto por el Reglamento de Zonificación y lo que establezcan los Programas Parciales.**

---

**Artículo 59.-**

**Las obras e instalaciones que a continuación se indican, requieren de licencia de construcción específica:**

**I. Las excavaciones o cortes de cualquier índole cuya profundidad sea mayor de sesenta centímetros. En este caso, la licencia tendrá una vigencia máxima de cuarenta y cinco días naturales, contados a partir de la fecha de su expedición, y deberá estar suscrita por un Director Responsable de Obra.**

**Este requisito no será exigido cuando la excavación constituya una etapa de la edificación autorizada por la licencia de construcción**

respectiva o se trate de pozos con línea de exploración para estudios de mecánica de suelos, o para obras de jardinería.

**II. Los tapiales que invadan la acera en una medida superior a cincuenta centímetros. La ocupación con tapiales en una medida menor, quedará autorizada por la licencia de construcción;**

**III. Las ferias con aparatos mecánicos, circos, carpas, graderías desmontables u otros similares. Cuando se trata de aparatos mecánicos, la solicitud deberá contener la responsiva profesional de un Ingeniero Mecánico Electricista, registrado como Corresponsable;**

**IV. La instalación, modificación o reparación de ascensores para personas, montacargas, escaleras mecánicas o cualquier otro mecanismo de transporte electromecánico. Quedan excluidos de este requisito las reparaciones que no alteren las especificaciones de la instalación, manejo de sistemas eléctricos o de seguridad.**

**Con la solicitud de licencia se acompañará la responsiva profesional de un Ingeniero Mecánico o Mecánico Electricista registrado como Corresponsable con los datos referentes a la ubicación del edificio y el tipo de servicios a que se destinará, así como dos juegos completos de planos y especificaciones proporcionados por la empresa que fabrique el aparato, y de una memoria donde se detallen los cálculos que hayan sido necesarios.**

---

**Artículo 60.-**

**El tiempo de vigencia de las licencias de construcción que expida el Departamento, estará en relación con la naturaleza y magnitud de la obra por ejecutar.**

**El propio Departamento tendrá facultad para fijar el plazo de vigencia de cada licencia de construcción de acuerdo con las siguientes bases:**

**I. Para la edificación de obras con superficie hasta de trescientos metros cuadrados la vigencia máxima será de doce meses;**

**II. Para la edificación de obras con superficie hasta de mil metros cuadrados, de veinticuatro meses;**

**III. Para la edificación de obras con superficie de más de mil metros cuadrados, de treinta y seis meses, y**

**IV. En las obras e instalaciones a que se refieren las fracciones I a IV del artículo anterior se fijará el plazo de la licencia respectiva, según la magnitud y características particulares de cada caso.**

**Artículo 60 bis.-**

Dentro de los quince días hábiles anteriores al vencimiento de la licencia de construcción, el propietario, o poseedor del inmueble, podrá presentar ante la Delegación, la solicitud de prórroga de la misma, en la que se señalará los datos siguientes:

I. Nombre, denominación o razón social del o de los interesados y, en su caso, del representante legal;

II. Domicilio para oír y recibir notificaciones;

III. Ubicación del predio en el que se encuentra la construcción;

IV. Número, fecha de expedición y de vencimiento de la licencia de construcción, cuya prórroga se solicita;

V. Porcentaje de avance de la obra ejecutada, y

VI. Descripción de los trabajos que se vayan a llevar a cabo para continuar con la obra.

La solicitud de prórroga de la licencia de construcción se deberá acompañar del comprobante de pago de derechos, de acuerdo con lo que establece el Código Financiero del Distrito Federal.

La vigencia de la prórroga de la licencia de construcción, se sujetará a lo dispuesto en el artículo que antecede.

Una vez que se presente la solicitud correspondiente, la Delegación deberá expedir la prórroga de la licencia de construcción al día hábil siguiente. En los casos de solicitud de prórroga para construcciones que se ejecuten en suelo de conservación o para realizar obras de construcción, reparación o mantenimiento de las instalaciones subterráneas a que se refiere el artículo 19, la prórroga deberá expedirse en un plazo de quince días hábiles. Si la autoridad no emite la prórroga en los plazos señalados, se entenderá otorgada la misma con una vigencia de doce meses, debiendo tramitarse la certificación de resolución ficta conforme a lo previsto en la Ley de Procedimiento Administrativo del Distrito Federal.

---

#### Artículo 61.-

Toda licencia causará los derechos que fijen las tarifas vigentes.

La licencia de construcción y una copia de los planos registrados se entregarán al propietario o poseedor cuando éste hubiere cubierto el monto de todos los derechos que haya generado su autorización, incluyendo las cuotas de reposición por las zonas arboladas que la obra pudiere afectar en los términos de este Reglamento. Cuando se trate de licencia que requiera de responsiva, ésta y la copia de los planos registrados, serán entregados al propietario o poseedor y al Director Responsable de Obra, previa anotación de los datos correspondientes en el registro vigente de éste.

Si en un plazo de treinta días naturales contados a partir de aquél en que debió haberse expedido la licencia, no se presenta el recibo de pago de derechos respectivos, expedido por la Tesorería del Departamento del Distrito Federal, dicha solicitud podrá ser cancelada.

---

#### Artículo 62.-

Los conjuntos habitacionales cubrirán los derechos que establezca la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal.

---

**CAPITULO II**  
**DE LA OCUPACION Y DEL VISTO BUENO DE SEGURIDAD Y OPERACION DE LAS CONSTRUCCIONES**

**Artículo 63.-**

Los propietarios o poseedores están obligados a manifestar por escrito al Departamento la terminación de las obras ejecutadas en sus predios, en un plazo no mayor de quince días hábiles, contados a partir de la conclusión de las mismas, cubriendo los derechos que correspondan de conformidad con las disposiciones legales aplicables, utilizando las formas de "Manifestación de Terminación de Obra" y anotando en su caso el número y la fecha de la licencia respectiva.

---

**Artículo 64.-**

El propietario o poseedor de una edificación recién construida que haya requerido licencia de uso del suelo, de las instalaciones y edificaciones a que se refieren los artículos 65, 117, fracción II y 174, fracción I, así como de aquéllas donde se realicen actividades de algún giro industrial, deberá presentar junto con la manifestación de terminación de obra ante la Delegación correspondiente, el Visto Bueno de Seguridad y Operación con la responsiva de un Director Responsable de Obra y del o de los Corresponsables, en su caso.

El Visto Bueno de Seguridad y Operación, deberá contener:

- a) El nombre, denominación o razón social del o los interesados y, en el caso del representante legal, acompañar los documentos con los que se acredite su personalidad;
- b) El domicilio para oír y recibir notificaciones;
- c) La ubicación del predio de que se trate;
- d) El nombre y número de registro del Director Responsable de Obra y, en su caso, del Corresponsable;
- e) La manifestación, bajo protesta de decir verdad, del Director Responsable de Obra de que la edificación e instalaciones correspondientes reúnen las condiciones de seguridad prevista por este Reglamento para su operación y funcionamiento. En el caso de giros industriales deberá acompañarse la responsiva de un Corresponsable en Instalaciones.
- f) Los resultados de las pruebas a las que se refieren los artículos 239 y 240, y
- g) Las manifestaciones del propietario y del Director Responsable de Obra, de que en la construcción de que se trate, se cuenta con los equipos y sistemas contra incendios.

Al Visto Bueno de Seguridad y Operación deberá acompañarse la Constancia de Seguridad Estructural, en su caso.

La renovación del Visto Bueno de Seguridad y Operación se realizará cada tres años, para lo cual se deberá presentar la responsiva del Director Responsable de Obra y, en su caso, la del Corresponsable.

En el caso de que se realicen cambios en las edificaciones o instalaciones a que se refiere este artículo, antes de que se cumpla el plazo a que se refiere el párrafo anterior, deberá renovarse el Visto Bueno de Seguridad y Operación dentro de los 90 días naturales siguientes al cambio realizado.

---

#### **Artículo 65.-**

Requieren el Visto Bueno de Seguridad y Operación las edificaciones e instalaciones que a continuación se mencionan:

I. Escuelas públicas o privadas y cualesquiera otras instalaciones destinadas a la enseñanza;

II. Centros de reunión, tales como cines, teatros, salas de conciertos, salas de conferencias, auditorios, cabaretes, discotecas, peñas, bares, restaurantes, salones de baile, de fiesta o similares, museos, estadios, , arenas, hipódromos, plazas de toros, hoteles, tiendas de autoservicio y cualesquiera otros con usos semejantes;

III. Instalaciones deportivas o recreativas que sean objeto de explotación mercantil, tales como canchas de tenis, frontenis, squash, karate, gimnasia rítmica, boliches, albercas, locales para billares o juegos de salón;

IV. Ferias con aparatos mecánicos, cines, carpas, en estos casos la renovación se hará, además, cada vez que cambie su ubicación, y

V. Ascensores para personas, montacargas, escaleras mecánicas o cualquier otro mecanismo de transporte electromecánico.

---

#### **Artículo 66.-**

Recibida la manifestación de terminación de obra, así como el Visto Bueno de Seguridad y Operación, en su caso, se procederá a lo siguiente:

I. La Delegación otorgará la autorización de ocupación, para la cual el propietario o poseedor se constituirá desde ese momento, en los términos del artículo 64, en el responsable de la operación y mantenimiento de la construcción, a fin de satisfacer las condiciones de seguridad e higiene; dicha autorización se otorgará en un plazo de tres días hábiles contados a partir de que se hubiere presentado la manifestación de terminación de obra. Transcurrido dicho plazo sin que exista resolución de la autoridad, se entenderá otorgada la autorización, debiendo tramitarse la certificación de resolución ficta en los términos de lo dispuesto por la Ley de Procedimiento Administrativo del Distrito Federal;

II. La Delegación permitirá diferencias en la obra ejecutada con respecto al proyecto aprobado, siempre que no se afecten las condiciones de seguridad, estabilidad, destino, uso, servicio y salubridad, se respeten las restricciones indicadas en las constancias de alineamiento, las características autorizadas en la licencia respectiva, el número de niveles especificados y la tolerancia que fija este Reglamento y sus Normas Técnicas Complementarias, y

III. La Delegación, al autorizar la ocupación de una construcción nueva y al registrar la Constancia de Seguridad Estructural, expedirá y colocará a petición de la parte interesada, la Placa de Control de Ocupación de Inmuebles, la cual señalará, la calle y número, colonia y Delegación del Distrito Federal en que se ubican, el número y fecha de la licencia de construcción y los usos autorizados, así como la siguiente leyende:

"El propietario de este inmueble está obligado a conservarlo en buenas condiciones de seguridad e higiene; destinarlo a usos distintos a los permitidos o realizar modificaciones sin obtener la licencia de construcción cuando se requiera, representa una violación a la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, su Reglamento y al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y puede poner en peligro la estabilidad de la edificación y la vida de sus usuarios.

Cualquier incumplimiento de lo señalado en el párrafo anterior deberá reportarse a la Delegación del Distrito Federal correspondiente".

Los derechos que se causen por la expedición, colocación, así como por la reposición de la placa se determinarán de acuerdo con lo previsto en el Código Financiero del Distrito Federal.

---

#### **Artículo 67.-**

**Derogado.**

---

#### **Artículo 68.-**

Si del resultado de la inspección a que se refiere el artículo 66 de este Reglamento y del cotejo de la documentación correspondiente apareciera que la obra no se ajustó a la licencia o las modificaciones al proyecto autorizado excedieron los límites a que se refiere el mismo artículo, el Departamento ordenará al propietario efectuar las modificaciones que fueren necesarias, y en tanto éstas no se ejecuten a satisfacción del propio Departamento, no autorizará el uso y ocupación de la obra.

---

#### **Artículo 69.-**

Para las construcciones del grupo A a que se refiere el artículo 174 de este Reglamento se deberá registrar ante el Departamento una Constancia de Seguridad Estructural, que cumpla con los requisitos que fije el propio Departamento, renovada cada cinco años o después de cada sismo intenso, en la que un Corresponsable en Seguridad Estructural haga constar que dichas construcciones se encuentren en condiciones adecuadas de seguridad, de acuerdo con las disposiciones de este Reglamento y sus Normas Técnicas Complementarias.

---

#### **Artículo 70.-**

El Departamento estará facultado para ordenar la demolición parcial o total de una obra con cargo al propietario o poseedor, que se haya realizado sin licencia, por haberse ejecutado en contravención a este Reglamento, independientemente de las sanciones que procedan.

Cuando se demuestre que la obra cumple con este Reglamento y los demás ordenamientos legales respectivos, así como con las disposiciones del Programa, el Departamento podrá conceder el registro de obra ejecutada al propietario, quien deberá sujetarse al siguiente procedimiento:

I. Presentar solicitud de regularización y registro de obra, con la responsiva de un Director Responsable de Obra y de los Corresponsables, en los casos que establece el artículo 44 de este Reglamento.

II. Acompañar a la solicitud los documentos siguientes: constancia de alineamiento y número oficial, certificado de la instalación de toma de agua y de la conexión del albañal, planos arquitectónicos y estructurales de la obra ejecutada y los demás documentos que este Reglamento y otras disposiciones exijan para la expedición de

licencia de construcción, con la responsiva de un Director Responsable de Obra, y de los Corresponsables en los casos que establece el artículo 44 de este Reglamento, de que cumple con el mismo, y

III. Recibida la documentación, el Departamento procederá a su revisión y, en su caso, practicará una inspección a la obra de que se trate, y si de ella resultare que la misma cumple con los requisitos legales, reglamentarios y administrativos aplicables y se ajusta a los documentos exhibidos con la solicitud de regularización y registro de obra, el Departamento autorizará su registro, previo pago de los derechos y las sanciones que establece la Ley de Hacienda del Departamento y este Reglamento.

---

**Artículo 71.-**

Al cambiar el uso de edificaciones ya construidas para ser destinadas a alguno de los supuestos señalados en los artículos 65, fracciones I, II y III; 117, fracción II y 174, fracción I, o a algún giro industrial, se requerirá de la presentación ante la Delegación correspondiente, del Visto Bueno de Seguridad y Operación. Los propietarios o poseedores de dichas edificaciones deberán presentar este Visto Bueno de Seguridad y Operación, en un plazo de noventa días naturales posteriores al cambio de uso, junto con los documentos siguientes;

I. La constancia de alineamiento y número oficial vigente y cualquiera de los documentos siguientes: certificación de zonificación para uso específico, certificación de zonificación de usos del suelo permitidos, certificación de acreditación de uso del suelo por derechos adquiridos, o en su caso licencia de uso del suelo;

II. La licencia de construcción, y

III. En su caso, la Constancia de Seguridad Estructural.

---

**TITULO QUINTO  
PROYECTO ARQUITECTONICO**

**CAPITULO I  
REQUERIMIENTOS DEL PROYECTO ARQUITECTONICO**

**Artículo 72.-**

Para garantizar las condiciones de habitabilidad, funcionamiento, higiene, acondicionamiento ambiental, comunicación, seguridad en emergencias, seguridad estructural, integración al contexto e imagen urbana de las edificaciones en el Distrito Federal, los proyectos arquitectónicos correspondientes deberán cumplir con los requerimientos establecidos en este Título para cada tipo de edificación y las demás disposiciones legales aplicables.

---

**Artículo 73.-**

Los elementos arquitectónicos que constituyen el perfil de una fachada, tales como pilastras, sardineles y marcos de puertas y ventanas situados a una altura menor de dos metros cincuenta centímetros sobre el nivel de banqueteta, podrán sobresalir del alineamiento hasta diez centímetros. Estos mismos elementos situados a una altura mayor, podrán sobresalir hasta veinte centímetros.

Los balcones situados a una altura mayor a la mencionada podrán sobresalir del alineamiento hasta un metro, pero al igual que todos los elementos arquitectónicos,

deberán ajustarse a las restricciones sobre distancia a líneas de transmisión que señalen las normas sobre obras e instalaciones eléctricas aplicables.

Cuando la banqueta tenga una anchura menor de un metro cincuenta centímetros, el Departamento fijará las dimensiones y niveles permitidos para los balcones.

Las marquesinas podrán sobresalir del alineamiento el ancho de la banqueta disminuido en un metro, pero sin exceder de un metro cincuenta centímetros y no deberán usarse como balcón cuando su construcción se proyecte sobre la vía pública.

Todos los elementos de la marquesina deberán estar situados a una altura mayor de dos metros cincuenta centímetros sobre el nivel de la banqueta.

---

**Artículo 74.-**

**Derogado.**

---

**Artículo 75.-**

**Derogado.**

---

**Artículo 76.-**

**Derogado.**

---

**Artículo 77.-**

**Derogado.**

---

**Artículo 78.-**

Las edificaciones que, conforme a los Programas Parciales, tengan intensidad media o alta, cuyo límite posterior sea orientación norte y colinde con inmuebles de intensidad baja o muy baja, deberán observar una restricción hacia dicha colindancia del 15% de su altura máxima, sin perjuicio de cumplir con lo establecido en este Reglamento para patios de iluminación y ventilación.

Se deberá verificar que la separación de edificios nuevos con predios o edificios colindantes cumplan con lo establecido en el artículo 211 de este Reglamento, los Programas Parciales y sus Normas Complementarias.

---

**Artículo 79.-**

La separación entre edificios de habitación plurifamiliar de hasta cincuenta viviendas será cuando menos la que resulte de aplicar la dimensión mínima establecida en este Reglamento para patios de iluminación y ventilación, de acuerdo al tipo del local y a la altura promedio de los paramentos de los edificios en cuestión.

En conjuntos habitacionales de más de cincuenta viviendas la separación entre edificios en dirección norte-sur será por lo menos del 60% de la altura promedio de los mismos, y en dirección este-oeste será por lo menos del 100%.

---

**Artículo 80.-**

Las edificaciones deberán contar con los espacios para estacionamientos de vehículos que se establecen en las Normas Técnicas Complementarias.

---

**CAPITULO II**  
**REQUERIMIENTOS DE HABITABILIDAD Y FUNCIONAMIENTO**

**Artículo 81.-**

Los locales de las edificaciones, según su tipo, deberán tener como mínimo las dimensiones y características que se establecen en las Normas Técnicas Complementarias correspondientes.

---

**CAPITULO III**  
**REQUERIMIENTOS DE HIGIENE, SERVICIOS Y ACONDICIONAMIENTO AMBIENTAL**

**Artículo 82.-**

Las edificaciones deberán estar provistas de servicios de agua potable capaces de cubrir las demandas mínimas de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias.

---

**Artículo 83.-**

Las edificaciones estarán provistas de servicios sanitarios con el número mínimo, tipo de muebles y sus características que se establecen a continuación:

I. Las viviendas con menos de 45 m<sup>2</sup> contarán, cuando menos, con un excusado, una regadera y uno de los siguientes muebles: lavabo, fregadero o lavadero;

II. Las viviendas con superficie igual o mayor a 45 m<sup>2</sup> contarán, cuando menos, con un excusado, una regadera, un lavabo, un lavadero y un fregadero;

III. Los locales de trabajo y comercio con superficie hasta 120 m<sup>2</sup> y hasta quince trabajadores o usuarios contarán, como mínimo, con un excusado y un lavabo o vertedero;

IV. En los demás casos se proveerán los muebles sanitarios de conformidad con lo dispuesto en las Normas Técnicas Complementarias.

---

**Artículo 84.-**

Las albercas públicas contarán, cuando menos, con:

I. Equipos de recirculación, filtración y purificación de agua;

II. Boquillas de Inyección para distribuir el agua tratada, y de succión para los aparatos limpiadores de fondo, y

III. Rejillas de succión distribuidas en la parte honda de la alberca, en número y dimensiones necesarias para que la velocidad de salida del agua sea la adecuada para evitar accidentes a los nadadores.

---

**Artículo 85.-**

Las edificaciones que requieran licencia de uso del suelo, con una altura de más de cuatro niveles, deberán observar lo dispuesto en las Normas Técnicas Complementarias, en lo que se refiere al almacenamiento y a la eliminación de la basura.

---

**Artículo 86.-**

Deberán ubicarse uno o varios locales para almacenar depósitos o bolsas de basura, ventilados y a prueba de roedores, en los siguientes casos y aplicando los índices mínimos de dimensionamiento:

I. Conjuntos habitacionales con más de cincuenta viviendas, a razón de 40 lt./habitante, y

II. Otros usos no habitacionales con más de 500 m<sup>2</sup>, sin incluir estacionamientos, a razón de 0.01 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> construido.

---

**Artículo 87.-**

Las obras para almacenar residuos sólidos peligrosos, químico-tóxicos y radiactivos se ajustarán al presente Reglamento, a sus Normas Técnicas Complementarias y a las Leyes y Reglamentos aplicables.

---

**Artículo 88.-**

Las edificaciones que produzcan contaminación por humos, olores, gases y vapores, energía térmica o lumínica, ruidos y vibraciones, se sujetarán a lo dispuesto por las Leyes y Reglamentos aplicables en materia de contaminación ambiental.

---

**Artículo 89.-**

En conjuntos habitacionales con más de cincuenta viviendas, el proyecto arquitectónico deberá garantizar que cuando menos el 75% de los locales habitables enumerados en el artículo 81 de este Reglamento reciban asoleamiento a través de vanos durante una hora diaria como mínimo en el mes de enero.

---

**Artículo 90.-**

Los locales en las edificaciones contarán con medios de ventilación que aseguren la provisión de aire exterior, así como la iluminación diurna y nocturna en los términos que fijan las Normas Técnicas Complementarias.

---

**Artículo 90 Bis.-**

Las edificaciones que se destinen a industrias y establecimientos deberán utilizar Agua Residual Tratada en sus obras de edificación y contar con la red hidráulica necesaria para su uso, de conformidad con lo establecido en el artículo 77 del Reglamento de Agua y Drenaje para el Distrito Federal.

---

**Artículo 91.-**

Derogado.

---

**Artículo 92.-**

Derogado.

---

**CAPITULO IV  
REQUERIMIENTOS DE COMUNICACION Y  
PREVENCION DE EMERGENCIAS  
SECCION PRIMERA  
CIRCULACIONES Y ELEMENTOS DE COMUNICACION**

**Artículo 93.-**

Todas las edificaciones deberán contar con buzones para recibir comunicación por correo, accesibles desde el exterior.

---

**Artículo 94.-**

En las edificaciones de riesgo mayor, clasificadas en el artículo 117 de este Reglamento, las circulaciones que funcionen como salidas a la vía pública o conduzcan directa o indirectamente a éstas, estarán señaladas con letreros y flechas permanentemente iluminadas y con la leyenda escrita "SALIDA" O "SALIDA DE EMERGENCIA", según el caso.

---

**Artículo 95.-**

La distancia desde cualquier punto en el interior de una edificación a una puerta, circulación horizontal, escalera o rampa, que conduzca directamente a la vía pública, áreas exteriores o al vestíbulo de acceso de la edificación, medidas a lo largo de la línea de recorrido, será de treinta metros como máximo, excepto en edificaciones de habitación, oficinas, comercio e industrias, que podrá ser de cuarenta metros como máximo.

Estas distancias podrán ser incrementadas hasta en un 50% si la edificación o local cuenta con un sistema de extinción de fuego según lo establecido en el artículo 122 de este Reglamento.

---

**Artículo 96.-**

Las salidas a vía pública en edificaciones de salud y de entretenimiento contarán con marquesinas que cumplan con lo indicado en el artículo 73 de este Reglamento.

---

**Artículo 97.-**

Las edificaciones para la educación deberán contar con áreas de dispersión y espera dentro de los predios, donde desemboquen las puertas de salida de los alumnos antes de conducir a la vía pública, con dimensiones mínimas de 0.10 m<sup>2</sup> por alumno.

---

**Artículo 98.-**

Las puertas de acceso, intercomunicación y salida deberán tener una altura de 2.10 m. cuando menos; y una anchura que cumpla con la medida de 0.60 m. por cada 100 usuarios o fracción, pero sin reducir los valores mínimos que se establezcan en las Normas Técnicas Complementarias, para cada tipo de edificación.

---

**Artículo 99.-**

Las circulaciones horizontales, como corredores, pasillos y túneles deberán cumplir con una altura mínima de 2.10 m. y con una anchura adicional no menor de 0.60 m. por cada 100 usuarios o fracción, ni menor de los valores mínimos que establezcan las Normas Técnicas Complementarias para cada tipo de edificación.

---

**Artículo 100.-**

Las edificaciones tendrán siempre escaleras o rampas peatonales que comuniquen todos sus niveles, aun cuando existan elevadores, escaleras eléctricas o montacargas, con un ancho mínimo de 0.75 m. y las condiciones de diseño que establezcan las Normas Técnicas Complementarias para cada tipo de edificación.

---

**Artículo 101.-**

Las rampas peatonales que se proyecten en cualquier edificación deberán tener una pendiente máxima de 10%, con pavimentos antiderrapantes, barandales en uno de sus lados por lo menos y con las anchuras mínimas que se establecen para las escaleras en el artículo anterior.

---

**Artículo 102.-**

Salida de emergencia es el sistema de puertas, circulaciones horizontales, escaleras y rampas que conducen a la vía pública o áreas exteriores comunicadas directamente con ésta, adicional a los accesos de uso normal, que se requerirá cuando la edificación sea de riesgo mayor según la clasificación del artículo 117 de este Reglamento y de acuerdo con las siguientes disposiciones:

I. Las salidas de emergencia serán en igual número y dimensiones que las puertas, circulaciones horizontales y escaleras a que se refieren los artículos 98 a 100 de este Reglamento y deberán cumplir con todas las demás disposiciones establecidas en esta sección para circulaciones de uso normal;

II. No se requerirán escaleras de emergencia en las edificaciones de hasta 25.00 m. de altura, cuyas escaleras de uso normal estén ubicadas en locales en planta baja abiertos al exterior en por lo menos uno de sus lados, aun cuando sobrepasen los rangos de ocupantes y superficie establecidos para edificaciones de riesgo menor en el artículo 117 de este Reglamento;

III. Las salidas de emergencia deberán permitir el desalojo de cada nivel de la edificación, sin atravesar locales de servicio como cocinas y bodegas; y

IV. Las puertas de las salidas de emergencia deberán contar con mecanismos que permitan abrirlas desde dentro mediante una operación simple de empuje.

---

**Artículo 103.-**

En las edificaciones de entretenimiento se deberán instalar butacas, de acuerdo con las siguientes disposiciones:

I. Tendrán una anchura mínima de 50 cm.;

II. El pasillo entre el frente de una butaca y el respaldo de adelante será, cuando menos, de 40 cm.;

III. Las filas podrán tener un máximo de 24 butacas cuando desemboquen a dos pasillos laterales y de doce butacas cuando desemboquen a uno solo, si el pasillo al que se refiere la fracción II tiene cuando menos 75 cm. El ancho mínimo de dicho pasillo para filas de menos butacas se determinará interpolando las cantidades anteriores, sin perjuicio de cumplir el mínimo establecido en la fracción II de este artículo;

IV. Las butacas deberán estar fijas al piso, con excepción de las que se encuentren en palcos y plateas;

V. Los asientos de las butacas serán plegadizos, a menos que el pasillo al que se refiere la fracción II sea, cuando menos, de 75 cm.;

VI. En el caso de cines, la distancia desde cualquier butaca al punto más cercano de la pantalla será la mitad de la dimensión mayor de ésta, pero en ningún caso menor de 7 m., y

VII. En auditorios, teatros, cines, salas de concierto y teatros al aire libre deberá destinarse un espacio por cada cien asistentes o fracción, a partir de sesenta, para uso exclusivo de personas impedidas. Este espacio tendrá 1.25 m. de fondo y 0.80 m. de frente y quedará libre de butacas y fuera del área de circulaciones.

---

**Artículo 104.-**

Las gradas en las edificaciones para deportes y teatros al aire libre deberán cumplir las siguientes disposiciones:

I. El peralte máximo será de cuarenta y cinco centímetros y la profundidad mínima de setenta centímetros, excepto cuando se instalen butacas sobre las gradas, en cuyo caso se ajustará a lo dispuesto en el artículo anterior;

II. Deberá existir una escalera con anchura mínima de noventa centímetros a cada nueve metros de desarrollo horizontal de graderío, como máximo, y

III. Cada diez filas habrá pasillos paralelos a las gradas, con anchura mínima igual a la suma de las anchuras reglamentarias de las escaleras que desemboquen a ellos entre dos puertas o salidas contiguas.

---

**Artículo 105.-**

Los elevadores para pasajeros, elevadores para carga, escaleras eléctricas y bandas transportadoras de público, deberán cumplir con las Normas Técnicas Complementarias correspondientes y las disposiciones siguientes:

1.- Elevadores para pasajeros. Las edificaciones que tengan más de cuatro niveles, además de la planta baja, o una altura o profundidad mayor de 12 metros del nivel de acceso a la edificación, deberán contar con un elevador o sistema de elevadores para pasajeros.

Se exceptúan de lo dispuesto en el párrafo anterior:

Las edificaciones habitacionales plurifamiliares hasta de cinco niveles, además de la planta baja, o con una altura o profundidad no mayor de 15 metros desde el nivel de acceso a la edificación, siempre y cuando la superficie de cada vivienda sea, como máximo, de 70 metros cuadrados sin contar indivisos.

II. Los elevadores de carga en edificaciones de comercio deberán calcularse considerando una capacidad mínima de carga útil de 250 kg. por cada metro cuadrado de área neta de la plataforma de carga. Los monta-automóviles en estacionamientos deberán calcularse con una capacidad mínima de carga útil de 200 kg. por cada metro cuadrado de área neta de la plataforma de carga.

Para elevadores de carga en otras edificaciones, se deberá considerar la máxima carga de trabajo multiplicada por un factor de seguridad de 1.5 cuando menos;

III. Las escaleras eléctricas para transporte de personas tendrán una inclinación de treinta grados cuando más y una velocidad de 0.60 m. por segundo cuando más, y

IV. Las bandas transportadoras para personas tendrán un ancho mínimo de 40 cm. y máximo de 1.20 m., una pendiente máxima de quince grados y velocidad máxima de 0.70 m./seg.

En el caso de los sistemas a que se refieren las fracciones I y II de este artículo, éstos contarán con elementos de seguridad para proporcionar protección al transporte de pasajeros y carga.

---

#### **Artículo 106.-**

Los locales destinados a cines, auditorios, teatros, salas de concierto, aulas escolares o espectáculos deportivos deberán garantizar la visibilidad de todos los espectadores al área en que se desarrolla la función o espectáculo, bajo las normas siguientes:

I. La isóptica o condición de igual visibilidad deberá calcularse con una constante de 12 cm., medida equivalente a la diferencia de niveles entre el ojo de una persona y la parte superior de la cabeza del espectador que se encuentre en la fila inmediata inferior;

II. En cines o locales que utilicen pantallas de proyección, el ángulo vertical formado por la visual del espectador al centro de la pantalla y una línea normal a la pantalla en el centro de la misma, no deberá exceder de treinta grados, y el ángulo horizontal formado por la línea normal a la pantalla, en los extremos y la visual de los espectadores más extremos, a los extremos correspondientes de la pantalla, no deberá exceder de 50 grados, y

III. En aulas de edificaciones de educación elemental y media, la distancia entre la última fila de bancas o mesas y el pizarrón no deberá ser mayor de 12 metros.

---

#### **Artículo 107.-**

Los equipos de bombeo y las maquinarias instaladas en edificaciones para habitación plurifamiliar, conjuntos habitacionales, oficinas, de salud, educación y cultura, recreación y alojamiento que produzcan una intensidad sonora mayor de 65 decibeles, medida a 0.50 m. en el exterior del local, deberán estar aisladas en locales acondicionados acústicamente, de manera que reduzcan la intensidad sonora, por los menos, a dicho valor.

Los establecimientos de alimentos y bebidas y los centros de entretenimiento que produzcan una intensidad sonora mayor de 65 decibeles deberán estar aislados acústicamente. El aislamiento deberá ser capaz de reducir la intensidad sonora, por los menos, a dicho valor, medido a siete metros en cualquier dirección, fuera de los linderos del predio del establecimiento.

---

#### **Artículo 108.-**

Todo estacionamiento público deberá estar drenado adecuadamente, y bardeado en sus colindancias con los predios vecinos.

---

#### **Artículo 109.-**

Los estacionamientos públicos tendrán carriles separados, debidamente señalados, para la entrada y salida de los vehículos, con una anchura mínima del arroyo de dos metros cincuenta centímetros cada uno.

---

#### **Artículo 110.-**

Los estacionamientos tendrán áreas de espera techadas para la entrega y recepción de vehículos ubicadas a cada lado de los carriles a que se refiere el artículo anterior, con una longitud mínima de seis metros y una anchura no menor de un metro veinte

centímetros. El piso terminado estará elevado quince centímetros sobre la superficie de rodamiento de los vehículos.

El Departamento establecerá otras condiciones, según sea el caso, considerando la frecuencia de llegada de los vehículos, la ubicación de inmueble y sus condiciones particulares de funcionamiento.

---

**Artículo 111.-**

Los estacionamientos públicos tendrán una caseta de control anexa al área de espera para el público, situada a una distancia no menor de 4.50 m. del alineamiento y con una superficie mínima de un metro cuadrado.

---

**Artículo 112.-**

En los estacionamientos deberán existir protecciones adecuadas en rampas, colindancias, fachadas y elementos estructurales, con dispositivos capaces de resistir los posibles impactos de los automóviles.

Las columnas y muros que limiten los carriles de circulación de vehículos deberán tener una banqueta de 15 cm. de altura y 30 cm. de anchura, con los ángulos redondeados.

---

**Artículo 113.-**

Las circulaciones para vehículos en estacionamientos deberán estar separadas de las de peatones.

Las rampas tendrán una pendiente máxima de quince por ciento, con una anchura mínima, en rectas, de 2.50 m. y, en curvas, de 3.50 m. El radio mínimo en curvas, medido al eje de la rampa, será de siete metros cincuenta centímetros.

Las rampas estarán delimitadas por una guarnición con una altura de quince centímetros, y una banqueta de protección con anchura mínima de treinta centímetros en rectas y cincuenta centímetros en curva. En este último caso, deberá existir un pretil de sesenta centímetros de altura por lo menos.

---

**Artículo 114.-**

Las circulaciones verticales para los usuarios y para el personal de los estacionamientos públicos estarán separadas entre sí y de las destinadas a los vehículos, deberán ubicarse en lugares independientes de la zona de recepción y entrega de vehículos y cumplirán lo dispuesto para escaleras en este Reglamento.

---

**Artículo 115.-**

En los estacionamientos de servicio privado no se exigirán los carriles separados, áreas para recepción y entrega de vehículos, ni casetas de control.

---

**SECCION SEGUNDA  
PREVISIONES CONTRA INCENDIO**

**Artículo 116.-**

Las edificaciones deberán contar con las instalaciones y los equipos necesarios para prevenir y combatir los incendios.

Los equipos y sistemas contra incendios deberán mantenerse en condiciones de funcionar en cualquier momento para lo cual deberán ser revisados y probados periódicamente. El propietario o el Director Responsable de Obra designado para la etapa de operación y mantenimiento, en las obras que se requiera según el artículo 64 de este Reglamento, llevará un libro donde registrará los resultados de estas pruebas y lo exhibirá a las autoridades competentes a solicitud de éstas.

El Departamento tendrá la facultad de exigir en cualquier construcción las instalaciones o equipos especiales que, establezcan las Normas Técnicas Complementarias, además de los señalados en esta sección.

**Artículo 117.-**

Para efectos de esta sección, la tipología de edificaciones establecida en el artículo 5 de este Reglamento, se agrupa de la siguiente manera:

I. De riesgo menor son las edificaciones de hasta 25.00 m. de altura, hasta 250 ocupantes y hasta 3,000 m<sup>2</sup>, y

II. De riesgo mayor son las edificaciones de más de 25.00 m. de altura o más de 250 ocupantes o más de 3,000 m<sup>2</sup> y, además, las bodegas, depósitos e industrias de cualquier magnitud, que manejen madera, pinturas, plásticos, algodón y combustibles o explosivos de cualquier tipo.

El análisis para determinar los casos de excepción a esta clasificación y los riesgos correspondientes se establecerán en las Normas Técnicas Complementarias.

**Artículo 118.-**

La resistencia al fuego es el tiempo que resiste un material al fuego directo sin producir flama o gases tóxicos, y que deberán cumplir los elementos constructivos de las edificaciones según la siguiente tabla:

ELEMENTOS  CONSTRUCTIVOS	RESISTENCIA MINIMA AL FUEGO EN HORAS	
	Edificaciones de riesgo mayor	Edificaciones de riesgo menor
Elementos estructurales (columnas, vigas, traveses, entrepisos, techos, muros de carga) y muros en escaleras, rampas y elevadores	3	1
Escaleras y rampas	2	1
Puertas de comunicación a escaleras, rampas y elevadores	2	1
Muros interiores divisorios	2	1
Muros exteriores en colindancias y muros en	1	1

circulaciones horizontales		
Muros en fachadas		Material incombustible (a)

**a) Para los efectos de este Reglamento, se consideran materiales incombustibles los siguientes: adobe, tabique, ladrillo, block de cemento, yeso, asbesto, concreto, vidrio y metales.**

---

**Artículo 119.-**

**Los elementos estructurales de acero de las edificaciones de riesgo mayor, deberán protegerse con elementos o recubrimientos de concreto, mampostería, yeso, cemento portland con arena ligera, perlita o vimiculita, aplicaciones a base de fibras minerales, pinturas retardantes al fuego u otros materiales aislantes que apruebe el Departamento, en los espesores necesarios para obtener los tiempos mínimos de resistencia al fuego establecidos en el artículo anterior.**

---

**Artículo 120.-**

**Los elementos estructurales de madera de las edificaciones de riesgo mayor, deberán protegerse por medio de aislantes o retardantes al fuego que sean capaces de garantizar los tiempos mínimos de resistencia al fuego establecido en esta Sección, según el tipo de edificación.**

**Los elementos sujetos a altas temperaturas, como tiros de chimeneas, campanas de extracción o ductos que puedan conducir gases a más de 80 °C deberán distar de los elementos estructurales de madera un mínimo de 60 cm. En el espacio comprendido en dicha separación deberá permitirse la circulación del aire.**

---

**Artículo 121.-**

**Las edificaciones de riesgo menor con excepción de los edificios destinados a habitación, de hasta cinco niveles, deberán contar en cada piso con extintores contra incendio adecuados al tipo de incendio que pueda producirse en la construcción, colocados en lugares fácilmente accesibles y con señalamientos que indiquen su ubicación de tal manera que su acceso, desde cualquier punto del edificio, no se encuentre a mayor distancia de 30 m.**

---

**Artículo 122.-**

**Las edificaciones de riesgo mayor deberán disponer, además de lo requerido para las de riesgo menor a que se refiere el artículo anterior, de las siguientes instalaciones, equipos y medidas preventivas:**

**I. Redes de hidrantes, con las siguientes características:**

**a) Tanques o cisternas para almacenar agua en proporción a cinco litros por metro cuadrado construido, reservada exclusivamente a surtir a la red interna para combatir incendios. La capacidad mínima para este efecto será de veinte mil litros;**

**b) Dos bombas automáticas autocebantes cuando menos, una eléctrica y otra con motor de combustión interna, con succiones independientes para surtir a la red con una presión constante entre 2.5 y 4.2 kilogramos/cm<sup>2</sup>;**

**c) Una red hidráulica para alimentar directa y exclusivamente las mangueras contra incendio, dotadas de toma siamesa de 64 mm. de diámetro con válvulas de no**

retorno en ambas entradas, 7.5 cuerdas por cada 25 mm., cople movable y tapón macho. Se colocará por lo menos una toma de este tipo en cada fachada y, en su caso, una a cada 90 m. lineales de fachada, y se ubicará al paño del alineamiento a un metro de altura sobre el nivel de la banqueteta. Estará equipada con válvula de no retorno, de manera que el agua que se inyecte por la toma no penetre a la cisterna; la tubería de la red hidráulica contra incendio deberá ser de acero soldable o fierro galvanizado C-40, y estar pintadas con pintura de esmalte color rojo;

d) En cada piso, gabinetes con salidas contra incendios dotados con conexiones para mangueras, las que deberán ser en número tal que cada manguera cubra una área de 30 m. de radio y su separación no sea mayor de 60 m. Uno de los gabinetes estará lo más cercano posible a los cubos de las escaleras;

e) Las mangueras deberán ser de 38 mm. de diámetro, de material sintético, conectadas permanente y adecuadamente a la toma y colocarse plegadas para facilitar su uso. Estarán provistas de chiflones de neblina, y

f) Deberán instalarse los reductores de presión necesarios para evitar que en cualquier toma de salida para manguera de 38 mm. se exceda la presión de 4.2 kg./cm<sup>2</sup>., y

II. Simulacros de incendios, cada seis meses, por los menos, en los que participen los empleados y, en los casos que señalen las Normas Técnicas Complementarias, los usuarios o concurrentes. Los simulacros consistirán en prácticas de salida de emergencia, utilización de los equipos de extinción y formación de brigadas contra incendio, de acuerdo con lo que establezca el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

El Departamento podrá autorizar otros sistemas de control de incendio, como rociadores automáticos de agua, así como exigir depósitos de agua adicionales para las redes hidráulicas contra incendios en los casos que lo considere necesario, de acuerdo con lo que establezcan las Normas Técnicas Complementarias.

---

#### Artículo 123.-

Los materiales utilizados en recubrimientos de muros, cortinas, lambrines y falsos plafones deberán cumplir con los índices de velocidad de propagación del fuego que establezcan las Normas Técnicas Complementarias.

---

#### Artículo 124.-

Las edificaciones de más de diez niveles deberán contar, además de las instalaciones y dispositivos señalados en esta Sección, con sistemas de alarma contra incendio, visuales y sonoros independientes entre sí.

Los tableros de control de estos sistemas deberán localizarse en lugares visibles desde las áreas de trabajo del edificio, y su número al igual que el de los dispositivos de alarma, será fijado por el Departamento.

El funcionamiento de los sistemas de alarma contra incendio, deberá ser probado, por lo menos, cada sesenta días naturales.

---

#### Artículo 125.-

Durante las diferentes etapas de la construcción de cualquier obra, deberán tomarse las precauciones necesarias para evitar los incendios y, en su caso, para combatirlo mediante el equipo de extinción adecuado.

Esta protección deberá proporcionarse tanto al área ocupada por la obra en sí como a las colindancias, bodegas, almacenes y oficinas.

El equipo de extinción deberá ubicarse en lugares de fácil acceso, y se identificará mediante señales, letreros o símbolos claramente visibles.

---

#### **Artículo 126.-**

Los elevadores para público en las edificaciones deberán contar con letreros visibles desde el vestíbulo de acceso al elevador, con la leyenda escrita:

"En caso de incendio, utilice la escalera".

Las puertas de los cubos de escaleras deberán contar con letreros en ambos lados, con la leyenda escrita: "Esta puerta debe permanecer cerrada".

---

#### **Artículo 127.-**

Los ductos para instalaciones, excepto los de retorno de aire acondicionado, se prolongarán y ventilarán sobre la azotea más alta a que tengan acceso. Las puertas o registros serán de materiales a prueba de fuego y deberán cerrarse automáticamente.

Los ductos de retorno de aire acondicionado estarán protegidos en su comunicación con los plafones que actúen como cámaras plenas, por medio de compuertas o persianas provistas de fusibles y construidas en forma tal que se cierren automáticamente bajo la acción de temperaturas superiores a 60 °C.

---

#### **Artículo 128.-**

Los tiros o tolvas para conducción de materiales diversos, ropa, desperdicios o basura, se prolongarán por arriba de las azoteas. Sus compuertas o buzones deberán ser capaces de evitar el paso del fuego o de humo de un piso a otro del edificio y se construirán con materiales a prueba de fuego.

---

#### **Artículo 129.-**

Se requerirá el Visto Bueno del Departamento para emplear recubrimientos y decorados inflamables en las circulaciones generales y en las zonas de concentración de personas dentro de las edificaciones de riesgo mayor.

En los locales de los edificios destinados a estacionamiento de vehículos, quedarán prohibidos los acabados o decoraciones a base de materiales inflamables, así como el almacenamiento de líquidos o materias inflamables o explosivas.

---

#### **Artículo 130.-**

Los plafones y sus elementos de suspensión y sustentación se construirán exclusivamente con materiales cuya resistencia al fuego sea de una hora por lo menos.

En caso de plafones falsos, ningún espacio comprendido entre el plafón y la losa se comunicará directamente con cubos de escaleras o de elevadores.

Los cancelos que dividan áreas de un mismo departamento o local podrán tener una resistencia al fuego menor a la indicada para muros interiores divisorios en el artículo 118 de este Reglamento, siempre y cuando no produzcan gases tóxicos o explosivos bajo la acción del fuego.

---

**Artículo 131.-**

Las chimeneas deberán proyectarse de tal manera que los humos y gases sean conducidos por medio de un tiro directamente al exterior en la parte superior de la edificación, debiendo instalarse la salida a una altura de 1.50 m., sobre el nivel de la azotea; se diseñarán de tal forma que periódicamente puedan ser deshollinadas y limpiadas.

Los materiales inflamables que se utilicen en la construcción y los elementos decorativos, estarán a no menos de sesenta centímetros de las chimeneas y en todo caso, dichos materiales se aislarán por elementos equivalentes en cuanto a resistencia al fuego.

---

**Artículo 132.-**

Las campanas de estufas o fogones excepto de viviendas unifamiliares, estarán protegidas por medio de filtros de grasa entre la boca de la campana y su unión con la chimenea y por sistemas contra incendio de operación automática o manual.

---

**Artículo 133.-**

En los pavimentos de las áreas de circulaciones generales de edificios, se emplearán únicamente materiales a prueba de fuego, y se deberán instalar letreros prohibiendo la acumulación de elementos combustibles y cuerpos extraños en éstas.

---

**Artículo 134.-**

Los edificios e inmuebles destinados a estacionamiento de vehículos deberán contar, además de las protecciones señaladas en esta sección, con areneros de doscientos litros de capacidad colocados a cada 10 m., en lugares accesibles y con señalamientos que indiquen su ubicación. Cada arenero deberá estar equipado con una pala.

No se permitirá el uso de materiales combustibles o inflamables en ninguna construcción o instalación de los estacionamientos.

---

**Artículo 135.-**

Las casetas de proyección en edificaciones de entretenimiento tendrán su acceso y salida independientes de la sala de función; no tendrán comunicación con ésta; se ventilarán por medios artificiales y se construirán con materiales incombustibles.

---

**Artículo 136.-**

El diseño, selección, ubicación e instalación de los sistemas contra incendio en edificaciones de riesgo mayor, según la clasificación del artículo 117, deberá estar avalada por un Corresponsable en instalaciones en el área de seguridad contra incendios de acuerdo con lo establecido en el artículo 47 de este Reglamento.

---

**Artículo 137.-**

Los casos no previstos en esta sección, quedarán sujetos a las disposiciones que al efecto dicte el Departamento.

---

**SECCION TERCERA  
DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD Y PROTECCION**

**Artículo 138.-**

Los locales destinados a la guarda y exhibición de animales y las edificaciones de deportes y recreación, deberán contar con rejas y desniveles para protección al público, en el número, dimensiones mínimas, condiciones de diseño y casos de excepción que establezcan las Normas Técnicas Complementarias.

---

**Artículo 139.-**

Los aparatos mecánicos de ferias deberán contar con rejas o barreras de por lo menos 1.20 m. de altura, en todo su perímetro a una distancia de por lo menos 1.50 m. de la proyección vertical de cualquier giro o movimiento del aparato mecánico.

---

**Artículo 140.-**

Los locales destinados al depósito o venta de explosivos y combustibles deberán cumplir con lo que establezcan las Normas Técnicas Complementarias, las autoridades que correspondan al tipo de explosivo o combustible, y la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos.

---

**Artículo 141.-**

Las edificaciones deberán estar equipadas con sistemas pararrayos en los casos y bajo las condiciones que se determinen en las Normas Técnicas Complementarias.

---

**Artículo 142.-**

Los vidrios, ventanas, cristales y espejos de piso a techo, en cualquier edificación deberán contar con barandales y manguetas a una altura de 0.90 m. del nivel del piso, diseñados de manera que impidan el paso de niños a través de ellos, o estar protegidos con elementos que impidan el choque del público contra ellos.

---

**Artículo 143.-**

Las edificaciones señaladas en este artículo deberán contar con un local de servicio médico consistente en un consultorio con mesas de exploración, botiquín de primeros auxilios y un sanitario con lavabo y excusado.

<b>TIPO DE EDIFICACION</b>	<b>NUMERO MINIMO DE MESAS DE EXPLORACION</b>
De educación elemental de más de 500 ocupantes	Una por cada 500 alumnos o fracción, a partir de 501.
Deportes y recreación de más de 10,000 concurrentes (excepto centros deportivos)	Una por cada 10,000 concurrentes.
Centros deportivos de más de 1000 concurrentes	Una por cada 1000 concurrentes
De alojamiento de 100 cuartos o más	Una por cada 100 cuartos o fracción, a partir de 101.

Industrias de más de 50 trabajadores	Una por cada 100 trabajadores o fracción, a partir de 51
--------------------------------------	--

**Artículo 144.-**

**Las albercas deberán contar, en todos los casos, con los siguientes elementos y medidas de protección:**

**I. Andadores a las orillas de la alberca con anchura mínima de 1.50 m., con superficie áspera o de material antiderrapante, construidos de tal manera que se eviten los encharcamientos;**

**II. Un escalón en el muro perimetral de la alberca en las zonas con profundidad mayor de 1.50 m., de 10 cm. de ancho a una profundidad de 1.20 m. con respecto a la superficie del agua de la alberca;**

**III. En todas las albercas donde la profundidad sea mayor de 90 cm. se pondrá una escalera por cada 23 m. lineales de perímetro. Cada alberca contará con un mínimo de dos escaleras;**

**IV. Las instalaciones de trampolines y plataformas reunirán las siguientes condiciones:**

**a) Las alturas máximas permitidas serán de 3.00 m. para los trampolines y de 10.00 m. para las plataformas;**

**b) La anchura de los trampolines será de 0.50 m. y la mínima de la plataforma de 2.00 m. La superficie en ambos casos será antiderrapante;**

**c) Las escaleras para trampolines y plataformas deberán ser de tramos rectos, con escalones de material antiderrapante, con huellas de 25 cm. cuando menos y peraltes de 18 cm. cuando más. La suma de una huella y de dos peraltes será cuando menos de 61 cm., y de 65 cm. cuando más;**

**d) Se deberán colocar barandales en las escaleras y en las plataformas a una altura de 90 cm. en ambos lados y, en estas últimas, también en la parte de atrás;**

**e) La superficie del agua deberá mantenerse agitada en las albercas con plataforma, a fin de que los clavadistas la distinguan claramente;**

**f) Normas para trampolines:**

Altura de los trampolines sobre el nivel del agua	Profundidad mínima del agua	Distancia a que debe mantenerse la profundidad mínima del agua a partir de la proyección vertical del centro del extremo frontal del trampolín		Volado mínimo entre el borde de la alberca y la proyección vertical del extremo del Trampolín.	
		Al frente	Hacia atrás	A cada lado	
Hasta 1.00 m.	3.00 m.	6.20 m.	1.50 m.	2.70 m.	1.50 m.

De más de 1.00 m. Hasta 3.00 m	3.50 m.	5.30 m.	1.50 m.	2.20 m.	1.50 m.
--------------------------------	---------	---------	---------	---------	---------

**g) Normas para plataformas:**

Altura de las plataformas sobre el nivel del agua	Profundidad mínima del agua	Distancia a que debe mantenerse la profundidad mínima del agua a partir de la proyección vertical del centro del extremo frontal de la plataforma.	Volado mínimo entre el borde de la alberca y la proyección vertical del extremo frontal de la plataforma.		Distancia mínima entre las proyecciones verticales de los extremos de plataforma colocadas una sobre la otra.	
			Al frente	Hacia atrás	A cada lado	
Hasta 6.50 m.	4.00 m.	7.00 m.	1.50 m.	3.00 m.	1.50 m.	0.75 m.
De más de 6.50 m. Hasta 10.00 m.	4.50 m.	10.00 m.	1.50 m.	3.00 m.	1.50 m.	0.75 m.

V. Deberán diferenciarse con señalamientos adecuados las zonas de natación y de clavados e indicarse en lugar visible las profundidades mínimas y máximas, así como el punto en que la profundidad sea de un metro cincuenta centímetros y en donde cambie la pendiente del piso del fondo.

---

**CAPITULO V  
REQUERIMIENTOS DE INTEGRACION AL  
CONTEXTO E IMAGEN URBANA**

**Artículo 145.-**

Las edificaciones que se proyecten en zonas del patrimonio histórico, artístico o arqueológico de la Federación o del Distrito Federal, deberán sujetarse a las restricciones de altura, materiales, acabados, colores, aberturas y todas las demás que señalen para cada caso, el Instituto Nacional de Antropología e Historia, el Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura y el Departamento.

---

**Artículo 146.-**

**Derogado.**

---

**Artículo 147.-**

**Derogado.**

---

**Artículo 148.-**

Se permitirá el uso de vidrios y materiales reflejantes en las fachadas de las edificaciones siempre y cuando se demuestre, mediante los estudios de asoleamiento y reflexión especular, que el reflejo de los rayos solares no provocará en ninguna época del año ni hora del día, deslumbramientos peligrosos o molestos en edificaciones vecinas o vía pública ni aumentará la carga térmica en el interior de edificaciones vecinas.

---

**Artículo 149.-**

Las fachadas de colindancia de las edificaciones de cinco niveles o más que formen parte de los paramentos de patios de iluminación y ventilación de edificaciones vecinas, ubicadas en zonas urbanas habitacionales de acuerdo con la zonificación de los programas parciales, deberán tener acabados impermeables y de color claro.

---

**CAPITULO VI  
INSTALACIONES  
SECCION PRIMERA  
INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS**

**Artículo 150.-**

Los conjuntos habitacionales, las edificaciones de cinco niveles o más y las edificaciones ubicadas en zonas cuya red pública de agua potable tenga una presión inferior a diez metros de columna de agua, deberán contar con cisternas calculadas para almacenar dos veces la demanda mínima diaria de agua potable de la edificación y equipadas con sistema de bombeo.

Las cisternas deberán ser completamente impermeables, tener registros con cierre hermético y sanitario y ubicarse a tres metros cuando menos, de cualquier tubería permeable de aguas negras.

---

**Artículo 151.-**

Los tinacos deberán colocarse a una altura de, por lo menos, dos metros arriba del mueble sanitario más alto. Deberán ser de materiales impermeables e inocuos y tener registros con cierre hermético y sanitario.

---

**Artículo 152.-**

Las tuberías, conexiones y válvulas para agua potable deberán ser de cobre rígido, cloruro de polivinilo, fierro galvanizado o de otros materiales que aprueben las autoridades competentes.

---

**Artículo 153.-**

Las instalaciones de infraestructura hidráulica y sanitaria que deban realizarse en el interior de predios de conjuntos habitacionales, industriales, comerciales, de servicios, mixtos y otras edificaciones de gran magnitud que requieran de licencia de uso del suelo, deberán sujetarse a las disposiciones que emita el Departamento del Distrito Federal.

---

**Artículo 154.-**

Las instalaciones hidráulicas de baños y sanitarios deberán tener llaves de cierre automático o aditamentos economizadores de agua; los excusados tendrán una descarga máxima de seis litros en cada servicio; las regaderas y los mingitorios, tendrán una descarga máxima de diez litros por minuto, y dispositivos de apertura y

**cierre de agua que evite su desperdicio; y los lavabos, y las tinas, lavaderos de ropa y fregaderos tendrán llaves que no consuman más de diez litros por minuto.**

---

**Artículo 155.-**

**En las edificaciones establecidas en la fracción II del artículo 53 de este Reglamento, el Departamento exigirá la realización de estudios de factibilidad de tratamiento y reúso de aguas residuales, sujetándose a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y demás ordenamientos aplicables, para definir la obligatoriedad de tener separadas sus instalaciones en aguas pluviales, jabonosas y negras, las cuales se canalizarán por sus respectivos albañales para su uso, aprovechamiento o desalojo; de acuerdo con las Normas Técnicas Complementarias.**

---

**Artículo 156.-**

**En las edificaciones de habitación unifamiliar de hasta 500 m<sup>2</sup> y consumos máximos de agua de 1,000 m<sup>3</sup> bimestrales, ubicadas en zonas donde exista el servicio público de alcantarillado de tipo separado, los desagües serán separados, uno para aguas pluviales y otro para aguas residuales. En el resto de las edificaciones los desagües se harán separados y estarán sujetos a los proyectos de uso racional de agua, reúso, tratamiento, regularización y sitio de descarga que apruebe el Departamento.**

---

**Artículo 157.-**

**Las tuberías de desagüe de los muebles sanitarios deberán de ser de fierro fundido, fierro galvanizado, cobre, cloruro de polivinilo o de otros materiales que aprueben las autoridades competentes.**

**Las tuberías de desagüe tendrán un diámetro no menor de 32 mm, ni inferior al de la boca de desagüe de cada mueble sanitario. Se colocarán con una pendiente mínima de 2%.**

---

**Artículo 158.-**

**Queda prohibido el uso de gárgolas o canales que descarguen agua a chorro fuera de los límites propios de cada predio.**

---

**Artículo 159.-**

**Las tuberías o albañales que conducen las aguas residuales de una edificación hacia afuera de los límites de su predio, deberán ser de 15 cm. de diámetro como mínimo, contar con una pendiente mínima de 2% y cumplir con las normas de calidad que expida la autoridad competente.**

**Los albañales deberán estar provistos en su origen de un tubo ventilador de 5 cm. de diámetro mínimo que se prolongará cuando menos 1.5 m. arriba del nivel de la azotea de la construcción.**

**La conexión de tuberías de desagüe con albañales deberá hacerse por medio de obturadores hidráulicos fijos, provistos de ventilación directa.**

---

**Artículo 160.-**

**Los albañales deberán tener registros colocados a distancias no mayores de diez metros entre cada uno y en cada cambio de dirección del albañal. Los registros deberán ser de 40 x 60 cm., cuando menos, para profundidades de hasta un metro;**

de 50 x 70 cm. cuando menos para profundidades mayores de uno hasta dos metros y de 60 x 80 cm., cuando menos, para profundidades de más de dos metros. Los registros deberán tener tapas con cierre hermético, a prueba de roedores. Cuando un registro deba colocarse bajo locales habitables o complementarios, o locales de trabajo y reunión deberán tener doble tapa con cierre hermético.

---

**Artículo 161.-**

En las zonas donde no exista red de alcantarillado público, el Departamento autorizará el uso de fosas sépticas de procesos bioenzimáticos de transformación rápida, siempre y cuando se demuestre la absorción del terreno.

A las fosas sépticas descargarán únicamente las aguas negras que provengan de excusados y mingitorios.

En el caso de zonas con suelos inadecuados para la absorción de las aguas residuales, el Departamento determinará el sistema de tratamiento a instalar.

---

**Artículo 162.-**

La descarga de agua de fregaderos que conduzcan a pozos de absorción o terrenos de oxidación deberán contar con trampas de grasa registrables. Los talleres de reparación de vehículos y las gasolineras deberán contar en todos los casos con trampas de grasa en las tuberías de agua residual antes de conectarlas a colectores públicos.

---

**Artículo 163.-**

Se deberán colocar desarenadores en las tuberías de agua residual de estacionamientos públicos descubiertos y circulaciones empedradas de vehículos.

---

**Artículo 163 Bis.-**

En las construcciones en ejecución, cuando haya necesidad de bombear el agua freática durante el proceso de cimentación, o con motivo de cualquier desagüe que se requiera, se descargará el agua en un decantador para evitar que sólidos en suspensión azolven la red de alcantarillado. Queda prohibido desalojar agua al arroyo de la calle o a la coladera pluvial, debiéndose instalar desde el inicio de la construcción el albañal autorizado que se conecta al drenaje.

---

**Artículo 164.-**

En las edificaciones ubicadas en calles con red de alcantarillado público, el propietario deberá solicitar al Departamento la conexión del albañal con dicha red, de conformidad con lo que al efecto dispone el Reglamento de Agua y Drenaje para el Distrito Federal, y pagar los derechos que establezca la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal.

---

**SECCION SEGUNDA  
INSTALACIONES ELECTRICAS**

**Artículo 165.-**

Los proyectos deberán contener como mínimo, en su parte de instalaciones eléctricas, lo siguiente:

I. Diagrama unifilar;

- II. Cuadro de distribución de cargas por circuito;
- III. Planos de planta y elevación, en su caso;
- IV. Croquis de localización del predio en relación a las calles más cercanas;
- V. Lista de materiales y equipo por utilizar, y
- VI. Memoria técnica descriptiva.

---

**Artículo 166.-**

Las instalaciones eléctricas de las edificaciones deberán ajustarse a las disposiciones establecidas en las Normas Técnicas Complementarias de Instalaciones Eléctricas y por este Reglamento.

---

**Artículo 167.-**

Los locales habitables, cocinas y baños domésticos deberán contar por lo menos, con un contacto o salida de electricidad con una capacidad nominal de 15 amperes.

---

**Artículo 168.-**

Los circuitos eléctricos de iluminación de las edificaciones consideradas en el artículo 5 de este Reglamento, deberán tener un interruptor por cada 50 m<sup>2</sup> o fracción de superficie iluminada, excepto las de comercio, recreación e industria, que deberán observar lo dispuesto en las Normas Técnicas Complementarias.

---

**Artículo 169.-**

Las edificaciones de salud, recreación y comunicaciones y transportes deberán tener sistemas de iluminación de emergencia con encendido automático, para iluminar pasillos, salidas, vestíbulos, sanitarios, salas y locales de concurrentes, salas de curaciones, operaciones y expulsión y letreros indicadores de salidas de emergencia, en los niveles de iluminación establecidos por este Reglamento y sus Normas Técnicas Complementarias para esos locales.

---

**SECCION TERCERA  
INSTALACIONES DE COMBUSTIBLES**

**Artículo 170.-**

Las edificaciones que requieran instalaciones de combustibles deberán cumplir con las disposiciones establecidas por las autoridades competentes, así como por las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento.

---

**SECCION CUARTA  
INSTALACIONES TELEFONICAS**

**Artículo 171.-**

Las edificaciones que requieran instalaciones telefónicas deberán cumplir con lo que establezcan las Normas Técnicas de Instalaciones Telefónicas de Teléfonos de México, S. A., así como las siguientes disposiciones:

- I. La unión entre el registro de banqueta y el registro de alimentación de la edificación se hará por medio de tubería de fibrocemento de 10 cm de diámetro mínimo, o plástico rígido de 50 mm mínimo para veinte a cincuenta pares y de 53 mm mínimo para setenta a doscientos pares. Cuando la tubería o ductos de enlace

tengan una longitud mayor de 20 m o cuando haya cambios a más de noventa grados, se deberán colocar registros de paso;

II. Se deberá contar con un registro de distribución para cada siete teléfonos como máximo. La alimentación de los registros de distribución se hará por medio de cables de diez pares y su número dependerá de cada caso particular. Los cables de distribución vertical deberán colocarse en tubos de fierro o plásticos rígidos. La tubería de conexión entre dos registros no podrá tener más de dos curvas de noventa grados. Deberán disponerse registros de distribución a cada 20 m cuando más, de tubería de distribución;

III. Las cajas de registros de distribución y de alimentación deberán colocarse a una altura de 0.60 m del nivel del suelo y en lugares accesibles en todo momento. El número de registros de distribución dependerá de las necesidades de cada caso, pero será cuando menos uno por cada nivel de la edificación, salvo en edificaciones para habitación, en que podrá haber un registro por cada dos niveles. Las dimensiones de los registros de distribución y de alimentación serán las que establecen las Normas Técnicas de Instalaciones Telefónicas de Teléfonos de México, S. A.;

IV. Las líneas de distribución horizontal deberán colocarse en tubería de fierro (conduit no anillado o plástico rígido de 13 mm como mínimo). Para tres o cuatro líneas deberá colocarse registro de 10 x 5 x 3 cm, (chalupa), a cada 20 m de tubería como máximo, a una altura de 0.60 m sobre el nivel del piso; y

V. Las edificaciones que requieran conmutadores o instalaciones telefónicas especiales deberán sujetarse a lo que establecen las Normas Técnicas de instalaciones Telefónicas de Teléfonos de México, S. A.

---

**TITULO SEXTO**  
**SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE LAS CONSTRUCCIONES**  
**CAPITULO I**  
**DISPOSICIONES GENERALES**

**Artículo 172.-**

Este título contiene los requisitos que deben cumplirse en el proyecto, ejecución y mantenimiento de una edificación para lograr un nivel de seguridad adecuado contra fallas estructurales, así como un comportamiento estructural aceptable en condiciones normales de operación.

La documentación requerida del proyecto estructural deberá cumplir con lo previsto en el artículo 56 de este Reglamento.

En el libro de bitácora deberá anotarse, en lo relativo a los aspectos de seguridad estructural, la descripción de los procedimientos de edificación utilizados, las fechas de las distintas operaciones, la interpretación y la forma en que se han resuelto detalles estructurales no contemplados en el proyecto estructural, así como cualquier modificación o adecuación que resulte necesaria al contenido de los mismos. Toda modificación, adición o interpretación de los planos estructurales deberá ser aprobada por el Director Responsable de Obra o por el Corresponsable en Seguridad Estructural, en su caso. Deberán elaborarse planos que incluyan las modificaciones significativas del proyecto estructural que se hayan aprobado y realizado.

Las disposiciones de este Título se aplican tanto a las Edificaciones nuevas como a las modificaciones, ampliaciones, obras de refuerzo, reparaciones y demoliciones de las obras a que se refiere este Reglamento.

Para puentes, túneles, torres, chimeneas y estructuras industriales no convencionales, pueden requerirse disposiciones específicas que difieran en algunos aspectos de las contenidas en este Título. Los procedimientos de revisión de la seguridad para cada uno de estos casos deberán ser aprobados por las autoridades competentes del Departamento.

---

#### Artículo 173.-

El Departamento expedirá Normas Técnicas Complementarias para definir los requisitos específicos de ciertos materiales y sistemas estructurales, así como procedimientos de diseño para acciones particulares, como efectos de sismos y de vientos

---

#### Artículo 174.-

Para los efectos de este Título las construcciones se clasifican en los siguientes grupos:

I.- Grupo A. Edificaciones cuya falla estructural podría causar la pérdida de un número elevado de vidas o pérdidas económicas o culturales excepcionalmente altas, o que constituyan un peligro significativo por contener sustancias tóxicas o explosivas, así como edificaciones cuyo funcionamiento es esencial a raíz de una emergencia urbana, como: hospitales, escuelas, terminales de transporte, estaciones de bomberos, centrales eléctricas y de telecomunicaciones; estadios, depósitos de sustancias inflamables o tóxicas; museos y edificios que alojen archivos y registros públicos de particular importancia, a juicio del Departamento; y

II.- Grupo B.- Edificaciones comunes destinadas a vivienda, oficinas y locales comerciales, hoteles y construcciones comerciales e industriales no incluidas en el Grupo A, las que se subdividen en:

a) Subgrupo B1. Edificaciones de más de 30 m. de altura o con más de 6,000 m<sup>2</sup> de área total construida, ubicadas en las zonas I y II a que se alude en el artículo 175, y construcciones de más de 15 m. de altura o 3,000 m<sup>2</sup> de área total construida, en zona III; en ambos casos las áreas se refieren a un sólo cuerpo de edificio que cuente con medios propios de desalojo, (acceso y escaleras), incluyen las áreas de anexos, como pueden ser los propios cuerpos de escaleras. El área de un cuerpo que no cuente con medios propios de desalojo se adicionará a la de aquél otro a través del cual se desaloje. Además templos, salas de espectáculos y edificios que tengan salas de reunión que puedan alojar más de 200 personas, y

b) Subgrupo B2. Las demás de este grupo.

---

#### Artículo 175.-

Para fines de estas disposiciones, el Distrito Federal se considera dividido en las zonas I a III, dependiendo del tipo de suelo.

Las características de cada zona y los procedimientos para definir la zona que corresponde a cada predio se fijan en el Capítulo VIII de este Título.

---

## CAPITULO II CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS EDIFICACIONES

#### **Artículo 176.-**

**El proyecto arquitectónico de una edificación deberá permitir una estructuración eficiente para resistir las acciones que puedan afectar la estructura, con especial atención a los efectos sísmicos.**

**El proyecto arquitectónico de preferencia permitirá una estructuración regular que cumpla con los requisitos que se establezcan en las Normas Técnicas Complementarias de Diseño Sísmico.**

**Las Edificaciones que no cumplan con dichos requisitos de regularidad se diseñarán para condiciones sísmicas más severas, en la forma que se especifique en las Normas mencionadas.**

---

#### **Artículo 177.-**

**Toda edificación deberá separarse de sus linderos con predios vecinos a una distancia cuando menos igual a la que se señala en el artículo 211 de este Reglamento, el que regirá también las separaciones que deben dejarse en juntas de edificación entre cuerpos distintos de una misma edificación. Los espacios entre Edificaciones vecinas y las juntas de edificación deberán quedar libres de toda obstrucción.**

**Las separaciones que deben dejarse en colindancias y juntas se indicarán claramente en los planos arquitectónicos y en los estructurales.**

---

#### **Artículo 178.-**

**Los acabados y recubrimientos cuyo desprendimiento pueda ocasionar daños a los ocupantes de la edificación o a los que transiten en su exterior, deberán fijarse mediante procedimientos aprobados por el Director Responsable de Obra y por el Corresponsable en Seguridad Estructural, en su caso. Particular atención deberá darse a los recubrimientos pétreos en fachadas y escaleras, a las fachadas prefabricadas de concreto, así como a los plafones de elementos prefabricados de yeso y otros materiales pesados.**

---

#### **Artículo 179.-**

**Los elementos no estructurales que puedan restringir las deformaciones de la estructura, o que tengan un peso considerable, muros divisorios, de colindancia y de fachada, pretilos y otros elementos rígidos en fachadas, escaleras y equipos pesados, tanques, tinacos y casetas, deberán ser aprobados en sus características y en su forma de fijación por el Director Responsable de Obra y por el Corresponsable en Seguridad Estructural en obras en que éste sea requerido.**

**El mobiliario, los equipos y otros elementos cuyo volteo o desprendimiento pueda ocasionar daños físicos o materiales, como libreros altos, anaqueles y tableros eléctricos o telefónicos, deben fijarse de tal manera que se eviten estos daños.**

---

#### **Artículo 180.-**

**Los anuncios adosados, colgantes y de azotea, de gran peso y dimensiones deberán ser objeto de diseño estructural en los términos de este Título, con particular atención a los efectos del viento. Deberán diseñarse sus apoyos y fijaciones a la estructura principal y deberá revisarse su efecto en la estabilidad de dicha estructura. El proyecto de estos anuncios deberá ser aprobado por el Director Responsable de Obra o por el Corresponsable en Seguridad Estructural en obras en que éste sea requerido.**

---

**Artículo 181.-**

Cualquier perforación o alteración en un elemento estructural para alojar ductos o instalaciones deberá ser aprobado por el Director Responsable de Obra o por el Corresponsable en Seguridad Estructural en su caso, quien elaborará planos de detalle que indiquen las modificaciones y refuerzos locales necesarios.

No se permitirá que las instalaciones de gas, agua y drenaje crucen juntas constructivas de un edificio a menos que se provean de conexiones flexibles o de tramos flexibles.

---

**CAPITULO III  
CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL**

**Artículo 182.-**

Toda estructura y cada una de sus partes deberán diseñarse para cumplir con los requisitos básicos siguientes:

- I. Tener seguridad adecuada contra la aparición de todo estado límite de falla posible ante las combinaciones de acciones más desfavorables que puedan presentarse durante su vida esperada, y
- II. No rebasar ningún estado límite de servicio ante combinaciones de acciones que corresponden a condiciones normales de operación.

El cumplimiento de estos requisitos se comprobará con los procedimientos establecidos en este Capítulo.

---

**Artículo 183.-**

Se considerará como estado límite de falla cualquier situación que corresponda al agotamiento de la capacidad de carga de la estructura o de cualesquiera de sus componentes, incluyendo la cimentación, o al hecho de que ocurran daños irreversibles que afecten significativamente la resistencia ante nuevas aplicaciones de carga.

Las Normas Técnicas Complementarias establecerán los estados límite de falla más importantes para cada material y tipo de estructura.

---

**Artículo 184.-**

Se considerará como estado límite de servicio la ocurrencia de desplazamientos, agrietamientos, vibraciones o daños que afecten el correcto funcionamiento de la edificación, pero que no perjudiquen su capacidad para soportar cargas.

En las Edificaciones comunes, la revisión del estado límite de desplazamientos se cumplirá si se verifica que no exceden los valores siguientes:

- I. Un desplazamiento vertical en el centro de trabes en el que se incluyen efectos a largo plazo, igual al claro entre 240 más 0.5 cm; además, en miembros en los cuales sus desplazamientos afecten a elementos no estructurales, como muros de mampostería, los cuales no sean capaces de soportar desplazamientos apreciables, se considerará como estado límite a un desplazamiento vertical, medido después de colocar los elementos no estructurales igual al claro de la trabe entre 480 más 0.3 cm. Para elementos en voladizo los límites anteriores se duplicarán.

**II. Un desplazamiento horizontal relativo entre dos niveles sucesivos de la estructura, igual a la altura del entrepiso dividido entre 500 para edificaciones en las cuales se hayan unido los elementos no estructurales capaces de sufrir daños bajo pequeños desplazamientos; en otros casos, el límite será igual a la altura del entrepiso dividido entre 250. Para diseño sísmico se observará lo dispuesto en el Capítulo VI de este Reglamento;**

**Se observará, además, lo que dispongan las Normas Técnicas Complementarias relativas a los distintos tipos de estructuras.**

**Adicionalmente se respetarán los estados límite de servicio de la cimentación y los relativos a diseño sísmico, especificados en los capítulos respectivos de este Título.**

---

#### **Artículo 185.-**

**En el diseño de toda estructura deberán tomarse en cuenta los efectos de las cargas muertas, de las cargas vivas, del sismo y del viento, cuando este último sea significativo. Las intensidades de estas acciones que deban considerarse en el diseño y la forma en que deben calcularse sus efectos se especifican en los Capítulos IV, V, VI y VII de este Título. La manera en que deben combinarse sus efectos se establece en los artículos 188 y 193 de este Reglamento.**

**Cuando sean significativos, deberán tomarse en cuenta los efectos producidos por otras acciones, como los empujes de tierras y líquidos, los cambios de temperatura, las contracciones de los materiales, los hundimientos de los apoyos y las solicitaciones originadas por el funcionamiento de maquinaria y equipo que no estén tomadas en cuenta en las cargas especificadas en el Capítulo V de este Título para diferentes destinos de las Edificaciones. Las intensidades de estas acciones que deben considerarse para el diseño, la forma en que deben integrarse a las distintas combinaciones de acciones y a la manera de analizar sus efectos en las estructuras se apegarán a los criterios generales establecidos en este Capítulo.**

---

#### **Artículo 186.-**

**Se considerarán tres categorías de acciones, de acuerdo con la duración en que obran sobre las estructuras con su intensidad máxima:**

**I. Las acciones permanentes son las que obran en forma continua sobre la estructura y cuya intensidad varía poco con el tiempo. Las principales acciones que pertenecen a esta categoría son: la carga muerta; el empuje estático de tierras y de líquidos y las deformaciones y desplazamientos impuestos a la estructura que varían poco con el tiempo, como los debidos a presfuerzos o a movimientos diferenciales permanentes de los apoyos;**

**II. Las acciones variables son las que obran sobre la estructura con una intensidad que varía significativamente con el tiempo. Las principales acciones que entran en esta categoría son: la carga viva; los efectos de temperatura; las deformaciones impuestas y los hundimientos diferenciales que tengan una intensidad variable con el tiempo, y las acciones debidas al funcionamiento de maquinaria y equipo, incluyendo los efectos dinámicos que pueden presentarse debido a vibraciones, impacto o frenaje, y**

**III. Las acciones accidentales son las que no se deben al funcionamiento normal de la edificación y que pueden alcanzar intensidades significativas sólo durante lapsos breves. Pertenecen a esta categoría: las acciones sísmicas; los efectos del viento; los efectos de explosiones, incendios y otros fenómenos que pueden presentarse en casos extraordinarios. Será necesario tomar precauciones en las estructuras, en su**

cimentación y en los detalles constructivos, para evitar un comportamiento catastrófico de la estructura para el caso de que ocurran estas acciones.

---

#### **Artículo 187.-**

Quando deba considerarse en el diseño el efecto de acciones cuyas intensidades no estén especificadas en este Reglamento ni en sus Normas Técnicas Complementarias, estas intensidades deberán establecerse siguiendo procedimientos aprobados por el Departamento y con base en los criterios generales siguientes:

I. Para acciones permanentes se tomará en cuenta la variabilidad de las dimensiones de los elementos, de los pesos volumétricos y de las otras propiedades relevantes de los materiales, para determinar un valor máximo probable de la intensidad. Cuando el efecto de la acción permanente sea favorable a la estabilidad de la estructura, se determinará un valor mínimo probable de la intensidad;

II. Para acciones variables se determinarán las intensidades siguientes que correspondan a las combinaciones de acciones para las que deba revisarse la estructura:

a) La intensidad máxima se determinará como el valor máximo probable durante la vida esperada de la edificación. Se empleará para combinación con los efectos de acciones permanentes;

b) La intensidad instantánea se determinará como el valor máximo probable en el lapso en que pueda representarse una acción accidental, como el sismo, y se empleará para combinaciones que incluyan acciones accidentales o más de una acción variable;

c) La intensidad media se estimará como el valor medio que puede tomar la acción en un lapso de varios años y se empleará para estimar efectos a largo plazo, y

d) La intensidad mínima se empleará cuando el efecto de la acción sea favorable a la estabilidad de la estructura y se tomará, en general, igual a cero.

III. Para las acciones accidentales se considerará como intensidad de diseño el valor que corresponde a un periodo de recurrencia de cincuenta años.

Las intensidades supuestas para las acciones no especificadas deberán justificarse en la memoria de cálculo y consignarse en los planos estructurales.

---

#### **Artículo 188.-**

La seguridad de una estructura deberá verificarse para el efecto combinado de todas las acciones que tengan una probabilidad no despreciable de ocurrir simultáneamente, considerándose dos categorías de combinaciones:

I. Para las combinaciones que incluyan acciones permanentes y acciones variables, se considerarán todas las acciones permanentes que actúen sobre la estructura y las distintas acciones variables, de las cuales la más desfavorable se tomará con su intensidad máxima y el resto con su intensidad instantánea, o bien todas ellas con su intensidad media cuando se trate de evaluar efectos a largo plazo.

Para la combinación de carga muerta más carga viva, se empleará la intensidad máxima de la carga viva del artículo 199 de este Reglamento, considerándola uniformemente repartida sobre toda el área. Cuando se tomen en cuenta distribuciones de la carga viva más desfavorables que la uniformemente repartida,

deberán tomarse los valores de la intensidad instantánea especificada en el mencionado artículo, y

**II. Para las combinaciones que incluyan acciones permanentes, variables y accidentales, se considerarán todas las acciones permanentes, las acciones variables con sus valores instantáneos y únicamente una acción accidental en cada combinación.**

**En ambos tipos de combinación los efectos de todas las acciones deberán multiplicarse por los factores de carga apropiados de acuerdo con el artículo 194 de este Capítulo.**

---

**Artículo 189.-**

**Las fuerzas internas y las deformaciones producidas por las acciones se determinarán mediante un análisis estructural realizado por un método reconocido que tome en cuenta las propiedades de los materiales ante los tipos de carga que se estén considerando.**

---

**Artículo 190.-**

**Se entenderá por resistencia la magnitud de una acción, o de una combinación de acciones, que provocaría la aparición de un estado límite de falla de la estructura o cualesquiera de sus componentes.**

**En general, la resistencia se expresará en términos de la fuerza interna, o combinación de fuerzas internas, que corresponden a la capacidad máxima de las secciones críticas de la estructura. Se entenderá por fuerzas internas las fuerzas axiales y cortantes y los momentos de flexión y torsión que actúan en una sección de la estructura.**

---

**Artículo 191.-**

**Los procedimientos para la determinación de la resistencia de diseño y de los factores de resistencia correspondientes a los materiales y sistemas constructivos más comunes se establecerán en las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento. Para determinar la resistencia de diseño ante estados límite de falla de cimentaciones se emplearán procedimientos y factores de resistencia especificados en el Capítulo VIII de este Título y en sus Normas Técnicas Complementarias.**

**En casos no comprendidos en los documentos mencionados, la resistencia de diseño se determinará con procedimientos analíticos basados en evidencia teórica y experimental, o con procedimientos experimentales de acuerdo con el artículo 192 de este Reglamento. En ambos casos, el procedimiento para la determinación de la resistencia de diseño deberá ser aprobado por el Departamento.**

**Cuando se siga un procedimiento no establecido en las Normas Técnicas Complementarias, el Departamento podrá exigir una verificación directa de la resistencia por medio de una prueba de carga realizada de acuerdo con lo que dispone el Capítulo XI de este Título.**

---

**Artículo 192.-**

**La determinación de la resistencia podrá llevarse a cabo por medio de ensayos diseñados para simular, en modelos físicos de la estructura o de porciones de ella, el efecto de las combinaciones de acciones que deban considerarse de acuerdo con el artículo 188 de este Reglamento.**

Cuando se trate de estructuras o elementos estructurales que se produzcan en forma industrializada, los ensayos se harán sobre muestras de la producción o de prototipos. En otros casos, los ensayos podrán efectuarse sobre modelos de la estructura en cuestión.

La selección de las partes de la estructura que se ensayen y del sistema de carga que se aplique deberá hacerse de manera que se obtengan las condiciones más desfavorables que puedan presentarse en la práctica, pero tomando en cuenta la interacción con otros elementos estructurales.

Con base en los resultados de los ensayos, se deducirá una resistencia de diseño, tomando en cuenta las posibles diferencias entre las propiedades mecánicas y geométricas medidas en los especímenes ensayados y las que puedan esperarse en las estructuras reales.

El tipo de ensaye, el número de especímenes y el criterio para la determinación de la resistencia de diseño se fijarán con base en criterios probabilísticos y deberán ser aprobados por el Departamento, el cual podrá exigir una comprobación de la resistencia de la estructura mediante una prueba de carga de acuerdo con el Capítulo XI de este Título.

---

#### Artículo 193.-

Se revisará que para las distintas combinaciones de acciones especificadas en el artículo 188 de este Reglamento y para cualquier estado límite de falla posible, la resistencia de diseño sea mayor o igual al efecto de las acciones que intervengan en la combinación de cargas en estudio, multiplicado por los factores de carga correspondientes, según lo especificado en el artículo 194 de este Reglamento.

También se revisará que bajo el efecto de las posibles combinaciones de acciones sin multiplicar por factores de carga, no se rebase algún estado límite de servicio.

---

#### Artículo 194.-

El factor de carga se determinará de acuerdo con las reglas siguientes:

I. Para combinaciones de acciones clasificadas en la fracción I del artículo 188, se aplicará un factor de carga de 1.4.

Cuando se trate de Edificaciones del Grupo A, el factor de carga para este tipo de combinación se tomará igual a 1.5;

II. Para combinaciones de acciones clasificadas en la fracción II del artículo 188 se considerará un factor de carga de 1.1 aplicado a los efectos de todas las acciones que intervengan en la combinación;

III. Para acciones o fuerzas internas cuyo efecto sea favorable a la resistencia o estabilidad de la estructura, el factor de carga se tomará igual a 0.9; además, se tomará como intensidad de la acción el valor mínimo probable de acuerdo con el artículo 187 de este Reglamento, y

IV. Para revisión de estados límite de servicio se tomará en todos los casos un factor de carga unitario.

---

#### Artículo 195.-

Se podrán emplear criterios de diseño diferentes de los especificados en este capítulo y en las Normas Técnicas Complementarias si se justifica, a satisfacción del

Departamento, que los procedimientos de diseño empleados dan lugar a niveles de seguridad no menores que los que se obtengan empleando los previstos en este Ordenamiento, tal justificación deberá realizarse previamente a la solicitud de la licencia.

---

#### **CAPITULO IV CARGAS MUERTAS**

##### **Artículo 196.-**

Se considerarán como cargas muertas los pesos de todos los elementos constructivos, de los acabados y de todos los elementos que ocupan una posición permanente y tienen un peso que no cambia sustancialmente con el tiempo.

Para la evaluación de las cargas muertas se emplearán las dimensiones especificadas de los elementos constructivos y los pesos unitarios de los materiales. Para estos últimos se utilizarán valores mínimos probables cuando sea más desfavorable para la estabilidad de la estructura considerar una carga muerta menor, como en el caso de volteo, flotación, lastre y succión producida por viento. En otros casos se emplearán valores máximos probables.

---

##### **Artículo 197.-**

El peso muerto calculado de losas de concreto de peso normal coladas en el lugar se incrementará en 20 kg./m<sup>2</sup>. Cuando sobre una losa colada en el lugar o precolada, se coloque una capa de mortero de peso normal, el peso calculado de esta capa se incrementará también en 20 kg./m<sup>2</sup>, de manera que el incremento total será de 40 kg./m<sup>2</sup>. Tratándose de losas y morteros que posean pesos volumétricos diferentes del normal, estos valores se modificarán en proporción a los pesos volumétricos.

Estos aumentos no se aplicarán cuando el efecto de la carga muerta sea favorable a la estabilidad de la estructura.

---

#### **CAPITULO V CARGAS VIVAS**

##### **Artículo 198.-**

Se considerarán cargas vivas las fuerzas que se producen por el uso y ocupación de las Edificaciones y que no tienen carácter permanente. A menos que se justifiquen racionalmente otros valores, estas cargas se tomarán iguales a las especificadas en el artículo 199.

Las cargas especificadas no incluyen el peso de muros divisorios de mampostería o de otros materiales, ni el de muebles, equipos u objetos de peso fuera de lo común, como cajas fuertes de gran tamaño, archivos importantes, libreros pesados o cortinajes en salas de espectáculos. Cuando se prevean tales cargas deberán cuantificarse y tomarse en cuenta en el diseño en forma independiente de la carga viva especificada. Los valores adoptados deberán justificarse en la memoria de cálculo e indicarse en los planos estructurales.

---

##### **Artículo 199.-**

Para la aplicación de las cargas vivas unitarias se deberá tomar en consideración las siguientes disposiciones:

I. La carga viva máxima  $W_m$  se deberá emplear para diseño estructural por fuerzas gravitacionales y para calcular asentamientos inmediatos en suelos, así como en el diseño estructural de los cimientos ante cargas gravitacionales;

II. La carga instantánea  $W_a$  se deberá usar para diseño sísmico y por viento y cuando se revisen distribuciones de carga más desfavorables que la uniformemente repartida sobre toda el área;

III. La carga media  $W$  se deberá emplear en el cálculo de asentamientos diferidos y para el cálculo de flechas diferidas;

IV. Cuando el efecto de la carga viva sea favorable para la estabilidad de la estructura, como en el caso de problemas de flotación, volteo y de succión por viento, su intensidad se considerará nula sobre toda el área, a menos que pueda justificarse otro valor acorde con la definición del artículo 187 de este Reglamento, y

V. Las cargas uniformes de la tabla siguiente se considerarán distribuidas sobre el área tributaria de cada elemento

**TABLA DE CARGAS VIVAS UNITARIAS, EN kg/m<sup>2</sup>**

Destino de piso o cubierta	w	$w_a$	$w_m$	Observaciones
a) Habitación (casa-habitación, departamentos, viviendas, dormitorios, cuartos de hotel, internados de escuelas, cuarteles, cárceles, correccionales, hospitales y similares)	70	90	170	(1)
b) Oficinas, despachos y laboratorios	100	180	250	(2)
c) Comunicación para peatones (pasillos, escaleras, rampas, vestíbulos y pasajes de acceso libre al público)	40	150	350	(3),(4)
d) Estadios y lugares de reunión sin asientos individuales	40	350	450	(5)
e) Otros lugares de reunión (templos, cines, teatros, gimnasios, salones de baile, restaurantes, bibliotecas, aulas, salas de juego y similares)	40	250	350	(5)
f) Comercios, fábricas y bodegas	$0.8W_m$	$0.9W_m$	$W_m$	(6)
g) Cubiertas y azoteas con pendiente no mayor de 5%	15	70	100	(4),(7)
h) Cubiertas y azoteas con pendiente mayor de 5%	5	20	40	(4)(7)(8)
i) Volados en vía pública (marquesinas balcones y similares)	15	70	300	
j) Garages y estacionamientos (para automóviles)	40	100	250	(9)

exclusivamente)				
-----------------	--	--	--	--

## OBSERVACIONES A LA TABLA DE CARGAS VIVAS UNITARIAS

1. Para elementos con área tributaria mayor de 36 m<sup>2</sup>, Wm podrá reducirse, tomándola igual a  $100 + 420A^{(-1/2)}$  (A es el área tributaria en m<sup>2</sup>). Cuando sea más desfavorable se considerará en lugar de Wm, una carga de 500 kg. aplicada sobre un área de 50 x 50 cm en la posición más crítica.

Para sistemas de piso ligeros con cubierta rigidizante, se considerará en lugar de Wm, cuando sea más desfavorable, una carga concentrada de 250 kg. para el diseño de los elementos de soporte y de 100 kg. para el diseño de la cubierta, en ambos casos ubicadas en la posición más desfavorable.

Se considerarán sistemas de piso ligeros aquellos formados por tres o más miembros aproximadamente paralelos y separados entre sí no más de 80 cm y unidos con una cubierta de madera contrachapada, de duelas de madera bien clavadas u otro material que proporcione una rigidez equivalente.

2. Para elementos con área tributaria mayor de 36 m<sup>2</sup>, Wm podrá reducirse, tomándola igual a  $180 + 420A^{(-1/2)}$  (A es el área tributaria, en m<sup>2</sup>). Cuando sea más desfavorable se considerará en lugar de Wm, una carga de 1,000 kg. aplicada sobre un área de 50 x 50 cm en la posición más crítica.

Para sistemas de piso ligeros con cubierta rigidizante, definidos como en la nota (1), se considerará en lugar de Wm, cuando sea más desfavorable, una carga concentrada de 500 kg. para el diseño de los elementos de soporte y de 150 kg. para el diseño de la cubierta, ubicadas en la posición más desfavorable.

3. En áreas de comunicación de casas de habitación y edificios de departamentos se considerará la misma carga viva que en el caso a) de la tabla.

4. Para el diseño de los pretilas y barandales en escaleras, rampas, pasillos y balcones, se deberá fijar una carga por metro lineal no menor de 100 kg./ml actuando al nivel de pasamanos y en la dirección más desfavorable.

5. En estos casos deberá prestarse particular atención a la revisión de los estados límite de servicio relativos a vibraciones.

6. Atendiendo al destino del piso se determinará con los criterios del artículo 187, la carga unitaria, Wm, que no será inferior a 350 kg./m<sup>2</sup> y deberá especificarse en los planos estructurales y en placas colocadas en lugares fácilmente visibles de la edificación.

7. Las cargas vivas especificadas para cubiertas y azoteas no incluyen las cargas producidas por tinacos y anuncios, ni las que se deben a equipos u objetos pesados que puedan apoyarse en o colgarse del techo. Estas cargas deben preverse por separado y especificarse en los planos estructurales.

Adicionalmente, los elementos de las cubiertas y azoteas deberán revisarse con una carga concentrada de 100 kg. en la posición más crítica.

8. Además, en el fondo de los valles de techos inclinados se considerará una carga, debida al granizo, de 30 kg. por cada metro cuadrado de proyección horizontal del techo que desagüe hacia el valle. Esta carga se considerará como una acción accidental para fines de revisión de la seguridad y se le aplicarán los factores de carga correspondientes según el artículo 194.

9. Más una concentración de 1,500 kg. en el lugar más desfavorable del miembro estructural de que se trate.

---

**Artículo 200.-**

Durante el proceso de edificación deberán considerarse las cargas vivas transitorias que puedan producirse; éstas incluirán el peso de los materiales que se almacenen temporalmente, el de los vehículos y equipo, el de colado de plantas superiores que se apoyen en la planta que se analiza y del personal necesario, no siendo este último peso menor de 150 kg./m<sup>2</sup>. Se considerará, además, una concentración de 150 kg. en el lugar más desfavorable.

---

**Artículo 201.-**

El propietario o poseedor será responsable de los perjuicios que ocasione el cambio de uso de una edificación, cuando produzca cargas muertas o vivas mayores o con una distribución más desfavorable que las del diseño aprobado.

---

**CAPITULO VI  
DISEÑO POR SISMO**

**Artículo 202.-**

En este Capítulo se establecen las bases y requisitos generales mínimos de diseño para que las estructuras tengan seguridad adecuada ante los efectos de los sismos. Los métodos de análisis y los requisitos para estructuras específicas se detallarán en las Normas Técnicas Complementarias.

---

**Artículo 203.-**

Las estructuras se analizarán bajo la acción de dos componentes horizontales ortogonales no simultáneos del movimiento del terreno. Las deformaciones y fuerzas internas que resulten se combinarán entre sí como lo especifiquen las Normas Técnicas Complementarias, y se combinarán con los efectos de fuerzas gravitacionales y de las otras acciones que correspondan según los criterios que establece el Capítulo III de este Título.

Según sean las características de la estructura de que se trate, ésta podrá analizarse por sismo mediante el método simplificado, el método estático o uno de los dinámicos que describan las Normas Técnicas Complementarias, con las limitaciones que ahí se establezcan.

En el análisis se tendrá en cuenta la rigidez de todo elemento, estructural o no, que sea significativa. Con las salvedades que corresponden al método simplificado de análisis, se calcularán las fuerzas sísmicas, deformaciones y desplazamientos laterales de la estructura, incluyendo sus giros por torsión y teniendo en cuenta los efectos de flexión de sus elementos y, cuando sean significativos, los de fuerza cortante, fuerza axial y torsión de los elementos, así como los efectos de segundo orden, entendidos éstos como los de las fuerzas gravitacionales actuando en la estructura deformada ante la acción tanto de dichas fuerzas como de las laterales.

Se verificará que la estructura y su cimentación no alcancen ningún estado límite de falla o de servicio a que se refiere este Reglamento. Los criterios que deben aplicarse se especifican en este Capítulo.

Para el diseño de todo elemento que contribuya en más del 35% a la capacidad total en fuerza cortante, momento torsionante o momento de volteo de un entrepiso dado,

se adoptarán factores de resistencia 20% inferiores a los que le corresponderían de acuerdo con los artículos respectivos de las Normas Técnicas Complementarias.

---

#### **Artículo 204.-**

Tratándose de muros divisorios, de fachada o de colindancia, se deberán observar las siguientes reglas:

I. Los muros que contribuyan a resistir fuerzas laterales se ligarán adecuadamente a los marcos estructurales o a castillos y dadas en todo el perímetro del muro, su rigidez se tomará en cuenta en el análisis sísmico y se verificará su resistencia de acuerdo con las Normas correspondientes.

Los castillos y dadas a su vez estarán ligados a los marcos. Se verificará que las vigas o losas y columnas resistan la fuerza cortante, el momento flexionante, las fuerzas axiales y, en su caso, las torsiones que en ellas induzcan los muros. Se verificará, asimismo, que las uniones entre elementos estructurales resistan dichas acciones, y

II. Cuando los muros no contribuyan a resistir fuerzas laterales, se sujetarán a la estructura de manera que no restrinjan su deformación en el plano del muro. Preferentemente estos muros serán de materiales muy flexibles o débiles.

---

#### **Artículo 205.-**

Para los efectos de este Capítulo se considerarán las zonas del Distrito Federal que fija el artículo 219 de este Reglamento.

---

#### **Artículo 206.-**

El coeficiente sísmico,  $c$ , es el cociente de la fuerza cortante horizontal que debe considerarse que actúa en la base de la edificación por efecto del sismo, entre el peso de ésta sobre dicho nivel.

Con este fin se tomará como base de la estructura el nivel a partir del cual sus desplazamientos con respecto al terreno circundante comienzan a ser significativos. Para calcular el peso total se tendrán en cuenta las cargas muertas y vivas que correspondan según los Capítulos IV y V de este Título.

El coeficiente sísmico para las Edificaciones clasificadas como del grupo B en el artículo 174 se tomará igual a 0.16 en la zona I, 0.32 en la II y 0.40 en la III, a menos que se emplee el método simplificado de análisis, en cuyo caso se aplicarán los coeficientes que fijen las Normas Técnicas Complementarias, y a excepción de las zonas especiales en las que dichas Normas especifiquen otros valores de  $c$ . Para las estructuras del grupo A se incrementará el coeficiente sísmico en 50 por ciento.

---

#### **Artículo 207.-**

Cuando se aplique el método estático o un método dinámico para análisis sísmico, podrán reducirse con fines de diseño las fuerzas sísmicas calculadas, empleando para ello los criterios que fijen las Normas Técnicas Complementarias, en función de las características estructurales y del terreno. Los desplazamientos calculados de acuerdo con estos métodos, empleando las fuerzas sísmicas reducidas, deben multiplicarse por el factor de comportamiento sísmico que marquen dichas Normas.

Los coeficientes que especifiquen las Normas Técnicas Complementarias para la aplicación del método simplificado de análisis tomarán en cuenta todas las

reducciones que procedan por los conceptos mencionados. Por ello las fuerzas sísmicas calculadas por este método no deben sufrir reducciones adicionales.

---

**Artículo 208.-**

Se verificará que tanto la estructura como su cimentación resistan las fuerzas cortantes, momentos torsionantes de entrepiso y momentos de volteo inducidos por sismo combinados con los que correspondan a otras solicitaciones, y afectados del correspondiente factor de carga.

---

**Artículo 209.-**

Las diferencias entre los desplazamientos laterales de pisos consecutivos debidos a las fuerzas cortantes horizontales, calculados con alguno de los métodos de análisis sísmico mencionado en el artículo 203 de este Reglamento, no excederán a 0.006 veces la diferencia de elevaciones correspondientes, salvo que los elementos incapaces de soportar deformaciones apreciables, como los muros de mampostería, estén separados de la estructura principal de manera que no sufran daños por las deformaciones de ésta. En tal caso, el límite en cuestión será de 0.012.

El cálculo de deformaciones laterales podrá omitirse cuando se aplique el método simplificado de análisis sísmico.

---

**Artículo 210.-**

En fachadas tanto interiores como exteriores, la colocación de los vidrios en los marcos o la liga de éstos con la estructura serán tales que las deformaciones de ésta no afecten a los vidrios. La holgura que debe dejarse entre vidrios y marcos o entre éstos y la estructura se especificará en las Normas Técnicas Complementarias.

---

**Artículo 211.-**

Toda edificación deberá separarse de sus linderos con los predios vecinos una distancia no menor de 5 cm ni menor que el desplazamiento horizontal calculado para el nivel de que se trate, aumentado en 0.001, 0.003 ó 0.006 de la altura de dicho nivel sobre el terreno en las zonas I, II o III, respectivamente. El desplazamiento calculado será el que resulte del análisis con las fuerzas sísmicas reducidas según los criterios que fijan las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo, multiplicado por el factor de comportamiento sísmico marcado por dichas Normas.

En caso de que en un predio adyacente se encuentre una construcción que esté separada del lindero una distancia menor que la antes especificada, deberán tomarse precauciones para evitar daños por el posible contacto entre las dos construcciones durante un sismo.

Si se emplea el método simplificado de análisis sísmico, la separación mencionada no será, en ningún nivel, menor de 5 cm ni menor de la altura del nivel sobre el terreno multiplicada por 0.007, 0.009 ó 0.012 según que la edificación se halle en las zonas I, II o III, respectivamente.

La separación entre cuerpos de un mismo edificio o entre edificios adyacentes será cuando menos igual a la suma de las que de acuerdo con los párrafos precedentes corresponden a cada uno.

Podrá dejarse una separación igual a la mitad de dicha suma si los dos cuerpos tienen la misma altura y estructuración y, además las losas coinciden a la misma altura, en todos los niveles.

Se anotarán en los planos arquitectónicos y en los estructurales las separaciones que deben dejarse en los linderos y entre cuerpos de un mismo edificio.

Los espacios entre Edificaciones colindantes y entre cuerpos de un mismo edificio deben quedar libres de todo material. Si se usan tapajuntas, éstas deben permitir los desplazamientos relativos tanto en su plano como perpendicularmente a él.

---

**Artículo 212.-**

El análisis y diseño estructurales de puentes, tanques, chimeneas, silos, muros de retención y otras Edificaciones que no sean edificios, se harán de acuerdo con lo que marquen las Normas Técnicas Complementarias y, en los aspectos no cubiertos por ellas, se hará de manera congruente con ellas y con este Capítulo, previa aprobación del Departamento.

---

**CAPITULO VII  
DISEÑO POR VIENTO**

**Artículo 213.-**

En este Capítulo se establecen las bases para la revisión de la seguridad y condiciones de servicio de las estructuras ante los efectos de viento. Los procedimientos detallados de diseño se encontrarán en las Normas Técnicas Complementarias respectivas.

---

**Artículo 214.-**

Las estructuras se diseñarán para resistir los efectos de viento proveniente de cualquier dirección horizontal. Deberá revisarse el efecto del viento sobre la estructura en su conjunto y sobre sus componentes directamente expuestos a dicha acción.

Deberá verificarse la estabilidad general de las Edificaciones ante volteo. Se considerará, asimismo, el efecto de las presiones interiores en Edificaciones en que pueda haber aberturas significativas. Se revisará también la estabilidad de la cubierta y de sus anclajes.

---

**Artículo 215.-**

En edificios en que la relación entre la altura y la dimensión mínima en planta es menor que cinco y en los que tengan un periodo natural de vibración menor de dos segundos y que cuenten con cubiertas y paredes rígidas ante cargas normales a su plano, el efecto del viento podrá tomarse en cuenta por medio de presiones estáticas equivalentes deducidas de la velocidad de diseño especificada en el artículo siguiente.

Se requerirán procedimientos especiales de diseño que tomen en cuenta las características dinámicas de la acción del viento en Edificaciones que no cumplan con los requisitos del párrafo anterior, y en particular en cubiertas colgantes, en chimeneas y torres, en edificios de forma irregular y en todos aquellos cuyas paredes y cubiertas exteriores tengan poca rigidez ante cargas normales a su plano o cuya forma propicie la generación periódica de vórtices.

---

**Artículo 216.-**

En las áreas urbanas y suburbanas del Distrito Federal se tomará como base una velocidad de viento de 80 km/hr. para el diseño de las Edificaciones del grupo B del artículo 174 de este Reglamento.

Las presiones que se producen para esta velocidad se modificarán tomando en cuenta la importancia de la edificación, las características del flujo del viento en el sitio donde se ubica la estructura y la altura sobre el nivel del terreno a la que se encuentra ubicada el área expuesta al viento.

La forma de realizar tales modificaciones y los procedimientos para el cálculo de las presiones que se producen en distintas porciones del edificio se establecerán en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Viento.

---

## CAPITULO VIII DISEÑO DE CIMENTACIONES

### Artículo 217.-

En este Capítulo se disponen los requisitos mínimos para el diseño y edificación de cimentaciones. Requisitos adicionales relativos a los métodos de diseño y edificación y a ciertos tipos específicos de cimentación se fijarán en las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento.

---

### Artículo 218.-

Toda edificación se soportará por medio de una cimentación apropiada.

Las Edificaciones no podrán en ningún caso desplantarse sobre tierra vegetal, suelos o rellenos sueltos o desechos. Sólo será aceptable cimentar sobre terreno natural competente o rellenos artificiales que no incluyan materiales degradables y hayan sido adecuadamente compactados.

El suelo de cimentación deberá protegerse contra deterioro por intemperismo, arrastre por flujo de aguas superficiales o subterráneas y secado local por la operación de calderas o equipos similares.

---

### Artículo 219.-

Para fines de este Título, el Distrito Federal se divide en tres zonas con las siguientes características generales:

**Zona I. Lomas, formadas por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos. En esta Zona, es frecuente la presencia de oquedades en rocas y de cavernas y túneles excavados en suelos para explotar minas de arena;**

**Zona II. Transición, en la que los depósitos profundos se encuentran a 20 m de profundidad, o menos, y que está constituida predominantemente por estratos arenosos y limoarenosos intercalados con capas de arcilla lacustre; el espesor de éstas es variable entre decenas de centímetros y pocos metros, y**

**Zona III. Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla altamente compresible, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla. Estas capas arenosas son de consistencia firme a muy dura y de espesores variables de centímetros a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto puede ser superior a 50 m;**

La zona a que corresponda un predio se determinará a partir de las investigaciones que se realicen en el subsuelo del predio objeto de estudio, tal y como lo establezcan las Normas Técnicas Complementarias. En caso de Edificaciones

ligeras o medianas, cuyas características se definan en dichas Normas, podrá determinarse la zona mediante el mapa incluido en las mismas, si el predio está dentro de la porción zonificada; los predios ubicados a menos de 200 m de las fronteras entre dos de las zonas antes descritas se supondrán ubicados en la más desfavorable.

---

#### **Artículo 220.-**

La investigación del subsuelo del sitio mediante exploración de campo y pruebas de laboratorio deberá ser suficiente para definir de manera confiable los parámetros de diseño de la cimentación, la variación de los mismos en la planta del predio y los procedimientos de edificación. Además, deberá ser tal que permita definir:

I. En la zona I a que se refiere el artículo 219 del Reglamento, si existen en ubicaciones de interés materiales sueltos superficiales, grietas, oquedades naturales o galerías de minas, y en caso afirmativo su apropiado tratamiento, y

II. En las zonas II y III del artículo mencionado en la fracción anterior, la existencia de restos arqueológicos, cimentaciones antiguas, grietas, variaciones fuertes de estratigrafía, historia de carga del predio o cualquier otro factor que pueda originar asentamientos diferenciales de importancia, de modo que todo ello pueda tomarse en cuenta en el diseño.

---

#### **Artículo 221.-**

Deberán investigarse el tipo y las condiciones de cimentación de las Edificaciones colindantes en materia de estabilidad, hundimientos, emersiones, agrietamientos del suelo y desplomes, y tomarse en cuenta en el diseño y edificación de la cimentación en proyecto.

Asimismo, se investigarán la localización y las características de las obras subterráneas cercanas, existentes o proyectadas, pertenecientes a la red de transporte colectivo, de drenaje y de otros servicios públicos, con objeto de verificar que la edificación no cause daños a tales instalaciones ni sea afectada por ellas.

---

#### **Artículo 222.-**

En las zonas II y III señaladas en el artículo 219 de este Reglamento, se tomará en cuenta la evolución futura del proceso de hundimiento regional que afecta a gran parte del Distrito Federal y se preverán sus efectos a corto y largo plazo sobre el comportamiento de la cimentación en proyecto.

---

#### **Artículo 223.-**

La revisión de la seguridad de las cimentaciones, consistirá, de acuerdo con el artículo 193 de este Reglamento, en comparar la resistencia y las deformaciones máximas aceptables del suelo con las fuerzas y deformaciones inducidas por las acciones de diseño. Las acciones serán afectadas por los factores de carga y las resistencias por los factores de resistencia especificados en las Normas Técnicas Complementarias, debiendo revisarse además, la seguridad de los miembros estructurales de la cimentación, con los mismos criterios especificados para la estructura.

---

#### **Artículo 224.-**

En el diseño de toda cimentación, se considerarán los siguientes estados límite, además de los correspondientes a los miembros de la estructura:

**I. De falla:**

- a) Flotación;
- b) Desplazamiento plástico local o general del suelo bajo la cimentación, y
- c) Falla estructural de pilotes, pilas u otros elementos de la cimentación.

**II. De servicio:**

- a) Movimiento vertical medio, asentamiento o emersión, con respecto al nivel del terreno circundante;
- b) Inclinación media, y
- c) Deformación diferencial.

En cada uno de estos movimientos, se considerarán el componente inmediato bajo carga estática, el accidental, principalmente por sismo, y el diferido, por consolidación, y la combinación de los tres. El valor esperado de cada uno de tales movimientos deberá ajustarse a lo dispuesto por las Normas Técnicas Complementarias, para no causar daños intolerables a la propia cimentación, a la superestructura y sus instalaciones, a los elementos no estructurales y acabados, a las Edificaciones vecinas ni a los servicios públicos.

---

**Artículo 225.-**

En el diseño de las cimentaciones se considerarán las acciones señaladas en los Capítulos IV a VII de este Título, así como el peso propio de los elementos estructurales de la cimentación, las descargas por excavación, los efectos del hundimiento regional sobre la cimentación, incluyendo la fricción negativa, los pesos y empujes laterales de los rellenos y lastres que graviten sobre los elementos de la subestructura, la aceleración de la masa del suelo deslizante cuando se incluya sismo, y toda otra acción que se genere sobre la propia cimentación o en su vecindad.

La magnitud de las acciones sobre la cimentación provenientes de la estructura será el resultado directo del análisis de ésta. Para fines de diseño de la cimentación, la fijación de todas las acciones pertinentes será responsabilidad conjunta de los diseñadores de la superestructura y de la cimentación.

En el análisis de los estados límite de falla o servicio, se tomará en cuenta la subpresión del agua, que debe cuantificarse conservadoramente atendiendo a la evolución de la misma durante la vida útil de la estructura. La acción de dicha subpresión se tomará con un factor de carga unitario.

---

**Artículo 226.-**

La seguridad de las cimentaciones contra los estados límite de falla se evaluará en términos de la capacidad de carga neta, es decir, del máximo incremento de esfuerzo que pueda soportar el suelo al nivel de desplante.

La capacidad de carga de los suelos de cimentación se calculará por métodos analíticos o empíricos suficientemente apoyados en evidencias experimentales o se determinará con pruebas de carga. La capacidad de carga de la base de cualquier cimentación se calculará a partir de las resistencias medias de cada uno de los estratos afectados por el mecanismo de falla más crítico. En el cálculo se tomará en

cuenta la interacción entre las diferentes partes de la cimentación y entre ésta y las cimentaciones vecinas.

Cuando en el subsuelo del sitio o en su vecindad existan rellenos sueltos, galerías, grietas u otras oquedades, éstas deberán tratarse apropiadamente o bien considerarse en el análisis de estabilidad de la cimentación.

---

**Artículo 227.-**

Los esfuerzos o deformaciones en las fronteras suelo-estructura necesarios para el diseño estructural de la cimentación, incluyendo presiones de contacto y empujes laterales, deberán fijarse tomando en cuenta las propiedades de la estructura y las de los suelos de apoyo. Con base en simplificaciones e hipótesis conservadoras se determinará la distribución de esfuerzos compatibles con la deformabilidad y resistencia del suelo y de la subestructura para las diferentes combinaciones de solicitaciones a corto y largo plazos, o mediante un estudio explícito de interacción suelo-estructura.

---

**Artículo 228.-**

En el diseño de las excavaciones se considerarán los siguientes estados límite:

I. De falla: colapso de los taludes o de las paredes de la excavación o del sistema de soporte de las mismas, falla de los cimientos de las Edificaciones adyacentes y falla de fondo de la excavación por corte o por subpresión en estratos subyacentes, y

II. De servicio: movimientos verticales y horizontales inmediatos y diferidos por descarga en el área de excavación y en los alrededores. Los valores esperados de tales movimientos deberán ser suficientemente reducidos para no causar daños a las Edificaciones e instalaciones adyacentes ni a los servicios públicos. Además, la recuperación por recarga no deberá ocasionar movimientos totales o diferenciales intolerables para las estructuras que se desplanten en el sitio.

Para realizar la excavación, se podrán usar pozos de bombeo con objeto de reducir las filtraciones y mejorar la estabilidad. Sin embargo, la duración del bombeo deberá ser tan corta como sea posible y se tomarán las precauciones necesarias para que sus efectos queden prácticamente circunscritos al área de trabajo. En este caso, para la evaluación de los estados límite de servicio a considerar en el diseño de la excavación, se tomarán en cuenta los movimientos del terreno debidos al bombeo.

Los análisis de estabilidad se realizarán con base en las acciones aplicables señaladas en los Capítulos IV al VII de este Título, considerándose las sobrecargas que puedan actuar en la vía pública y otras zonas próximas a la excavación.

---

**Artículo 229.-**

Los muros de contención exteriores construidos para dar estabilidad a desniveles del terreno, deberán diseñarse de tal forma que no se rebasen los siguientes estados límite de falla: volteo, desplazamiento del muro, falla de la cimentación del mismo o del talud que lo soporta, o bien rotura estructural. Además, se revisarán los estados límite de servicio, como asentamiento, giro o deformación excesiva del muro. Los empujes se estimarán tomando en cuenta la flexibilidad del muro, el tipo de relleno y el método de colocación del mismo. Los muros incluirán un sistema de drenaje adecuado que limite el desarrollo de empujes superiores a los de diseño por efecto de presión del agua.

Los empujes debidos a solicitaciones sísmicas se calcularán de acuerdo con el criterio definido en el Capítulo VI de este Título.

---

**Artículo 230.-**

Como parte del estudio de mecánica de suelos, se deberá fijar el procedimiento constructivo de las cimentaciones, excavaciones y muros de contención que asegure el cumplimiento de las hipótesis de diseño y garantice la seguridad durante y después de la edificación. Dicho procedimiento deberá ser tal que se eviten daños a las estructuras e instalaciones vecinas por vibraciones o desplazamiento vertical u horizontal del suelo.

Cualquier cambio significativo que deba hacerse al procedimiento de edificación especificado en el estudio geotécnico se analizará con base en la información contenida en dicho estudio.

---

**Artículo 231.-**

La memoria de diseño incluirá una justificación del tipo de cimentación proyectado y de los procedimientos de edificación especificados, así como una descripción explícita de los métodos de análisis usados y del comportamiento previsto para cada uno de los estados límite indicados en los artículos 224, 228 y 229 de este Reglamento. Se anexarán los resultados de las exploraciones, sondeos, pruebas de laboratorio y otras determinaciones y análisis, así como las magnitudes de las acciones consideradas en el diseño, la interacción considerada con las cimentaciones de los inmuebles colindantes y la distancia, en su caso, que se deje entre estas cimentaciones y la que se proyecta.

En el caso de edificios cimentados en terrenos con problemas especiales, y en particular los que se localicen en terrenos agrietados, sobre taludes, o donde existan rellenos o antiguas minas subterráneas, se agregará a la memoria una descripción de estas condiciones y cómo éstas se tomaron en cuenta para diseñar la cimentación.

---

**Artículo 232.-**

En las edificaciones del grupo A y subgrupo B1 a que se refiere el artículo 174 de este Reglamento, deberán hacerse nivelaciones durante la edificación y hasta que los movimientos diferidos se estabilicen, a fin de observar el comportamiento de las excavaciones y cimentaciones y prevenir daños a la propia edificación, a las Edificaciones vecinas y a los servicios públicos. Será obligación del propietario o poseedor de la edificación, proporcionar copia de los resultados de estas mediciones, así como de los planos, memorias de cálculo y otros documentos sobre el diseño de la cimentación a los diseñadores de edificios que se construyan en predios contiguos.

---

**CAPITULO IX  
CONSTRUCCIONES DAÑADAS**

**Artículo 233.-**

Todo propietario o poseedor de un inmueble tiene obligación de denunciar ante el Departamento los daños de que tenga conocimiento que se presenten en dicho inmueble, como los que pueden ser debidos a efectos del sismo, viento, explosión, incendio, hundimiento, peso propio de la edificación y de las cargas adicionales que obran sobre ellas, o a deterioro de los materiales e instalaciones.

---

**Artículo 234.-**

Los propietarios o poseedores de Edificaciones que presenten daños, recabarán un dictamen de estabilidad y seguridad por parte de un Corresponsable en Seguridad Estructural, y del buen estado de las instalaciones, por parte de los Corresponsables respectivos. Si los dictámenes demuestran que no afectan la estabilidad y buen funcionamiento de las instalaciones de la edificación en su conjunto o de una parte significativa de la misma puede dejarse en su situación actual, o bien solo repararse o reforzarse localmente. De lo contrario, el propietario o poseedor de la edificación estará obligado a llevar a cabo las obras de refuerzo y renovación de las instalaciones que se especifiquen en el proyecto respectivo, según lo que se establece en el artículo siguiente.

---

**Artículo 235.-**

El proyecto de refuerzo estructural y las renovaciones de las instalaciones de una edificación, con base en los dictámenes a que se refiere el artículo anterior, deberán cumplir con lo siguiente:

I. Deberá proyectarse para que la edificación alcance cuando menos los niveles de seguridad establecidos para las edificaciones nuevas en este Reglamento;

II. Deberá basarse en una inspección detallada de los elementos estructurales y de las instalaciones, en la que se retiren los acabados y recubrimientos que puedan ocultar daños estructurales, y de las instalaciones;

III. Contendrá las consideraciones hechas sobre la participación de la estructura existente y de refuerzo en la seguridad del conjunto, así como detalles de liga entre ambas, y las modificaciones de las instalaciones;

IV. Se basará en el diagnóstico del estado de: la estructura y las instalaciones dañadas, y en la eliminación de las causas de los daños que se hayan presentado;

V. Deberá incluir una revisión detallada de la cimentación y de las instalaciones ante las condiciones que resulten de las modificaciones a la estructura, y

VI. Será sometido al proceso de revisión que establezca el Departamento para la obtención de la licencia respectiva.

---

**Artículo 236.-**

Antes de iniciar las obras de refuerzo y reparación, deberá demostrarse que el edificio dañado cuenta con la capacidad de soportar las cargas verticales estimadas y 30 por ciento de las laterales que se obtendrían aplicando las presentes disposiciones con las cargas vivas previstas durante la ejecución de las obras. Para alcanzar dicha resistencia será necesario, en los casos que se requiera, recurrir al apuntalamiento o rigidización temporal de algunas partes de la estructura.

---

**CAPITULO X  
OBRAS PROVISIONALES Y MODIFICACIONES**

**Artículo 237.-**

Las obras provisionales, como tribunas para eventos especiales, pasos de carácter temporal para peatones o vehículos durante obras viales o de otro tipo, tapiales, obras falsas y cimbras, deberán proyectarse para cumplir los requisitos de seguridad de este Reglamento.

Las obras provisionales que puedan ser ocupadas por más de cien personas deberán ser sometidas, antes de su uso, a una prueba de carga en términos del Capítulo XI de este Título.

---

**Artículo 238.-**

Las modificaciones de Edificaciones existentes, que impliquen una alteración en su funcionamiento estructural, serán objeto de un proyecto estructural que garantice que tanto la zona modificada como la estructura en su conjunto y su cimentación cumplen con los requisitos de seguridad de este Reglamento. El proyecto deberá incluir los apuntalamientos, rigidizaciones y demás precauciones que se necesiten durante la ejecución de las modificaciones.

---

**CAPITULO XI  
PRUEBAS DE CARGA**

**Artículo 239.-**

Será necesario comprobar la seguridad de una estructura por medio de pruebas de carga en los siguientes casos:

- I. En las edificaciones de recreación, clasificadas en el artículo 5 de este Reglamento y todas aquellas en las que pueda haber frecuentemente aglomeración de personas, así como las obras provisionales que puedan albergar a más de cien personas;
  - II. Cuando no exista suficiente evidencia teórica o experimental para juzgar en forma confiable la seguridad de la estructura en cuestión, y
  - III. Cuando el Departamento lo estime conveniente en razón de duda en la calidad y resistencia de los materiales o en cuanto a los procedimientos constructivos.
- 

**Artículo 240.-**

Para realizar una prueba de carga mediante la cual se requiera verificar la seguridad de la estructura, se seleccionará la forma de aplicación de la carga de prueba y la zona de la estructura sobre la cual se aplicará, de acuerdo con las siguientes disposiciones:

- I. Cuando se trate de verificar la seguridad de elementos o conjuntos que se repiten, bastará seleccionar una fracción representativa de ellos, pero no menos de tres, distribuidos en distintas zonas de la estructura;
- II. La intensidad de la carga de prueba deberá ser igual a 85% de la de diseño incluyendo los factores de carga que correspondan;
- III. La zona en que se aplique será la necesaria para producir en los elementos o conjuntos seleccionados los efectos más desfavorables;
- IV. Previamente a la prueba se someterán a la aprobación del Departamento el procedimiento de carga y el tipo de datos que se recabarán en dicha prueba, tales como deflexiones, vibraciones y agrietamientos;
- V. Para verificar la seguridad ante cargas permanentes, la carga de prueba se dejará actuando sobre la estructura no menos de veinticuatro horas;
- VI. Se considerará que la estructura ha fallado si ocurre colapso, una falla local o incremento local brusco de desplazamiento o de la curvatura de una sección. Además, si veinticuatro horas después de quitar la sobrecarga la estructura no

muestra una recuperación mínima de setenta y cinco por ciento de sus deflexiones, se repetirá la prueba;

VII. La segunda prueba de carga no debe iniciarse antes de setenta y dos horas de haberse terminado la primera;

VIII. Se considerará que la estructura ha fallado si después de la segunda prueba la recuperación no alcanza, en veinticuatro horas, el setenta y cinco por ciento de las deflexiones debidas a dicha segunda prueba

IX. Si la estructura pasa la prueba de carga, pero como consecuencia de ello se observan daños tales como agrietamientos excesivos, deberá repararse localmente y reforzarse;

Podrá considerarse que los elementos horizontales han pasado la prueba de carga, aun si la recuperación de las flechas no alcanzase en setenta y cinco por ciento, siempre y cuando la flecha máxima no exceda de dos milímetros  $+L^2/(20,000h)$ , donde L, es el claro libre del miembro que se ensaye y h su peralte total en las mismas unidades que L; en voladizos se tomará L como el doble del claro libre;

X. En caso de que la prueba no sea satisfactoria, deberá presentarse al Departamento un estudio proponiendo las modificaciones pertinentes, y una vez realizadas éstas, se llevará a cabo una nueva prueba de carga;

XI. Durante la ejecución de la prueba de carga, deberán tomarse las precauciones necesarias para proteger la seguridad de las personas y del resto de la estructura, en caso de falla de la zona ensayada;

El procedimiento para realizar pruebas de carga de pilotes será el incluido en las Normas Técnicas Complementarias relativas a cimentaciones, y

XII. Cuando se requiera evaluar mediante pruebas de carga la seguridad de una edificación ante efectos sísmicos, deberán diseñarse procedimientos de ensayo y criterios de evaluación que tomen en cuenta las características peculiares de la acción sísmica, como son la imposición de efectos dinámicos y de repeticiones de carga alternadas. Estos procedimientos y criterios deberán ser aprobados por el Departamento.

---

**TITULO SEPTIMO  
CONSTRUCCION  
CAPITULO I  
GENERALIDADES**

**Artículo 241.-**

Una copia de los planos registrados y la licencia de edificación, deberá conservarse en las obras durante la ejecución de éstas y estar a disposición de los supervisores del Departamento.

Durante la ejecución de una obra deberán tomarse las medidas necesarias para no alterar el comportamiento ni el funcionamiento de las Edificaciones e instalaciones en predios colindantes o en la vía pública.

Deberán observarse, además, las disposiciones establecidas por los Reglamentos para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión de Ruido y para la Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica Originada por la Emisión de Humos y Polvos.

---

**Artículo 242.-**

Los materiales de construcción y los escombros de las obras podrán colocarse momentáneamente en las banquetas de la vía pública, sin invadir la superficie de rodamiento, durante los horarios y bajo las condiciones que fije el Departamento para cada caso.

---

**Artículo 243.-**

Los vehículos que carguen o descarguen materiales para una obra podrán estacionarse en la vía pública durante los horarios que fije el Departamento y con apego a lo que disponga al efecto el Reglamento de Tránsito del Distrito Federal.

---

**Artículo 244.-**

Los escombros, excavaciones y cualquier otro obstáculo para el tránsito en la vía pública, originados por obras públicas o privadas, serán protegidos con barreras, y señalados adecuadamente por los responsables de las obras, con banderas y letreros durante el día y con señales luminosas claramente visibles durante la noche.

---

**Artículo 245.-**

Los propietarios están obligados a reparar por su cuenta las banquetas y guarniciones que hayan deteriorado con motivo de la ejecución de la obra. En su defecto, el Departamento ordenará los trabajos de reparación o reposición con cargo a los propietarios o poseedores.

---

**Artículo 246.-**

Los equipos eléctricos en instalaciones provisionales, utilizados durante la obra, deberán cumplir con el Reglamento de Instalaciones Eléctricas y las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas.

---

**Artículo 247.-**

Los propietarios de las obras cuya construcción sea suspendida por cualquier causa por más de sesenta días calendario, estarán obligados a limitar sus predios con la vía pública por medio de cercas o bardas y a clausurar los vanos que fuere necesario, a fin de impedir el acceso a la construcción.

---

**Artículo 248.-**

Cuando se interrumpa una excavación, se tomarán las precauciones necesarias para evitar que se presenten movimientos que puedan dañar a las Edificaciones y predios colindantes o las instalaciones de la vía pública y que ocurran fallas en las paredes o taludes de la excavación por intemperismo prolongado.

Se tomarán también las precauciones necesarias para impedir el acceso al sitio de la excavación mediante señalamiento adecuado y barreras para evitar accidentes.

---

**Artículo 249.-**

Los tapiales, de acuerdo con su tipo, deberán cumplir las siguientes disposiciones:

I. De barrera: cuando se ejecuten obras de pintura, limpieza o similares, se colocarán barreras que se puedan remover al suspenderse el trabajo diario. Estarán pintadas y tendrán leyendas de "Precaución". Se construirán de manera que no obstruyan o

impidan la vista de las señales de tránsito, de las placas de nomenclatura o de los aparatos y accesorios de los servicios públicos. En caso necesario, se solicitará al Departamento su traslado provisional a otro lugar;

II. De marquesina: cuando los trabajos se ejecuten a más de diez metros de altura, se colocarán marquesinas que cubran suficientemente la zona inferior de las obras, tanto sobre la banqueta como sobre los predios colindantes. Se colocarán de tal manera que la altura de caída de los materiales de demolición o de construcción sobre ellas, no exceda de cinco metros;

III. Fijos: en las obras que se ejecuten en un predio a una distancia menor de diez metros de la vía pública, se colocarán tapiales fijos que cubran todo el frente de la misma. Serán de madera, lámina, concreto, mampostería o de otro material que ofrezca las mismas garantías de seguridad. Tendrán una altura mínima de dos metros cuarenta centímetros; deberán estar pintados y no tener más claros que los de las puertas, las cuales se mantendrán cerradas. Cuando la fachada quede al paño del alineamiento, el tapial podrá abarcar una franja anexa hasta de cincuenta centímetros sobre la banqueta. Previa solicitud, podrá el Departamento conceder mayor superficie de ocupación de banquetas;

IV. De paso cubierto: en obras cuya altura sea mayor de diez metros o en aquellas en que la invasión de la banqueta lo amerite, el Departamento podrá exigir que se construya un paso cubierto, además del tapial. Tendrá, cuando menos, una altura de dos metros cuarenta centímetros y una anchura libre de un metro veinte centímetros, y

V. En casos especiales, las autoridades podrán permitir o exigir, en su caso, otro tipo de tapiales diferentes a los especificados en este artículo

Ningún elemento de los tapiales quedará a menos de cincuenta centímetros de la vertical sobre la guarnición de la banqueta.

---

## **CAPITULO II SEGURIDAD E HIGIENE EN LAS OBRAS**

### **Artículo 250.-**

Durante la ejecución de cualquier edificación, el Director Responsable de Obra o el propietario de la misma, si ésta no requiere Director Responsable de Obra, tomarán las precauciones, adoptarán las medidas técnicas y realizarán los trabajos necesarios para proteger la vida y la integridad física de los trabajadores y la de terceros, para lo cual deberán cumplir con lo establecido en este Capítulo y con los Reglamentos Generales de Seguridad e Higiene en el Trabajo y de Medidas Preventivas de Accidentes de Trabajo.

---

### **Artículo 251.-**

Durante las diferentes etapas de edificación de cualquier obra, deberán tomarse las precauciones necesarias para evitar los incendios y para combatirlos mediante el equipo de extinción adecuado. Esta protección deberá proporcionarse tanto al área ocupada por la obra en sí, como a las colindancias, bodegas, almacenes y oficinas. El equipo de extinción de fuego deberá ubicarse en lugares de fácil acceso y en las zonas donde se ejecuten soldaduras u otras operaciones que puedan originar incendios y se identificará mediante señales, letreros o símbolos claramente visibles.

Los extintores de fuego deberán cumplir con lo indicado en este Reglamento y en el Reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, para la Prevención de Incendios.

Los aparatos y equipos que se utilicen en la edificación, que produzcan humo o gas proveniente de la combustión, deberán ser colocados de manera que se evite el peligro de incendio o de intoxicación.

---

**Artículo 252.-**

Deberán usarse redes de seguridad donde exista la posibilidad de caída de los trabajadores de las obras, cuando no puedan usarse cinturones de seguridad, líneas de amarre y andamios.

---

**Artículo 253.-**

Los trabajadores deberán usar los equipos de protección personal en los casos que se requiera, de conformidad con el Reglamento General de Seguridad e Higiene.

---

**Artículo 254.-**

En las obras de construcción, deberán proporcionarse a los trabajadores servicios provisionales de agua potable y un sanitario portátil, excusado o letrina por cada veinticinco trabajadores o fracción excedente de quince; y mantenerse permanentemente un botiquín con los medicamentos e instrumentales de curación necesarios para proporcionar primeros auxilios.

---

**CAPITULO III  
MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION**

**Artículo 255.-**

Los materiales empleados en la construcción deberán cumplir con las siguientes disposiciones:

I. La resistencia, calidad y características de los materiales empleados en la construcción, serán las que se señalen en las especificaciones de diseño y los planos constructivos registrados, y deberán satisfacer las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento y las normas de calidad establecidas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, y

II. Cuando se proyecte utilizar en una construcción algún material nuevo del cual no existan Normas Técnicas Complementarias o Normas de Calidad de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, el Director Responsable de Obra deberá solicitar la aprobación previa del Departamento para lo cual presentará los resultados de las pruebas de verificación de calidad de dicho material.

---

**Artículo 256.-**

Los materiales de construcción deberán ser almacenados en las obras de tal manera que se evite su deterioro o la intrusión de materiales extraños.

---

**Artículo 257.-**

El Director Responsable de Obra, deberá vigilar que se cumpla con este Reglamento y con lo especificado en el proyecto, particularmente en lo que se refiere a los siguientes aspectos:

**I. Propiedades mecánicas de los materiales;**

**II. Tolerancias en las dimensiones de los elementos estructurales, como medidas de claros, secciones de las piezas, áreas y distribución del acero y espesores de recubrimientos;**

**III. Nivel y alineamiento de los elementos estructurales, y**

**IV. Cargas muertas y vivas en la estructura, incluyendo las que se deban a la colocación de materiales durante la ejecución de la obra.**

---

**Artículo 258.-**

Podrán utilizarse los nuevos procedimientos de construcción que el desarrollo de la técnica introduzca, previa autorización del Departamento, para lo cual el Director Responsable de Obra presentará una justificación de idoneidad detallando el procedimiento propuesto y anexando, en su caso, los datos de los estudios y los resultados de las pruebas experimentales efectuadas.

---

**Artículo 259.-**

Deberán realizarse las pruebas de verificación de calidad de materiales que señalen las normas oficiales correspondientes y las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento. En caso de duda, el Departamento podrá exigir los muestreos y las pruebas necesarias para verificar la calidad y resistencia especificadas de los materiales, aún en las obras terminadas.

El muestreo deberá efectuarse siguiendo métodos estadísticos que aseguren que el conjunto de muestras sea representativo en toda la obra.

El Departamento llevará un registro de los laboratorios o empresas que, a su juicio, puedan realizar estas pruebas.

---

**Artículo 260.-**

Los elementos estructurales que se encuentren en ambiente corrosivo o sujetos a la acción de agentes físicos, químicos o biológicos que puedan hacer disminuir su resistencia, deberán ser de material resistente a dichos efectos, o recubiertos con materiales o sustancias protectoras y tendrán un mantenimiento preventivo que asegure su funcionamiento dentro de las condiciones previstas en el proyecto.

Los paramentos exteriores de los muros deberán impedir el paso de la humedad. En los paramentos de los muros exteriores construidos con materiales aparentes, el mortero de las juntas deberá ser a prueba de roedores y contra intemperie.

---

#### **CAPITULO IV MEDICIONES Y TRAZOS**

**Artículo 261.-**

En las Edificaciones en que se requiera llevar registro de posibles movimientos verticales, de acuerdo con el artículo 232 de este Reglamento, así como en aquellas en que el Director Responsable de Obra lo considere necesario o el Departamento lo ordene, se instalarán referencias o bancos de nivel superficiales, suficientemente alejados de la cimentación o estructura de que se trate, para no ser afectados por los movimientos de las mismas o de otras cargas cercanas, y se referirán a éstos las nivelaciones que se hagan.

En los planos de cimentación se deberá indicar si se requiere el registro de movimientos verticales, y las características y periodicidad de las nivelaciones correspondientes.

---

**Artículo 262.-**

Antes de iniciarse una construcción deberá verificarse el trazo del alineamiento del predio con base en la Constancia de Uso del Suelo, Alineamiento y Número Oficial, y las medidas de la poligonal del perímetro, así como la situación del predio en relación con los colindantes, la cual deberá coincidir con los datos correspondientes del título de propiedad, en su caso. Se trazarán después los ejes principales del proyecto, refiriéndolos a puntos que puedan conservarse fijos. Si los datos que arroje el levantamiento del predio exigen un ajuste de las distancias entre los ejes consignados en los planos arquitectónicos, deberá dejarse constancia de las diferencias mediante anotaciones en bitácora o elaborando planos del proyecto ajustado. El Director Responsable de Obra deberá hacer constar que las diferencias no afectan la seguridad estructural ni el funcionamiento de la construcción, ni las holguras exigidas entre edificios adyacentes. En caso necesario deberán hacerse las modificaciones pertinentes al proyecto arquitectónico y al estructural.

---

**Artículo 263.-**

Las Edificaciones nuevas deberán separarse de la colindancia con los predios vecinos, en las distancias mínimas que se fijan en el artículo 211 de este Reglamento.

Las separaciones deberán protegerse por medio de tapajuntas que impidan la penetración de agua, basuras y otros materiales.

---

**CAPITULO V  
EXCAVACIONES Y CIMENTACIONES**

**Artículo 264.-**

Para la ejecución de las excavaciones y la construcción de cimentaciones se observarán las disposiciones del Capítulo VIII del Título Sexto de este Reglamento, así como las Normas Técnicas Complementarias de Cimentaciones. En particular se cumplirá lo relativo a las precauciones para que no resulten afectadas las Edificaciones y predios vecinos ni los servicios públicos, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 221 de este Reglamento.

---

**Artículo 265.-**

En la ejecución de las excavaciones se considerarán los estados límite establecidos en el artículo 228 de este Reglamento.

---

**Artículo 266.-**

Si en el proceso de una excavación se encuentran restos fósiles o arqueológicos, se deberá suspender de inmediato la excavación en ese lugar y notificar el hallazgo al Departamento.

---

**Artículo 267.-**

El uso de explosivos en excavaciones quedará condicionado a la autorización de la Secretaría de la Defensa Nacional y a las restricciones y elementos de protección que ordenen el Departamento y dicha dependencia.

---

**CAPITULO VI  
DISPOSITIVO PARA TRANSPORTE VERTICAL EN LAS OBRAS**

**Artículo 268.-**

Los dispositivos empleados para transporte vertical de personas o de materiales durante la ejecución de las obras, deberán ofrecer adecuadas condiciones de seguridad.

Sólo se permitirá transportar personas en las obras por medio de elevadores cuando éstos hayan sido diseñados, contruidos y montados con barandales, freno automático que evite la caída libre y guías en toda su altura que eviten el volteamiento, así como cuando cuenten con todas las medidas de seguridad adecuadas, sujetándose a lo que indican las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento.

---

**Artículo 269.-**

Las máquinas elevadoras empleadas en la ejecución de las obras, incluidos sus elementos de sujeción, anclaje y sustentación, deberán:

I. Ser de buena construcción mecánica, resistencia adecuada y estar exentas de defectos manifiestos;

II. Mantenerse en buen estado de conservación y de funcionamiento;

III. Revisarse y examinarse periódicamente durante la operación en la obra y antes de ser utilizadas, particularmente en sus elementos mecánicos tales como: anillos, cadenas, garfios, manguitos, poleas, y eslabones giratorios, usados para izar y/o descender materiales o como medio de suspensión;

IV. Indicar claramente la carga útil máxima de la máquina de acuerdo con sus características, incluyendo la carga admisible para cada caso, si ésta es variable, y

V. Estar provistas de los medios necesarios para evitar descensos accidentales.

Los cables que se utilicen para izar, descender o como medio de suspensión, deberán ser de buena calidad, suficientemente resistentes y estar exentos de defectos manifiestos.

---

**Artículo 270.-**

Antes de instalar grúas-torre en una obra, se deberá despejar el sitio para permitir el libre movimiento de la carga y del brazo giratorio y vigilar que dicho movimiento no dañe edificaciones vecinas, instalaciones o líneas eléctricas en vía pública.

Se deberá hacer una prueba completa de todas las funciones de las grúas-torre después de su erección o extensión y antes de que entren en operación.

Semanalmente deberán revisarse y corregirse, en su caso, cables de alambre, contraventeos, malacates, brazo giratorio, frenos, sistema de control de sobrecarga y todos los elementos de seguridad.

---

**CAPITULO VII  
INSTALACIONES**

**Artículo 271.-**

Las instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias, contra incendio, de gas, vapor, combustible, líquidos, aire acondicionado, telefónicas, de comunicación y todas

aquellas que se coloquen en las edificaciones, serán las que indique el proyecto, y garantizarán la eficiencia de las mismas, así como la seguridad de la edificación, trabajadores y usuarios, para lo cual deberán cumplir con lo señalado en este Capítulo, en las Normas Técnicas Complementarias y las disposiciones legales aplicables a cada caso.

---

**Artículo 272.-**

En las instalaciones se emplearán únicamente tuberías, válvulas, conexiones materiales y productos que satisfagan las normas de calidad establecidas por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

---

**Artículo 273.-**

Los procedimientos para la colocación de instalaciones se sujetarán a las siguientes disposiciones:

- I. El Director Responsable de Obra programará la colocación de las tuberías de instalaciones en los ductos destinados a tal fin en el proyecto, los pasos complementarios y las preparaciones necesarias para no romper los pisos, muros, plafones y elementos estructurales;
  - II. En los casos que se requiera ranurar muros y elementos estructurales para la colocación de tuberías, se trazarán previamente las trayectorias de dichas tuberías, y su ejecución será aprobada por el Director Responsable de Obra y el Corresponsable en instalaciones, en su caso. Las ranuras en elementos de concreto no deberán sustraer los recubrimientos mínimos del acero de refuerzo señalados en las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto;
  - III. Los tramos verticales de las tuberías de instalaciones se colocarán a plomo empotrados en los muros o elementos estructurales o sujetos a éstos mediante abrazaderas, y
  - IV. Las tuberías de aguas residuales alojadas en terreno natural se colocarán en zanjas cuyo fondo se preparará con una capa de material granular con tamaño máximo de 2.5 cm
- 

**Artículo 274.-**

Los tramos de tuberías de las instalaciones hidráulicas, sanitarias, contra incendio, de gas, vapor, combustibles líquidos y de aire comprimido y oxígeno, deberán unirse y sellarse herméticamente, de manera que se impida la fuga del fluido que conduzcan, para lo cual deberán utilizarse los tipos de soldaduras que se establecen en las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento.

---

**Artículo 275.-**

Las tuberías para las instalaciones a que se refiere el artículo anterior, se probarán antes de autorizarse la ocupación de la obra, mediante la aplicación de agua, aire o solventes diluidos, a la presión y por el tiempo adecuado, según el uso y tipo de instalación, de acuerdo con lo indicado en las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento.

---

**CAPITULO VIII  
FACHADAS**

**Artículo 276.-**

Las placas de materiales pétreos en fachadas, se fijarán mediante grapas que proporcionen el anclaje necesario, y se tomarán las medidas necesarias para permitir los movimientos estructurales previsibles, así como para evitar el paso de humedad a través del revestimiento.

---

**Artículo 277.-**

Los aplanados de mortero se aplicarán sobre superficies rugosas o repelladas, previamente humedecidas.

Los aplanados cuyo espesor sea mayor de tres centímetros deberán contar con dispositivos de anclaje, que garanticen la estabilidad del recubrimiento, y en caso de ser estructuras, que garanticen el trabajo en su conjunto.

---

**Artículo 278.-**

Los vidrios y cristales deberán colocarse tomando en cuenta los posibles movimientos de la edificación y contracciones ocasionadas por cambios de temperatura. Los asientos y selladores empleados en las colocación de piezas mayores de uno y medio metros cuadrados deberán absorber tales deformaciones y conservar su elasticidad, debiendo observarse lo dispuesto en el Capítulo VI del Título VI de este Reglamento, respecto a las holguras necesarias para absorber movimientos sísmicos.

---

**Artículo 279.-**

Las ventanas, cancelos, fachadas integrales y otros elementos de fachada, deberán resistir las cargas ocasionadas por ráfagas de viento, según lo que establece el Capítulo VII del Título VI de este Reglamento y las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Viento.

Para estos elementos el Departamento podrá exigir pruebas de resistencia al viento a tamaño natural.

---

**TITULO OCTAVO  
USO, OPERACION Y MANTENIMIENTO  
CAPITULO UNICO  
USO Y CONSERVACION DE PREDIOS Y EDIFICACIONES**

**Artículo 280.-**

El Departamento establecerá las medidas de protección que, además de lo dispuesto en la Ley de Protección al Ambiente, deberán cubrir las Edificaciones cuando:

I. Produzcan, almacenen, vendan o manejen objetos o sustancias tóxicas, explosivas, inflamables o de fácil combustión;

II. Acumulen escombros o basuras;

III. Se trate de excavaciones profundas;

IV. Impliquen la aplicación de excesivas o descompensadas cargas o la transmisión de vibraciones excesivas a las Edificaciones, y

V. Produzcan humedad, salinidad, corrosión, gases, humos, polvos, ruidos, trepidaciones, cambios importantes de temperatura, malos olores y otros efectos perjudiciales o molestos que puedan ocasionar daño a terceros, en su persona, sus propiedades o posesiones

---

**Artículo 281.-**

Los inmuebles no podrán dedicarse a usos que modifiquen las cargas vivas, cargas muertas, o el funcionamiento estructural del proyecto aprobado. Cuando una edificación o un predio se utilice total o parcialmente para algún uso diferente del autorizado, sin haber obtenido previamente la licencia de cambio de uso establecida en el artículo 54 de este Reglamento, el Departamento ordenará, con base en el dictamen técnico, lo siguiente:

I. La restitución de inmediato al uso aprobado, si esto puede hacerse sin la necesidad de efectuar obras, y

II. La ejecución de obras, adaptaciones, instalaciones y otros trabajos que sean necesarios para el correcto funcionamiento del inmueble y restitución al uso aprobado, dentro del plazo que para ello se señale.

---

**Artículo 282.-**

Los propietarios o poseedores de las Edificaciones y Predios tienen obligación de conservarlas en buenas condiciones de estabilidad, servicio, aspecto e higiene, evitar que se conviertan en molestia o peligro para las personas o los bienes, reparar y corregir los desperfectos, fugas y consumos excesivos de las instalaciones, y observar, además, las siguientes disposiciones:

I. Los acabados de las fachadas deberán mantenerse en buen estado de conservación, aspecto y limpieza. Todas las edificaciones deberán contar con depósitos de basuras conforme a lo que se establece en el artículo 86 de este Reglamento;

II. Los predios excepto los que se ubiquen en zonas que carezcan de servicios públicos de urbanización, deberán contar con cercas en sus límites que no colinden con Edificaciones permanentes o con cercas existentes, de una altura mínima de 2.50 m, construidas con cualquier material, excepto madera, cartón, alambrado de púas y otros similares que pongan en peligro la seguridad de personas y bienes;

III. Los predios no edificados deberán estar libres de escombros y basura, drenados adecuadamente, y

IV. Quedan prohibidas las instalaciones y Edificaciones precarias en las azoteas, cualquiera que sea el uso que pretenda dárseles.

---

**Artículo 283.-**

Es obligación del propietario o poseedor del inmueble, tener y conservar en buenas condiciones la Placa de Control de Uso, otorgándole para ello los cuidados necesarios que garanticen que no se altere su contenido ni se obstruya a la vista del público usuario.

---

**Artículo 284.-**

Las edificaciones que requieren licencia de uso del suelo deberán contar con manuales de operación y mantenimiento, cuyo contenido mínimo será:

I. Tendrá tantos capítulos como sistemas de instalaciones, estructura, acabados y mobiliario tenga la edificación;

II. En cada capítulo se hará una descripción del sistema en cuestión y se indicarán las acciones mínimas de mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo;

III. Para mantenimiento preventivo se indicarán los procedimientos y materiales a utilizar, así como su periodicidad. Se señalarán también los casos que requieran la intervención de profesionales especialistas, y

IV. Para mantenimiento correctivo se indicarán los procedimientos y materiales a utilizar para los casos más frecuentes, así como las acciones que requerirán la intervención de profesionales especialistas.

---

**Artículo 285.-**

Los propietarios de las Edificaciones deberán conservar y exhibir, cuando sea requerido por las autoridades, los planos y memoria de diseño actualizados y el libro de bitácora, que avalen la seguridad estructural de la edificación en su proyecto original y en sus posibles modificaciones.

---

**Artículo 286.-**

Los equipos de extinción de fuego deberán someterse a las siguientes disposiciones relativas a su mantenimiento:

I. Los extintores deberán ser revisados cada año, debiendo señalarse en los mismos la fecha de la última revisión y carga y la de su vencimiento;

Después de ser usados deberán ser recargados de inmediato y colocados de nuevo en su lugar; el acceso a ellos deberá mantenerse libre de obstáculos;

II. Las mangueras contra incendio deberán probarse cuando menos cada seis meses, salvo indicación contraria del Departamento, y

III. Los equipos de bombeo deberán probarse por lo menos mensualmente, bajo las condiciones de presión normal, por un mínimo de tres minutos, utilizando para ello los dispositivos necesarios para no desperdiciar el agua.

---

**TITULO NOVENO  
AMPLIACIONES DE OBRA DE MEJORAMIENTO  
CAPITULO UNICO  
AMPLIACIONES**

**Artículo 287.-**

Las obras de ampliación podrán ser autorizadas si el programa permite el nuevo uso y la nueva densidad o intensidad de ocupación del suelo, excepto que el propietario o poseedor cuente con la Constancia de Acreditación de Uso del Suelo por Derechos Adquiridos, en cuyo caso sólo se autorizará si la ampliación tiende a mejorar la capacidad instalada.

---

**Artículo 288.-**

Las obras de ampliación, cualesquiera que sea su tipo, deberán cumplir con los requerimientos de habitabilidad, funcionamiento, seguridad, higiene, protección al ambiente, integración al contexto y mejoramiento de la imagen urbana, que establece el Título Quinto de este Reglamento, así como los requerimientos de seguridad estructural a que se refiere el Título Sexto de este ordenamiento.

---

**Artículo 289.-**

En las obras de ampliación no se podrán sobrepasar nunca los límites de resistencia estructural, las capacidades de servicio de las tomas, acometidas y descargas de las instalaciones hidráulicas, eléctricas y sanitarias de las edificaciones en uso, excepto en los casos que exista la infraestructura necesaria para proporcionar el servicio, previa solicitud y aprobación de las autoridades correspondientes.

---

**TITULO DECIMO  
DEMOLICIONES**

**CAPITULO UNICO  
MEDIDAS PREVENTIVAS EN DEMOLICIONES**

**Artículo 290.-**

Con la solicitud de licencia de demolición considerada en el Título Cuarto de este Reglamento, se deberá presentar un programa de demolición, en el que se indicará el orden y fechas aproximadas en que se demolerán los elementos de la construcción. En caso de prever el uso de explosivos, el programa de demolición señalará con toda precisión el o los días y la hora o las horas en que se realizarán las explosiones, que estarán sujetas a la aprobación del Departamento.

---

**Artículo 291.-**

Las demoliciones de locales construidos o edificaciones con un área mayor de 60 m<sup>2</sup> o de tres o más niveles de altura, deberán contar con la responsiva de un Director Responsable de Obra, según lo dispuesto en el Título Tercero de este Reglamento.

---

**Artículo 292.-**

Cualquier demolición en zonas del patrimonio histórico, artístico y arqueológico de la Federación o del Distrito Federal requerirá, previamente a la licencia de demolición, de la autorización correspondiente por parte de las autoridades federales que correspondan y requerirá, en todos los casos, de la responsiva de un Director Responsable de Obra.

---

**Artículo 293.-**

Previo al inicio de la demolición y durante su ejecución, se deberán proveer todos los acordonamientos, tapias, puntales o elementos de protección de colindancias y vía pública que determine en cada caso el Departamento.

---

**Artículo 294.-**

En los casos autorizados de demolición con explosivos, la autoridad competente del Departamento deberá avisar a los vecinos colindantes la fecha y hora exacta de las explosiones, cuando menos con 24 horas de anticipación.

---

**Artículo 295.-**

Los procedimientos de demolición, deberán sujetarse a lo que establezcan las Normas Técnicas Complementarias correspondientes, relativas al Título Sexto de este ordenamiento.

---

**Artículo 296.-**

El uso de explosivos para demoliciones quedará condicionado a que las autoridades federales que correspondan otorguen el permiso para la adquisición y uso de explosivos con el fin indicado.

---

**Artículo 297.-**

Los materiales, desechos y escombros provenientes de una demolición, deberán ser retirados en su totalidad en un plazo no mayor de 28 días hábiles contados a partir del término de la demolición y bajo las condiciones que establezcan las autoridades correspondientes en materia de vialidad y transporte.

---

**TITULO DECIMOPRIMERO  
EXPLOTACION DE YACIMIENTOS DE MATERIALES PETREOS**

**CAPITULO I  
DISPOSICIONES GENERALES Y LICENCIA**

**Artículo 298.-**

Se entiende por yacimiento de materiales pétreos aquel depósito natural de arena, grava, tepetate, tezontle, arcilla, piedra o cualquier otro material derivado de las rocas que sea susceptible de ser utilizado como material de construcción, como agregado para la fabricación de éstos o como elemento de ornamentación.

---

**Artículo 299.-**

Para los efectos de este Reglamento se entiende por explotación el acto por el cual se retira de su estado natural de reposo, cualquier material constituyente de un yacimiento, independientemente del volumen que se retire o de los fines para los cuales se realice esta acción, así como el conjunto de actividades que se realicen con el propósito de extraer materiales pétreos de un yacimiento y el almacenamiento y transporte de los materiales dentro del área de los terrenos involucrados en la explotación.

---

**Artículo 300.-**

Para explotar yacimientos de materiales pétreos en el Distrito Federal, ya sea en terrenos de propiedad pública o privada, se requiere de licencia expedida por el Departamento.

Tratándose de terrenos propiedad del Departamento, se deberá obtener previamente un permiso administrativo temporal revocable.

---

**Artículo 301.-**

Se entiende por licencia de explotación de yacimientos pétreos, al documento por medio del cual el Departamento autoriza al titular del yacimiento al que se refiere el Capítulo II de este Título a ejecutar trabajos de explotación en un yacimiento pétreo, por un período de tiempo o volumen específicamente determinados.

---

**Artículo 302.-**

El interesado en obtener la licencia de explotación de un yacimiento pétreo, deberá entregar al Departamento la siguiente documentación:

I. Para solicitar licencia nueva:

a) Solicitud por escrito, acompañando la documentación que demuestre, con Título legal, su derecho para utilizar el predio conforme a su petición, signada tanto por él como por el Perito Responsable de la explotación.

b) Plano topográfico a escala 1:500 con curvas de nivel a cada metro, señalando la zona de protección, de acuerdo con lo que se establece en la fracción I del artículo 318 de este Reglamento, en la que únicamente se proyectarán las instalaciones y edificaciones de carácter técnico o administrativo necesarias para la explotación del yacimiento;

c) Aerofoto en dos copias, a escala 1:2,000 que circunscriba al predio en cuestión, en cuatro veces su superficie. En la misma aerofoto se indicarán con precisión los linderos del predio, las líneas de telecomunicación, líneas de conducción, caminos, ríos, arroyos y brechas, que atraviesen por el terreno fotografiado y la zona de protección a que se refiere el inciso anterior;

d) Estudio estratigráfico del terreno donde se ubica el yacimiento, agregando información sobre las propiedades físicas, espesores, volúmenes de los materiales, capas geológicas y consideraciones técnicas que a partir del estudio estratigráfico apoyen la tecnología de explotación;

e) Memoria descriptiva de la tecnología que se aplicará en la explotación, que incluirá el proceso y método de la explotación, las especificaciones de producción, los recursos que se utilizarán, principalmente equipo, maquinaria, herramientas, personal técnico, obrero y administrativo, así como los proyectos de las obras principales y auxiliares, las medidas de seguridad que se adoptarán para prevenir accidentes de trabajo, daños y perjuicios a terceras personas o a terrenos e instalaciones adyacentes;

f) Información de los volúmenes totales del predio susceptibles de explotarse, indicando los que se pretendan extraer cada mes, conforme al programa de trabajo, presentando además planos de cortes transversales;

g) Garantizar ante el Departamento, el pago de derechos por volúmenes explotados, de acuerdo con las disposiciones fiscales aplicables;

h) Los proyectos de mejoramiento ecológico y las obras secundarias que deberán realizarse en la zona afectada por la explotación;

i) Estudio de impacto ambiental urbano realizado por persona física o moral que cumpla con las especificaciones que señala la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, con aprobación del Departamento, y

j) Otorgar poder al Perito Responsable de la Explotación de Yacimientos Pétreos para que los represente ante el Departamento en todo lo relacionado con la explotación del yacimiento para el cual haya otorgado su responsiva profesional;

II. Para solicitar prórroga de la licencia expedida, el interesado además de cumplir con lo que establece la fracción anterior, deberá acreditar el pago de derechos que establece la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal, correspondiente al año anterior a su solicitud de ampliación.

III. Para el caso de predios ubicados en zonas de conservación ecológica que hubieren estado destinados a la explotación de materiales pétreos con anterioridad a la creación de dichas zonas de reserva, el interesado, además de cumplir con lo que se establece en las fracciones anteriores, deberá:

a) Inscribir en el Registro Público de la Propiedad del Departamento la limitación del uso del suelo como Area Verde, espacios abiertos, a fin de destinar el predio a ese uso, una vez terminada la explotación;

b) Reforestar como muestra, previo al inicio de los trabajos que se autoricen en su caso, una superficie igual a cuando menos una hectárea dentro de los límites del predio, y

c) Delimitar físicamente el predio a explotarse.

IV. Para la nivelación de zonas pedregosas de colonias autorizadas por el Departamento, en las que sea necesaria la extracción de roca, ya sea en predios o en vía pública, los interesados deberán presentar con su solicitud:

a) Documento que demuestre la propiedad del predio a nivelarse.

b) Conformidad de los vecinos del lugar.

En estos casos la licencia se otorgará por 90 días, pudiendo prorrogarse, previa solicitud por escrito del interesado y después de acreditar el pago de derechos que le corresponda, de acuerdo con la Ley de Hacienda del Departamento.

---

#### Artículo 303.-

Las licencias contendrán:

I. Ubicación, volúmenes y tiempos aprobados para explotación;

II. Informe o dictamen sobre la veracidad y validez de los datos consignados en la documentación;

III. Señalamiento de las Normas Técnicas de Seguridad, Mejoramiento Ecológico y Administrativas, a las cuales deberán sujetarse las actividades principales y complementarias de la explotación del yacimiento, así como las obras de regeneración a que deberán sujetarse al término de su vigencia;

IV. Determinación de las medidas de seguridad y los procedimientos para su aplicación; y

V. Establecimiento de los programas de mejoramiento ecológico, así como de regeneración de los terrenos que queden libres de los trabajos de explotación, de beneficio primario y de sus obras secundarias, a fin de que sean aprovechados en obras de reforestación o en otros usos de interés social.

---

#### Artículo 304.-

Sólo se concederán licencias de explotación de yacimientos pétreos a las solicitudes que contengan la firma del titular del yacimiento y la responsiva profesional de un Perito Responsable de la explotación de yacimientos, al que se refiere el Capítulo III de este Título.

---

#### Artículo 305.-

Las licencias que se otorguen conforme a este Reglamento, serán válidas sólo durante el tiempo indicado de vigencia, y su prórroga deberá solicitarse durante los primeros quince días del mes de diciembre.

---

**Artículo 306.-**

**Se suprime.**

---

**Artículo 307.-**

**El Departamento contestará toda solicitud en un plazo no mayor de treinta días dentro de los cuales hará la verificación de los datos consignados en ella y en la documentación anexa y dictaminará si procede o no la licencia o ampliación de vigencia solicitada.**

---

## **CAPITULO II TITULARES DE LOS YACIMIENTOS PETREOS**

**Artículo 308.-**

**Las licencias a que se refiere este Título sólo se concederán a personas físicas o morales de nacionalidad mexicana, debidamente constituidos de acuerdo a las leyes mexicanas, siempre que su objeto social esté relacionado con la explotación de yacimientos previstos en este Reglamento.**

---

**Artículo 309.-**

**El propietario del terreno o las personas físicas o morales que suscriban la solicitud de licencia en su representación se consideran como el titular de la explotación, y el Departamento podrá autorizar su intervención después de que se exhiba el convenio celebrado entre el propietario del terreno y el titular designado, en su caso, en el que se demuestre que ambos aceptan con carácter mancomunado y solidario las obligaciones y responsabilidades que establece el Reglamento y demás disposiciones aplicables al caso.**

---

**Artículo 310.-**

**Los titulares de licencia están obligados a:**

**I. Ejecutar los trabajos de explotación de materiales pétreos, conforme lo autorizado en la licencia respectiva;**

**II. Mantener en buenas condiciones de seguridad, estabilidad e higiene el predio donde se realizan los trabajos;**

**III. En caso de que la terminación de los trabajos ocurra antes del término de vigencia de la licencia, dar aviso al Departamento dentro de los tres días hábiles siguientes a la fecha de terminación;**

**IV. Quince días antes de cambiar al Perito, al que se refiere el Capítulo III de este Título, proponer al Departamento para su aprobación al Perito sustituto, explicando los motivos del cambio;**

**V. Pagar los derechos que establezca la Ley de Hacienda del Departamento del Distrito Federal;**

**VI. Proporcionar información mensual al Departamento sobre los trabajos de explotación, los y volúmenes de material extraído y volúmenes de material desechado;**

**VII. Realizar todas las obras de mejoramiento ecológico que le sean indicadas al iniciar y terminar la explotación, y**

VIII. Las demás que les impongan la licencia, el Reglamento y ordenamientos aplicables al caso.

---

### **CAPITULO III**

#### **PERITOS RESPONSABLES DE LA EXPLOTACION DE YACIMIENTOS**

##### **Artículo 311.-**

El Perito Responsable de la explotación de yacimientos es la persona física con preparación profesional y técnica, competente para explotar yacimientos, que junto con el titular acepta la responsabilidad de dirigir y supervisar todos los trabajos de explotación y obras auxiliares del yacimiento, de acuerdo con las disposiciones de este Reglamento y de la licencia.

---

##### **Artículo 312.-**

Para ser Perito responsable de la explotación de yacimientos, se requiere:

- I. Ser de nacionalidad mexicana;**
  - II. Tener cédula profesional para ejercer una de las siguientes profesiones: Ingeniero Civil, Minero, Geólogo, Municipal, Constructor Militar, Ingeniero Arquitecto o Arquitecto;**
  - III. Ser miembro activo del Colegio de Profesionales que le corresponda y no haber sido suspendido o sancionado por incumplimiento profesional, y**
  - IV. Estar inscrito en el registro de Peritos Responsables de la explotación de yacimientos del Departamento.**
- 

##### **Artículo 313.-**

El Perito Responsable de la explotación de yacimientos otorga su responsiva profesional, cuando:

- I. Suscribe la solicitud de licencia de explotación de yacimientos;**
  - II. Suscribe el escrito dirigido al Departamento aceptando la responsabilidad de la explotación, por cambio de perito responsable, y**
  - III. Suscribe un dictamen o informe técnico sobre la estabilidad, seguridad de cortes, terraplenes, obras e instalaciones de la explotación de un yacimiento que esté bajo su responsabilidad o para cualquier otro en que sea requerido profesionalmente para hacerlo.**
- 

##### **Artículo 314.-**

Son obligaciones del Perito Responsable en la explotación de yacimientos:

- I. Dirigir y vigilar el proceso de explotación en forma constante y permanente;**
- II. Hacer cumplir las especificaciones del proyecto, en las obras que se ejecuten y las medidas de seguridad ordenadas en la licencia y/o en el Reglamento;**
- III. Desde el inicio de los trabajos llevar un libro de obra o bitácora, el cual estará foliado y debidamente encuadernado que permanecerá en el lugar de explotación a disposición de los supervisores del Departamento; en su primera hoja el Perito Responsable anotará el nombre y ubicación del yacimiento, nombres y domicilios del Titular y del Perito, así como fechas de expedición y vencimiento de la licencia y**

la fecha de iniciación de los trabajos de explotación. En las hojas subsecuentes el Perito Responsable anotará y suscribirá sus observaciones en relación con el proceso de explotación, medidas de seguridad, causa y soluciones dadas a los problemas que se presenten, incidentes y accidentes de trabajo, cambios de frente de explotación autorizados y, en general, la información técnica suficiente para escribir la memoria de la explotación, agregando la fecha de cada observación y anotación, así como las observaciones de los Inspectores del Departamento;

IV. Responder ante el Departamento por cualquier violación a las disposiciones de la licencia, del Reglamento o de otros ordenamientos aplicables al caso;

V. Refrendar su registro de Perito Responsable cada tres años;

VI. Avisar por escrito al Departamento la terminación de los trabajos de explotación;

VII. Notificar por escrito al Departamento, con tres días de anticipación, la fecha en que retira su responsiva profesional, explicando los motivos;

VIII. Solicitar al Departamento autorización para uso de explosivos en la excavación, con cuarenta y ocho horas de anticipación, indicando la fecha y hora aproximada de las explosiones, y

IX. Aceptar, en su caso, la cuantificación de volúmenes explotados, elaborada por el Departamento.

---

#### Artículo 315.-

El Perito Responsable de la Explotación de Yacimientos, cesa en sus funciones cuando:

I. Expira la vigencia de la licencia o terminan los trabajos de explotación;

II. Se le haya suspendido o cancelado el registro como Perito Responsable;

III. Cuando el Perito Responsable solicita por escrito al Departamento retirar su responsiva y previa entrega del acta que suscriban el perito que entrega y el que recibe, así como el Titular y el Inspector que designe el Departamento. Al recibir el Departamento la solicitud del Perito Responsable, de inmediato ordenará la suspensión de los trabajos de explotación en condiciones de seguridad, y

IV. Cuando el Titular solicite por escrito al Departamento el cambio de Perito Responsable y proponga al sustituto. Aprobada la sustitución por el Departamento, el cambio se hará constar en un acta, en la que participarán el Perito Responsable que entrega y el que recibe, así como el Titular y el Inspector que designe el Departamento.

En todos los casos anteriores, el cese en sus funciones de Perito Responsable, no lo exime ante el Departamento de las responsabilidades administrativas contraídas durante el tiempo que duró su intervención como Perito Responsable en la explotación del yacimiento, por el término de un año, contado a partir de la fecha de su retiro oficial.

La responsabilidad civil y penal subsistirá de acuerdo con la legislación aplicable.

---

#### Artículo 316.-

El Departamento suspenderá o cancelará el registro del Perito Responsable de la explotación de yacimientos por alguna de las siguientes causas:

- I. Obtener su registro proporcionando al Departamento datos falsos en la solicitud;
- II. Incumplimiento de alguna de las obligaciones que se establecen en el artículo 314 de este Reglamento, o
- III. Reincidencia en violaciones al Reglamento o a la licencia.

---

**Artículo 317.-**

Cuando el Departamento ordene la cancelación o suspensión de registro, lo comunicará oportunamente al Titular para que éste, de inmediato, proponga al Perito Responsable sustituto y previa aceptación por el Departamento se proceda al acto de entrega y recepción de los trabajos de explotación, sin perjuicio de que el Perito Responsable saliente subsane las irregularidades cometidas durante su desempeño en la explotación del yacimiento.

El Departamento avisará de las suspensiones y cancelaciones de registro de Peritos Responsables al Colegio de Profesionales que corresponda.

---

**CAPITULO IV  
EXPLORACION DE YACIMIENTOS**

**Artículo 318.-**

En los trabajos de explotación de yacimientos se cumplirán las siguientes especificaciones:

I. Para materiales como arena, grava, tepetate, arcilla y tezontle:

a) Sólo se permitirán excavaciones a cielo abierto o en ladera. La altura máxima de frente o del escalón será de 30 m y el ancho mínimo de 5 m. En los casos en que debido a las condiciones topográficas la altura de frente fuese superior a 30 m, el Departamento fijará los procedimientos de explotación, atendiendo las Normas Técnicas Complementarias que impidan el deterioro de los terrenos o la generación en exceso de polvos fugitivos;

b) El talud del corte, es decir, la tangente del ángulo que forman el plano horizontal con el plano de la superficie expuesta del corte, tendrá un valor máximo de tres, que equivale a una inclinación de uno horizontal por tres verticales;

c) El talud en terraplenes corresponderá con el ángulo de reposo del material que lo forma;

d) Se dejará una franja de protección de 40 m de ancho mínimo alrededor de la zona de explotación. El ancho de esa franja de protección se medirá a partir de las colindancias del predio, o caminos, líneas de conducción, transmisión y telecomunicaciones, hasta la intersección del terreno natural con la parte superior del talud resultante;

Esta franja de protección debe quedar totalmente libre de cualquier instalación o depósito de material almacenado. El Departamento determinará cuando esta franja deba ser ampliada de acuerdo con las condiciones observadas de estabilidad del terreno o los taludes.

Esta zona constituirá, asimismo, una zona de protección ecológica para los colindantes, por lo tanto, el Departamento fijará las condiciones bajo las cuales estas zonas deberán ser reforestadas, así como el plazo máximo para realizar estas acciones, las cuales serán con cargo al Titular de la licencia. El incumplimiento de la

observancia de esta protección ocasionará la cancelación inmediata del permiso o licencia de explotación;

e) Las cotas del piso en las áreas donde ya se extrajo material, serán las especificadas en el proyecto aprobado por el Departamento, con una tolerancia máxima de 0.50 m;

f) Se efectuarán los trabajos de terracería necesarios a juicio del Departamento para asegurar el drenaje superficial de las aguas de lluvia, a fin de evitar erosiones o encharcamientos; estos trabajos quedarán sujetos a la aprobación del Departamento, y

## **II. Materiales basálticos:**

a) Sólo se permitirán excavaciones a cielo abierto.

La altura máxima del frente será la correspondiente al espesor del basalto, pero nunca será mayor de 30 m;

b) El talud del corte en este tipo de material podrá ser vertical, pero nunca se permitirá el contratalud;

c) En la explotación de roca basáltica con el fin de provocar el volteo por su propio peso del material, se permitirá hacer excavación en el material subyacente hasta de 5 m de ancho por 1 m de altura, separados de la siguiente, por una franja en estado natural de 3 m de ancho, las cuales deberán permanecer apuntaladas hasta que el personal y equipo se encuentren en zonas de seguridad;

d) En las explotaciones de materiales de roca basáltica la franja de protección será cuando menos de 10 m, medidos en forma similar a la que se especifica en el inciso d), de la fracción I de este artículo;

e) Las cotas del piso en las áreas donde ya se extrajo material, serán las especificadas en el proyecto aprobado por el Departamento, con una tolerancia máxima de 0.50 m, y

f) Se efectuarán los trabajos necesarios para asegurar el drenaje superficial de las aguas de lluvia, a fin de evitar erosiones o encharcamientos. Estos trabajos quedarán sujetos a la aprobación del Departamento.

---

### **Artículo 319.-**

Se deberán observar las siguientes medidas de prevención de accidentes en las explotaciones de yacimientos:

I. Las rampas de acceso en la explotación, para movimiento del equipo en los frentes de explotación tendrán una pendiente cuyo ángulo no sea mayor de trece grados. Para pendientes mayores se deberá utilizar equipo especial;

II. En la excavación de volúmenes incontrolables se deberá retirar al personal tanto del frente del banco como de la parte superior de ésta, y

III. El almacenaje de combustible y lubricantes será en un depósito cubierto y localizado a más de 30 m de cualquier acceso o lugar de reunión del personal de la mina, y estará controlado por alguna persona.

---

### **Artículo 320.-**

El uso de explosivos en la explotación de yacimientos se sujetará a las siguientes normas:

I. En el uso de explosivos, por lo que se refiere a los medios de seguridad en el manejo, transportación y almacenamiento de los mismos, se cumplirán estrictamente las disposiciones de la Secretaría de la Defensa Nacional, establecidas en la Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos, y en su Reglamento;

II. Se usarán explosivos únicamente en la excavación de material muy consistente, como la roca basáltica y cuando el empleo de medios mecánicos resulte ineficaz;

III. En toda excavación con uso de explosivos deberá retirarse a todo el personal tanto en el frente del banco como en la parte superior de éste, y

IV. Los trabajos de excavación con explosivos se realizarán estrictamente bajo la supervisión del Departamento, y no se autorizarán en áreas a menos de 100 m de zonas urbanas.

---

**Artículo 321.-**

El horario para los trabajos de explotación de yacimientos, quedará comprendido entre las 6:00 y las 18:00 horas.

---

**Artículo 322.-**

Cuando el Perito Responsable comunique al Departamento la terminación de los trabajos de explotación, o cuando expire el término de la licencia, el Departamento ordenará la clausura de los trabajos, procediendo a inspeccionar el yacimiento con el objeto de dictaminar sobre los trabajos necesarios de terracería, mejoramiento ecológico y obras complementarias que aseguren la estabilidad de los cortes y terraplenes para evitar erosiones, facilitar el drenaje, mejorar accesos, forestar el terreno donde se ubica el yacimiento, y demás obras que aseguren la utilidad racional del terreno conforme a las especificaciones anotadas en la licencia y se proteja así contra posibles daños a los terrenos vecinos, personas, bienes o servicios de propiedad pública o privada, ubicados tanto en el yacimiento como en zonas aledañas.

La ejecución de estos trabajos y obras de mejoramiento en el terreno que ocupa el yacimiento que no se explotará, son responsabilidad del Titular y en caso de no realizarlos en el plazo fijado por el Departamento, serán ejecutados por éste, con cargo al Titular.

---

**TITULO DECIMOSEGUNDO  
MEDIDAS DE SEGURIDAD  
CAPITULO UNICO  
MEDIDAS DE SEGURIDAD**

**Artículo 323.-**

Cuando el Departamento tenga conocimiento de que una edificación, estructura, instalación o yacimiento pétreo presente algún peligro para las personas o los bienes, previo dictamen técnico, requerirá a su propietario o poseedor con la urgencia que el caso amerite, para que realice las reparaciones, obras o demoliciones necesarias, de conformidad con la Ley.

Cuando la demolición tenga que hacerse en forma parcial, ésta comprenderá también la parte que resulte afectada por la continuidad estructural.

---

**Artículo 324.-**

Una vez concluidas las obras o los trabajos que hayan sido ordenados de acuerdo con el artículo 323 de este Reglamento, el propietario o poseedor de la construcción, el Titular del yacimiento, el Director Responsable de Obra o el Perito Responsable dará aviso de terminación al Departamento, el que verificará la correcta ejecución de dichos trabajos, pudiendo, en su caso, ordenar su modificación o corrección y quedando obligados aquellos a realizarlas.

---

**Artículo 325.-**

Si como resultado del dictamen técnico fuere necesario ejecutar algunos de los trabajos mencionados en el artículo 323 de este Reglamento, para los que se requiera efectuar la desocupación parcial o total de una edificación o yacimiento peligroso para sus ocupantes, el Departamento podrá ordenar la desocupación temporal o definitiva, de conformidad con la Ley.

En caso de peligro inminente, la desocupación deberá ejecutarse en forma inmediata, y si es necesario, el Departamento podrá hacer uso de la fuerza pública para hacer cumplir la orden.

---

**Artículo 326.-**

En caso de desacuerdo de los ocupantes de una construcción o del Titular de un yacimiento peligroso, en contra de la orden de desocupación a que se refiere el artículo anterior, podrá interponer recurso de inconformidad de acuerdo con lo previsto en este Reglamento. Si se confirma la orden de desocupación y persiste la renuencia a acatarla, el Departamento podrá hacer uso de la fuerza pública para hacer cumplir la orden.

El término para la interposición del recurso a que se refiere este precepto será de tres días hábiles contados a partir de la fecha en que se haya notificado al interesado la orden de desocupación. La autoridad deberá resolver el recurso dentro de un plazo de tres días, contado a partir de la fecha de interposición del mismo.

La orden de desocupación no prejuzga sobre los derechos u obligaciones que existan entre el propietario y sus inquilinos del inmueble.

---

**Artículo 327.-**

El Departamento podrá clausurar como medidas de seguridad, de acuerdo con lo dispuesto por la Ley, las obras terminadas o en ejecución y los yacimientos en explotación cuando ocurra alguna de las circunstancias previstas por los artículos 338 y 339 de este Reglamento.

---

**TITULO DECIMOTERCERO  
VISITAS DE INSPECCION, SANCIONES Y RECURSOS**

**CAPITULO I  
VISITAS DE INSPECCION**

**Artículo 328.-**

Una vez expedida la licencia de construcción, el Departamento ejercerá las funciones de vigilancia e inspección que correspondan y en las condiciones que juzgue pertinentes, de conformidad con lo previsto en la Ley y este Reglamento.

---

**Artículo 329.-**

Las inspecciones tendrán por objeto verificar que las edificaciones y las obras de construcción que se encuentren en proceso o terminadas y los yacimientos pétreos en explotación, cumplan con las disposiciones de la Ley, este Reglamento y sus Normas Técnicas Complementarias, y demás ordenamientos legales aplicables.

---

**Artículo 330.-**

El Inspector deberá contar con orden por escrito que contendrá la fecha, ubicación de la edificación, obra o yacimiento por inspeccionar, el objeto de la visita, la fundamentación y motivación, así como el nombre y la firma de la autoridad que expida la orden.

---

**Artículo 331.-**

El Inspector deberá identificarse ante el propietario, Director Responsable de Obra, Corresponsable, Perito Responsable o los ocupantes del lugar donde se vaya a practicar la inspección, en su caso, con la credencial vigente que para tal efecto expida a su favor el Departamento, y entregará al visitado copia legible de la orden de inspección, mismo que tendrá la obligación de permitirle el acceso al lugar de que se trate.

---

**Artículo 332.-**

Al inicio de la visita, el Inspector deberá requerir al visitado para que nombre a dos personas que funjan como testigos en el desarrollo de la diligencia, advirtiéndole que en caso de rebeldía, éstos serán propuestos por el propio inspector.

---

**Artículo 333.-**

De toda visita se levantará acta circunstanciada por triplicado, en formas numeradas y foliadas en la que se expresará lugar, fecha y nombre de las personas con quien se entendió la diligencia, así como el resultado de la misma; el acta deberá ser firmada por el Inspector, por la persona con quien se entendió la diligencia, si desea hacerlo, y por dos testigos de asistencia propuestos por ésta o en su rebeldía por el Inspector, quienes estarán presentes durante el desarrollo de la diligencia. En todo caso, se deberá dejar al interesado copia legible de dicha acta.

En este caso se tendrán por aceptados los hechos u omisiones contra los cuales el visitado o responsable solidario no ofrezca pruebas para desvirtuarlos en los términos del artículo 335 de este Reglamento.

---

**Artículo 334.-**

Al término de la diligencia y de conformidad con los artículos 43, fracción IV, y 314, fracción III, de este Reglamento, los Inspectores deberán firmar el libro de bitácora de las obras en proceso de construcción anotando la fecha de su visita y sus observaciones.

---

**Artículo 335.-**

Los visitados que no estén conformes con el resultado de la visita, podrán inconformarse con los hechos contenidos en el acta final, mediante escrito que deberán presentar ante las autoridades del Departamento, dentro de los cinco días hábiles siguientes al inmediato posterior a aquél en que se cerró el acta.

Al escrito de inconformidad acompañarán las pruebas documentales pertinentes y vinculadas con los hechos que pretendan desvirtuarse, siempre que no las hubiere presentado ya durante el desarrollo de la visita.

Los hechos con los cuales los visitados no se inconformen dentro del plazo señalado o haciéndolo, no los hubieren desvirtuado con las pruebas a que se refiere el párrafo anterior, se tendrán por consentidos.

El Departamento, en un plazo de quince días hábiles contados a partir del siguiente al del vencimiento del plazo a que se refiere el párrafo primero de este artículo, emitirá la resolución debidamente fundada y motivada que conforme a derecho proceda, la cual notificará al visitado personalmente, siguiendo el procedimiento que para notificaciones de esa naturaleza establece el Código de Procedimientos Civiles para el Distrito Federal.

Lo anterior, sin perjuicio de que el Departamento, cuando proceda, imponga las medidas de seguridad a que se refiere el Título anterior.

---

## **CAPITULO II SANCIONES**

### **Artículo 336.-**

El Departamento, en los términos de este Capítulo, sancionará con multas a los propietarios o poseedores, a los Titulares, a los Directores Responsables de Obra, a los Corresponsables, a los Peritos Responsables y a quienes resulten responsables de las infracciones comprobadas en las visitas de inspección a que se refiere el Capítulo anterior.

La imposición y cumplimiento de las sanciones no eximirá al infractor de la obligación de corregir las irregularidades que hayan dado motivo al levantamiento de la infracción.

Las sanciones que se impongan serán independientes de las medidas de seguridad que ordene el Departamento en los casos previstos en este Reglamento, y podrán ser impuestas conjunta o separadamente a los responsables.

---

### **Artículo 337.-**

El Departamento para fijar la sanción deberá tomar en cuenta las condiciones personales del infractor, la gravedad de la infracción, y las modalidades y demás circunstancias en que la misma se haya cometido.

---

### **Artículo 338.-**

En caso de que el propietario o poseedor de un predio o de una edificación no cumpla con las ordenes giradas con base en este Reglamento y las demás disposiciones legales aplicables, el Departamento, previo dictamen que emita u ordene, estará facultado para ejecutar, a costa del propietario o poseedor, las obras, reparaciones o demoliciones que haya ordenado; para clausurar y para tomar las demás medidas que considere necesarias, pudiendo hacer uso de la fuerza pública en los siguientes casos:

- I. Cuando una edificación de un predio se utilice total o parcialmente para algún uso diferente al autorizado, sin haber cumplido con lo previsto en el artículo 56 de este Reglamento;
- II. Como medida de seguridad en caso de peligro grave o inminente;

**III. Cuando el propietario o poseedor de una construcción señalada como peligrosa no cumpla con las ordenes giradas con base en los artículos 323 y 325 de este Reglamento, dentro del plazo fijado para tal efecto;**

**IV. Cuando se invada la vía pública con una construcción, y**

**V. Cuando no se respeten las afectaciones y las restricciones físicas y de uso impuestas a los predios en la Constancia de Uso del Suelo, Alineamiento y Número Oficial**

**Si el propietario o poseedor del predio en el que el Departamento se vea obligado a ejecutar obras o trabajos conforme a este artículo, se negare a pagar el costo de dichas obras, el Departamento por conducto de la Tesorería del Distrito Federal efectuará su cobro por medio del procedimiento económico coactivo.**

---

**Artículo 339.-**

**Independientemente de la aplicación de las sanciones pecuniarias a que se refiere el presente Capítulo, el Departamento podrá suspender o clausurar las obras en ejecución o yacimientos en explotación, en los siguientes casos:**

**I. Cuando previo dictamen técnico emitido u ordenado por el Departamento se declare en peligro inminente la estabilidad o seguridad de la construcción o yacimiento;**

**II. Cuando la ejecución de una obra, de una demolición o explotación de yacimiento se realice sin las debidas precauciones y ponga en peligro la vida o la integridad física de las personas o pueda causar daños a bienes del Departamento o a terceros;**

**III. Cuando la construcción o explotación de un yacimiento no se ajuste a las medidas de seguridad y demás protecciones que señala este Reglamento;**

**IV. Cuando no se dé cumplimiento a una orden de las previstas por el artículo 323 de este Reglamento, dentro del plazo que se haya fijado para tal efecto;**

**V. Cuando la construcción no se ajuste a las restricciones impuestas en la Constancia de Uso del suelo, Alineamiento y Número Oficial;**

**VI. Cuando la construcción o explotación de un yacimiento se ejecute sin ajustarse al proyecto aprobado o fuera de las condiciones previstas por este Reglamento y por sus Normas Técnicas Complementarias;**

**VII. Cuando se obstaculice reiteradamente o se impida en alguna forma el cumplimiento de las funciones de inspección o supervisión reglamentaria del personal autorizado por el Departamento;**

**VIII. Cuando la obra o la explotación de un yacimiento se ejecute sin licencia;**

**IX. Cuando la licencia de construcción o de explotación de un yacimiento sea revocada o haya terminado su vigencia;**

**X. Cuando la obra o la explotación de un yacimiento se ejecute sin la vigilancia del Director Responsable de Obra o los Corresponsables, en su caso, en los términos de este Reglamento, y**

**XI. Cuando se usen explosivos sin los permisos correspondientes.**

No obstante el estado de suspensión o de clausura, en el caso de las fracciones I, II, III, IV, V y VI de este artículo, el Departamento podrá ordenar que se lleven a cabo las obras que procedan para dar cumplimiento a lo ordenado, para hacer cesar el peligro o para corregir los daños, quedando el propietario obligado a realizarlas.

El estado de clausura o suspensión total o parcial impuesto con base en este artículo, no será levantado en tanto no se realicen las correcciones ordenadas y se hayan pagado las multas derivadas de las violaciones a este Reglamento.

---

#### **Artículo 340.-**

Independientemente de la imposición de las sanciones pecuniarias a que haya lugar, el Departamento podrá clausurar las obras terminadas cuando ocurra alguna de las siguientes circunstancias:

I. Cuando la obra se haya ejecutado sin licencia;

II. Cuando la obra se haya ejecutado sin observar el proyecto aprobado fuera de los límites de tolerancia y sin sujetarse a lo previsto por los Títulos Quinto, Sexto y Séptimo de este Reglamento y sus Normas Técnicas Complementarias;

III. Cuando se use una construcción o parte de ella para un uso diferente del autorizado;

IV. Cuando no se haya registrado ante la Delegación correspondiente el Visto Bueno de Seguridad y Operación a que se refiere el artículo 64, y

V. Cuando las condiciones originales en las que se otorgó el Visto Bueno de Seguridad y Operación hubieren variado y no se presente su renovación conforme al citado artículo 64.

El estado de clausura de las obras podrá ser total o parcial y no será levantado hasta en tanto no se hayan regularizado las obras o ejecutado los trabajos ordenados en los términos del artículo 68 de este Reglamento.

---

#### **Artículo 341.-**

Se sancionará al Director Responsable de Obra, al Corresponsable, al propietario o poseedor, al Titular, al Perito Responsable o a las personas que resulten responsables:

I. Con multa de trescientos cincuenta nuevos pesos a tres mil quinientos nuevos pesos:

a) Cuando en cualquier obra, instalación o explotación de yacimientos no muestre, a solicitud del Inspector, copia de los planos registrados y la licencia correspondiente;

b) Cuando se invada con materiales, ocupen o usen la vía pública, o cuando hagan cortes en banquetas, arroyos y guarniciones, sin haber obtenido previamente el permiso correspondiente;

c) Cuando obstaculicen las funciones de los Inspectores señaladas en el Capítulo anterior;

d) Cuando realicen excavaciones u otras obras que afecten la estabilidad del propio inmueble o de las Edificaciones y predios vecinos, o de la vía pública, y

e) Cuando violen las disposiciones relativas a la conservación de edificios y predios.

Igual sanción se aplicará al propietario o poseedor, al Titular, al Director Responsable de Obra, al Corresponsable o al Perito Responsable cuando no dé aviso de terminación de las obras dentro del plazo señalado en las licencias correspondientes;

**II. Con multa de mil setecientos a tres mil quinientos nuevos pesos:**

a) Cuando en una obra o instalación no se respeten las previsiones contra incendio previstas en este Reglamento;

b) Cuando para obtener la expedición de licencias, o durante la ejecución y uso de la edificación o yacimiento, haya hecho uso, a sabiendas, de documentos falsos, y

**III. Con multa equivalente al diez por ciento del valor del inmueble de acuerdo al avalúo correspondiente que emita alguna Institución Bancaria:**

a) Cuando una obra, excediendo las tolerancias previstas en este Reglamento, no coincidan con el proyecto arquitectónico o diseño estructural autorizado, y

b) Cuando en su predio o en la ejecución de cualquier obra no se respeten las restricciones, afectaciones o usos autorizados, señalados en la Constancia de Uso del Suelo, Alineamiento, Número Oficial y en las licencias correspondientes.

---

**Artículo 342.-**

Se sancionará a los Directores Responsables de Obra o Corresponsable respectivos, que incurran en las siguientes infracciones:

**I. Con multa de mil setecientos a tres mil quinientos nuevos pesos:**

a) Cuando no se cumplan con lo previsto por los artículos 43 y 314 de este Reglamento;

b) Cuando en la ejecución de una obra violen las disposiciones establecidas en el Título quinto y en las Normas Técnicas Complementarias de este Reglamento, y

c) Cuando no observen las disposiciones de este Reglamento en lo que se refiere a los dispositivos de elevación de materiales y de personas durante la ejecución de la obra, y al uso de transportadores electromecánicos en la edificación, y

**II. Con multa de dos mil seiscientos a tres mil quinientos nuevos pesos:**

a) Cuando en la obra utilicen los procedimientos de construcción a que se refiere el artículo 258 de este Reglamento, sin autorización previa del Departamento;

b) Cuando no acaten las disposiciones relativas contenidas en el Título Quinto de este Reglamento en la edificación de que se trate, salvo en el caso de las infracciones que prevé y sanciona el artículo 341 de este Reglamento;

c) Cuando en la construcción o demolición de obras, en la explotación de yacimientos o para llevar a cabo excavaciones, usen explosivos sin contar con la autorización previa correspondiente, y

d) Cuando en una obra o explotación de un yacimiento no tomen las medidas necesarias para proteger la vida y salud de los trabajadores y de cualquier otra persona a la que pueda causarse daño

e) Cuando en la elaboración del Visto Bueno de Seguridad y Operación, no haya observado las normas de seguridad, estabilidad, prevención de emergencias, higiene y operación contenidos en el presente Reglamento.

Los montos máximos y mínimos de las sanciones previstas en este artículo, que se encuentren vigentes en el mes de diciembre de cada año, se actualizarán a partir del 1º de enero siguiente, con base en los índices nacionales de precios al consumidor emitidos por el Banco de México para el mes de noviembre de los dos años anteriores al ejercicio en que deban actualizarse dichas cifras, dividiendo el más reciente de ellos entre el anterior para aplicar su resultado como factor de ajuste.

---

#### **Artículo 343.-**

Se sancionará a los propietarios o poseedores, Titulares, Directores Responsables de Obra y Peritos Responsables, en su caso, con multa equivalente hasta el diez por ciento del valor del inmueble, de acuerdo al avalúo correspondiente que expida alguna institución bancaria, en los siguientes casos:

I. Cuando se estén realizando obras o instalaciones sin haber obtenido previamente la licencia respectiva de acuerdo con lo establecido en este Reglamento;

II. Cuando se hubieran violado los estados de suspensión o clausura de la obra o yacimiento, y

III. Cuando se hubieran realizado obras o instalaciones sin contar con la licencia correspondiente, y las mismas no estuvieran regularizadas.

---

#### **Artículo 344.-**

Las violaciones a este Reglamento no previstas en los artículos que anteceden se sancionarán con multa de hasta tres mil quinientos nuevos pesos.

---

#### **Artículo 345.-**

Al infractor reincidente se le aplicará el doble de la sanción que le hubiera sido impuesta.

Para los efectos de este Reglamento se considera reincidente al infractor que incurra en otra falta igual a aquella por la que hubiera sido sancionado con anterioridad, durante la ejecución de la misma obra.

---

#### **Artículo 346.-**

A quien se oponga o impida el cumplimiento de ordenes expedidas por el Departamento, se le sancionará con arresto administrativo hasta por treinta y seis horas en los términos de la Ley.

---

#### **Artículo 347.-**

El Departamento podrá revocar toda autorización, licencia o constancia cuando:

I. Se haya emitido con base en informes o documentos falsos o erróneos, o emitidos con dolo o error;

II. Se hayan expedido en contravención al texto expreso de alguna disposición de este Reglamento, y

III. Se haya expedido por autoridad incompetente.

La revocación será pronunciada por la autoridad de la que haya emanado el acto o resolución de que se trate o, en su caso, por el superior jerárquico de dicha autoridad.

---

### **CAPITULO III RECURSOS**

#### **Artículo 348.-**

Procederá el recurso de inconformidad contra:

- I. La negativa de otorgamiento de la Constancia de Uso de Suelo, Alineamiento y Número Oficial;**
  - II. La negativa de otorgamiento de la Licencia de Construcción de cualquier tipo;**
  - III. La negativa de otorgamiento de las constancias de zonificación de uso de suelo;**
  - IV. La cancelación o revocación de licencias, la suspensión o clausura de obras o yacimientos, y**
  - V. Las órdenes de demolición, reparación o desocupación.**
- 

#### **Artículo 349.-**

El recurso deberá interponerlo el interesado ante el superior jerárquico inmediato de la autoridad de la que haya emanado el acto o resolución de que se trate y el término para su interposición será de quince días hábiles siguientes a la fecha en que se le notifique o ejecute el acto o resolución correspondiente, salvo lo dispuesto en el último párrafo del artículo 326 de este Reglamento.

---

#### **Artículo 350.-**

El recurrente podrá solicitar la suspensión de la ejecución del acto o resolución que reclame, la cual será concedida siempre que, a juicio de la autoridad, no sea en perjuicio de la colectividad o se contravengan disposiciones de orden público. Cuando con la suspensión se puedan causar daños al Departamento o a terceros, sólo se concederá si el interesado otorga ante la Tesorería del Departamento del Distrito Federal alguna de las garantías a que se refiere la Ley de Hacienda del propio Departamento.

El monto de la garantía será el suficiente para asegurar la reparación de los posibles daños que se pudieran causar y será fijada por el Departamento.

---

#### **Artículo 351.-**

El escrito por el que se interponga el recurso de inconformidad no estará sujeto a forma especial alguna, y bastará con que el recurrente precise el acto que reclama, los motivos de su inconformidad, señale domicilio para oír notificaciones, designe en su caso a su representante legalmente autorizado, acompañe las pruebas documentales que tenga a su disposición y ofrezca las demás que estime pertinentes con excepción de la confesional y aquellas que fueren contrarias al derecho o a la moral.

---

#### **Artículo 352.-**

Admitido el recurso interpuesto se señalará el día y hora para la celebración de una audiencia en la que se oirá en defensa al interesado y se desahogarán las pruebas

ofrecidas, levantándose al término de la misma, acta suscrita por los que en ella hayan intervenido.

La resolución que recaiga a dicha instancia deberá pronunciarse dentro de los treinta días siguientes a la celebración de la audiencia y será notificada personalmente.

Contra la resolución que se dicte no procederá recurso administrativo alguno.

---

**Artículo 353.-**

Los casos no previstos por este Reglamento, por sus Normas Técnicas Complementarias o por las Normas derivadas del Programa, serán resueltos por el Departamento.

---

#### **TRANSITORIOS**

**ARTICULO PRIMERO.-**

El presente Reglamento entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

---

**ARTICULO SEGUNDO.-**

Publíquese en la Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal.

---

**ARTICULO TERCERO.-**

Se abroga el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, de fecha 17 de junio de 1987, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio del mismo año.

---

**ARTICULO CUARTO.-**

La obligación contenida en el artículo 39 Bis de este Reglamento, entrará en vigor a partir del 1o. de diciembre de 1994.

---

**ARTICULO QUINTO.-**

Los registros de Director Responsable de Obra y Corresponsables, obtenidos conforme al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 1987, deberán refrendarse en un plazo de doce meses, contados a partir del día siguiente al de la publicación del presente Reglamento en el Diario Oficial de la Federación.

---

**ARTICULO SEXTO.-**

Las solicitudes de licencia de construcción en trámite y las obras en ejecución a la fecha de entrada en vigor de este Reglamento, se sujetarán a las disposiciones del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 3 de julio de 1987, y a sus Normas Técnicas Complementarias.

---

**ARTICULO SEPTIMO.-**

El Departamento del Distrito Federal deberá expedir las Normas Técnicas Complementarias a que se refiere este Reglamento, en un plazo no mayor a doce meses, mismas que entrarán en vigor al día siguiente de su publicación en la Gaceta Oficial del propio Departamento.

En tanto se expiden dichas normas, se seguirán aplicando, en lo que no se opongan a este Reglamento, las que están vigentes.

---

#### **ARTICULO OCTAVO.-**

Toda construcción existente del grupo A a que se refiere el artículo 174, fracción I de este Reglamento, que no cuente con el dictamen de seguridad y estabilidad estructural correspondiente, a la fecha de entrada en vigor de este Reglamento, deberá revisarse por un Corresponsable en Seguridad Estructural, quien dictaminará si la construcción cumple con las condiciones de seguridad estructural que fija el Reglamento de Construcciones y sus Normas Técnicas Complementarias, en cuyo caso, suscribirá la constancia respectiva, la cual deberá presentar al Departamento del propietario o poseedor.

Si el dictamen del Corresponsable determina que la construcción no cumple con las condiciones de seguridad que fija este Reglamento, y sus Normas Técnicas Complementarias, deberá reforzarse o modificarse para satisfacerlos, a menos que antes de la entrada en vigor de este ordenamiento estuviera en proceso de reparación o ya se hubiera reforzado de acuerdo con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal publicado en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 1987.

Al evaluar las resistencias y rigideces de estructura existentes se tendrán en cuenta las reducciones debidas a los daños que presentan. En estructuras que estén inclinadas más de 1%, se incrementarán los coeficientes de diseño sísmico, según se establezca en las Normas Técnicas Complementarias.

No será necesario revisar la seguridad de estructuras construidas antes del presente siglo si no han sufrido daños o inclinación significativos y siempre que no se hayan modificado sus muros u otros elementos estructurales ni se hayan incrementado significativamente las cargas originales.

No será necesaria la verificación cuantitativa de que cumplan los requisitos de estabilidad estructural establecidos en el Título Sexto de este Reglamento, en los edificios del grupo "A" que satisfagan simultáneamente las siguientes condiciones:

1.- Que haya evidencia de que el edificio en cuestión no tiene daños estructurales ni los ha tenido ni ha sido reparado, y que el comportamiento de la cimentación ha sido satisfactorio, la evidencia se obtendrá de inspección exhaustiva de los elementos principales de la estructura, así como del comportamiento de la cimentación, se verificará que no se hayan efectuado modificaciones que afecten desfavorablemente su comportamiento ante sismos intensos.

2.- Que no existan defectos en la calidad de los materiales ni en la ejecución de la estructura, según conste en los datos disponibles sobre la construcción del inmueble, en la inspección de la estructura y en los resultados de las pruebas realizadas a los materiales.

3.- Que el sistema estructural sea idóneo para resistir fuerzas sísmicas y en particular, no presente excesivas asimetrías, discontinuidades ni irregularidades en planta o elevación que pudieran ser perjudiciales; o en caso de que presente alguno de los defectos anteriores, éstos puedan eliminarse sin que se afecte la resistencia de la estructura.

4.- Si se trata de una escuela, y ésta no sea de educación inicial, preescolar, primaria, media o media superior, o no aloje a más de cincuenta alumnos.

5.- La verificación de que se cumpla con todos los requisitos enumerados deberá constar en un dictamen expedido por un Corresponsable en Seguridad Estructural.

En caso de violaciones al presente artículo, el Departamento aplicará las sanciones a que se refiere el artículo 339 de este Reglamento.

**ARTICULO NOVENO.-**

Las especificaciones técnicas que se contienen en los literales de este artículo transitorio mantendrán su vigencia en tanto se expiden las Normas Técnicas Complementarias para cada una de las materias que regulan.

**A.- REQUISITOS MINIMOS PARA ESTACIONAMIENTO**

**I. Número mínimo de cajones:**

TIPOLOGIA	NUMERO MINIMO DE CAJONES	
<b>I. HABITACION</b>		
I.I Habitación unifamiliar	hasta 120 m <sup>2</sup>	Por vivienda
I.I.I. Habitación Bifamiliar	De más de 120 hasta 250 m <sup>2</sup> por vivienda	Por vivienda
	De más de 250 m <sup>2</sup>	3 por vivienda
I.2. Habitación Plurifamiliar (Sin elevador)	Hasta 60 m <sup>2</sup>	1 por vivienda
	De más de 60	1.25 por vivienda
	Hasta 120 m <sup>2</sup>	
	De más de 120	
	Hasta 250 m <sup>2</sup>	2 por vivienda
	De más de 250 m <sup>2</sup>	3 por vivienda
I.2. Habitación Plurifamiliar (Con elevador)	Hasta 60 m <sup>2</sup>	1 por vivienda
	De más de 60	
	Hasta 120 m <sup>2</sup>	1.5 por vivienda
	De más de 120	
	Hasta 250 m <sup>2</sup>	2.5 por vivienda
	De más de 250 m <sup>2</sup>	3.5 por vivienda
I.2.1. Conjuntos habitacionales	Hasta 60 m <sup>2</sup>	0.5 por vivienda

	De más de 60 Hasta 120 m2 De más de 120 Hasta 250 m2 De más de 250 m2	1 por vivienda  2 por vivienda 3 por vivienda
<b>II. SERVICIOS</b>		
II.1. Oficinas Bancos y Agencias de Viajes		1 por 30 m2 contruidos 1 por 15 m2 construidos
II.2.1. Almacenamiento y Abastos		1 por 150 m2 construidos
II.2.2. Tiendas de productos básicos		1 por 40 m2 construidos
II.2.3. Tiendas de especialidades		1 por 40 m2 construidos
II. 2.4. Tiendas de Autoservicio		1 por 40 m2 construidos
II.2.5. Tiendas de Departamentos		1 por 40 m2 construidos
II.2.6. Centros comerciales		1 por 40 m2 construidos
II.2.7. Venta de materiales y vehículos materiales de construcción Materiales eléctricos y sanitarios y ferreterías Vehículos y maquinaria Refacciones		1 por 150 m2 de terreno 1 por 50 m2 construidos 1 por 100 m2 de terreno 1 por 75 m2 de terreno
II.2.8. Tiendas de Servicio baños públicos, salones de belleza, peluquerías, lavanderías, sastrerías Talleres de reparación de artículos del hogar, de automóviles, estudios laboratorios de fotografía, lavado y lubricación de autos		1 por 20 m2 construidos  1 por 30 m2 construidos
II.3.1. Hospitales		

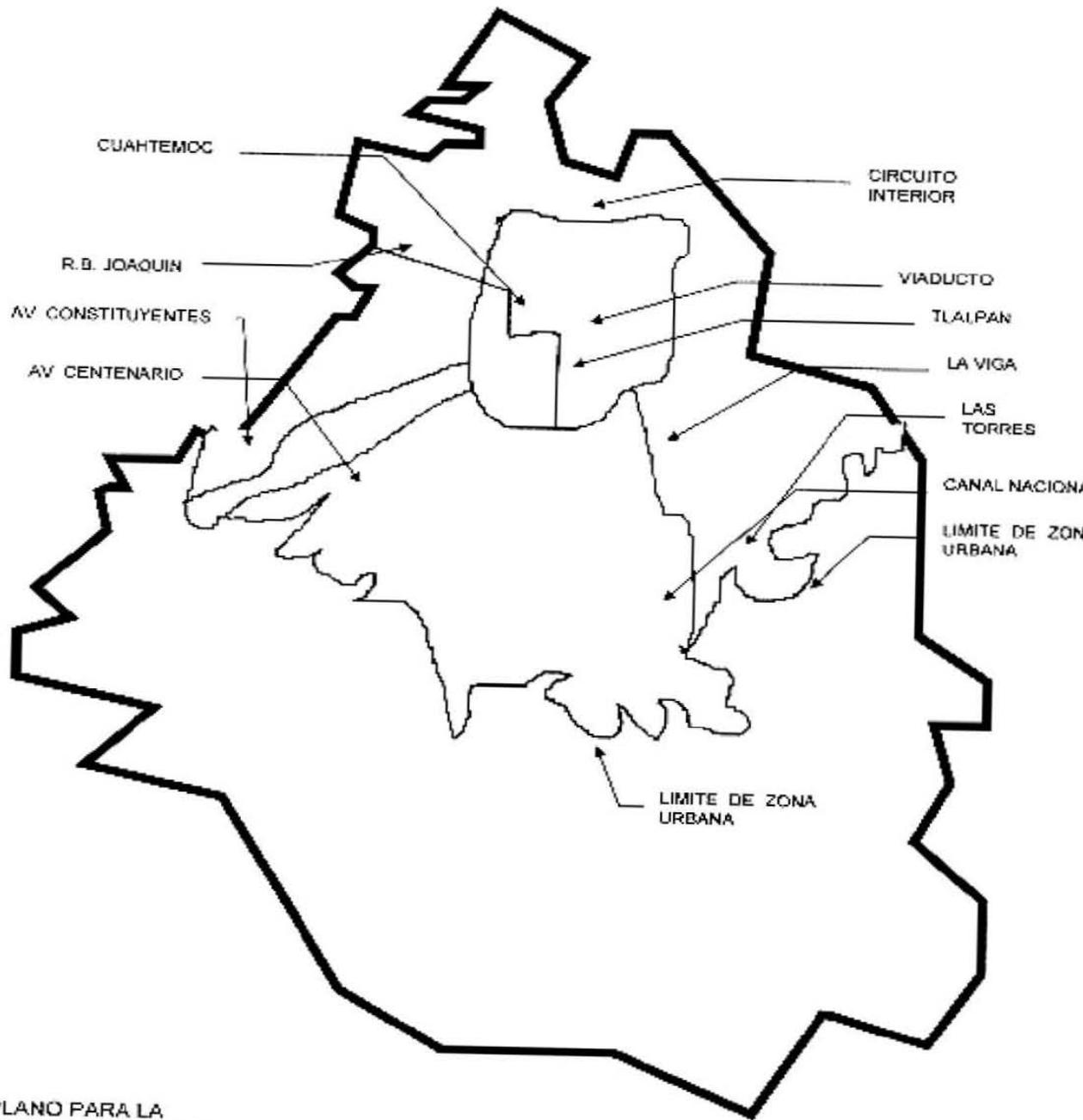
II.3.2. Clínicas, centros de salud		1 por 30 m2 construidos
II.3.3. Asistencia social		1 por 50 m2 construidos
II.3.4. Asistencia animal		1 por 75 m2 construidos
II.4.1. Educación elemental Escuelas niños atípicos		1 por 60 m2 construidos 1 por 40m2 construidos
II.4.2. Educación media y media superior		1 por 40 m2 construidos
II.4.3. Educación Superior		1 por 25m2 construidos
II.4.4. Institutos científicos		
II.4.5. Instalaciones para exhibiciones		1 por 40 m2 construidos
II.4.6. Instalaciones para la información		
II.4.7. Instalaciones religiosas		1 por 60 m2 construidos
II.4.8. Sitios históricos		1 por 100 m2 de terreno
II.5.1. Alimentos y bebidas: Cafés y fondas, salones de banquetes, restaurantes sin venta de bebidas alcohólicas Restaurantes con ventas de bebidas alcohólicas Cantinas y bares		1 por 15 m2 construidos 1 por 7.5 m2 construidos
II.5.2 Entretenimiento: Auditorios, centros de convenciones, teatros al aire libre, circos, ferias, teatros, cines		1 por 10 m2 construidos 1 por 7.5 m2 construidos
II.5.3. Recreación Social: Centros comunitarios, clubes sociales, Salones de fiestas, clubes campestres y de golf		1 por 40 m2 construidos 1 por 700 m2 de terreno

Centros nocturnos		1 por 7.5 m2 construidos
II.5.4. Deportes y recreación: canchas deportivas, centros deportivos, estadios Hipódromos, galgódromos, Velódromos, autódromos, para espectadores, plazas de toros, lienzos charros, pista de patinaje, pistas para equitación Albercas Canales o lagos para regatas o veleo, campos de tiro Gimnasios, boliches, billares		1 por 75 m2 construidos 1 por 10 m2 construidos    1 por 100 m2 de terreno 1 por 40 m2 construidos
II.6.1. Hoteles		
II.6.2. Moteles		1 por 50 m2 construidos
II.6.3. Casas de huéspedes y albergues		
II.7.1. Defensa		1 por 100 m2 construidos
II.7.2. Policía garitas, estaciones centrales Encierro de vehículos		1 por 50 m2 construidos 1 por 100 m2 construidos
II.7.3. Bomberos		1 por 50 m2 de terreno
II.7.4. Reclusorio		1 por 100 m2 construidos
II.7.5. Emergencias		1 por 50 m2 construidos
II.8.1. Cementerios	Hasta 1000 Fosas Más de 1000 Fosas	1 por 200 m2 de terreno 1 por 500 m2 de terreno
II.8.2. Mausoleos y crematorios	Hasta 1000 unidades Más de 1000 unidades Crematorios	1 por 50 m2 construidos 1 por 100 m2 construidos 1 por 10 m2 construidos
II.8.3. Agencias funerarias		1 por 30 m2 construidos

II.9.1. Transportes terrestres terminales estaciones		1 por 50 m2 construidos 1 por 20 m2 construidos
II.9.1.1. Estacionamientos		1 por 100 m2 de terreno
II.9.2. Transportes aéreos		1 por 20 m2 construidos
II.9.3. Comunicaciones, agencias y centrales de correos, telégrafos y teléfonos estaciones Televisión sin auditorio, estaciones de radio Estaciones de televisión con auditorio		1 por 20 m2 construidos 1 por 40 m2 construidos 1 por 20 m2 construidos
<b>III. INDUSTRIA</b>		
III.1. Industria pesada		
III.2. Industria mediana		1 por 200 m2 construidos
III.3. Industria ligera		1 por 100 m2 construidos
<b>IV. ESPACIOS ABIERTOS</b>		
IV.1. Plazas y explanadas		1 por 100 m2 de terreno
IV.2. Jardines y parques	Hasta 50 has. Más de 50 has.	1 por 1000 m2 de terreno 1 por 10000 m2 de terreno
<b>V. INFRAESTRUCTURA</b>		
V.I. Plantas, estaciones y subestaciones		1 por 50 m2 de terreno
V.4. Cárcamos y bombas		1 por 100 m2 construidos
V.5. Basureros		1 por 50 m2 construidos

**Las cantidades anteriores de cajones para establecimientos de vehículos se proporcionarán en los siguientes porcentajes, de acuerdo a las zonas indicadas en el "Plano para la cuantificación de demandas por zona".**

<b>ZONA</b>	<b>RESPECTO A LOS ESTABLECIDOS EN LA TABLA ANTERIOR</b>
1	100%
2	90%
3	80%
4	70%



PLANO PARA LA  
CUANTIFICACION DE  
DEMANDAS POR ZONA.

**II. Cualesquiera otras edificaciones no comprendidas en esta relación, se sujetarán a estudio y resolución por las autoridades del Departamento;**

**III. La demanda total para los casos en que en un mismo predio se encuentren establecidos diferentes giros y usos, será la suma de las demandas señaladas para cada uno de ellos, menos en el caso que se señala en la fracción siguiente;**

**IV. Los requerimientos resultantes se podrán reducir en un 5% en el caso de edificios o conjuntos de uso mixtos complementarios con demanda horaria de espacio para estacionamiento no simultánea que incluyan dos a más usos de habitación múltiple, conjuntos de habitación, administración, comercio, servicios para la recreación o alojamiento;**

**V. Los requerimientos resultantes se podrán reducir en un 10% en el caso de usos ubicados dentro de las zonas que los Programas Parciales definen como Centros Urbanos (CU) y Corredores de Servicios de Alta Intensidad (CS), cuando no estén comprendidos en la zona 4 del plano de cuantificación de demanda por zonas;**

**VI. El 60% de las áreas de estacionamiento de los conjuntos habitación deben estar localizados y diseñados para permitir, por lo menos, un incremento del 100% de la oferta original, mediante la construcción posterior de pisos;**

**VII. Las medidas de los cajones de estacionamientos para coches serán de 5.00 x 2.40 m. Se podrá permitir hasta el cincuenta por ciento de los cajones para coches chicos de 4.20 x 2.20 m.;**

**VIII. Se podrá aceptar el estacionamiento en "Cordón" en cuyo caso el espacio para el acomodo de vehículos será de 6.00 x 2.40 m., para coches grandes, pudiendo en un cincuenta por ciento, ser de 4.80 x 2.00 m. para coches chicos. Estas medidas no comprenden las áreas de circulación necesarias;**

**IX. Los estacionamientos públicos y privados señalados en la fracción I, deberán destinar por lo menos un cajón de cada veinticinco o fracción a partir de doce, para uso exclusivo de personas impedidas, ubicado lo más cerca posible de la entrada a la edificación. En estos casos, las medidas del cajón serán de 5.00 x 3.80 m;**

**X. En los estacionamientos públicos o privados que no sean de autoservicio, podrán permitirse que los espacios se dispongan de tal manera que para sacar un vehículo se mueva un máximo de dos;**

**XI. Las edificaciones que no cumplan con lo espacios de estacionamientos establecidos en la fracción I dentro de sus predios, podrán usar para tal efecto otros predios, siempre y cuando no se encuentren a una distancia mayor de 250 m; no se atraviesen vialidades primarias, y los propietarios de dichas edificaciones comprueben su título de propiedad, inscrito en el Registro Público de la Propiedad de los predios mencionados; en estos casos se deberán colocar letreros en las edificaciones, señalando la ubicación del estacionamiento, y en los predios, señalando la edificación a la que dan servicio, y**

**XII. El Departamento determinará los casos en que se deberá cubrir una demanda adicional de espacios para estacionamiento de visitantes, así como la reducción porcentual de dicha demanda en los casos de acciones de mejoramiento de vivienda o vivienda de menos de 60 m<sup>2</sup>, en función de su ubicación y relación con la estructura urbana, siempre que su tipo no rebase 2.5 veces el salario mínimo.**

**B.- REQUERIMIENTOS MINIMOS DE HABITABILIDAD Y FUNCIONAMIENTO**

Tipología	Dimensiones	Libres	Mínimas	Observaciones
Local	Area o Índice	Lado (metros)	Altura (metros)	
<b>I. HABITACION</b>				
Locales Habitables:				
Recámara única o principal	7.00 m2	2.40	2.30	
Recámaras adicionales y alcoba	6.00 m2	2.00	2.30	
Estancias	7.30 m2	2.60	2.30	
Comedores	6.30 m2	2.40	2.30	
Estancia-comedores (integrados)	13.60 m2	2.60	2.30	
Locales complementarios:				
Cocina	3.00 m2	1.50	2.30	
Cocineta integrada a Estancia-comedor	-----	2.00	2.30	a)
cuarto de lavado	1.68 m2	1.40	2.10	
cuartos de aseo, despensas y similares	-----	-----	2.10	
Baños y sanitarios	-----	-----	2.10	(b)
<b>II. SERVICIOS</b>				
II.1 OFICINAS				
Suma de áreas y locales de Trabajo: Hasta 100 m <sup>2</sup>	5.00 m2/			

	persona	-----	2.30	
De más de 100 hasta 1,000 m <sup>2</sup>	6.00 m <sup>2</sup> / persona	-----	2.30	
De más de 1,000 hasta 10,000 m <sup>2</sup>	7.00 m <sup>2</sup> / persona	-----	2.30	
Más de 10,000 m <sup>2</sup>	8.00 m <sup>2</sup> / persona	-----	2.30	
<b>II.2. COMERCIO</b>				
Areas de venta				
Hasta 120 m <sup>2</sup>	-----	-----	2.30	
De más de 120 m <sup>2</sup> hasta 1,000 m <sup>2</sup>	-----	-----	2.50	
Mayores de 1,000 m <sup>2</sup>	-----	-----	3.00	
Baños públicos, zona de baños de vapor	1.3 m <sup>2</sup> /usuario			
usuario	-----		2.70	
Gasolineras	-----	-----	4.20	
<b>II.3. SALUD</b>				
<b>HOSPITALES</b>				
<b>ARTICULO CUARTOS de camas</b>				
Individual	7.30 m <sup>2</sup>	2.70	2.40	
Comunes	-----	3.30	2.40	
<b>CLINICAS Y CENTROS DE SALUD</b>				
Consultorios	7.30	2.10	2.30	
<b>ASISTENCIA SOCIAL</b>				

Dormitorios para más de 4 personas en orfanatorios, asilos, centros de integración	10.00 m <sup>2</sup> /persona	2.90	2.30	(d)
<b>II.4. EDUCACION Y CULTURA EDUCACION ELEMENTAL, MEDIA Y SUPERIOR</b>				
Aulas	0.9 m <sup>2</sup> /alumno	-----	2.70	
Superficie total, predio	2.50 m <sup>2</sup> /alumno	-----	-----	
Areas de esparcimiento en jardines de niños	0.60 m <sup>2</sup> /alumno	-----	-----	
En primarias y secundarias		-----	-----	
<b>INSTALACIONES PARA EXHIBICIONES</b>				
Exposiciones temporales	1 m <sup>2</sup> /persona	-----	3.00	(i)
<b>CENTROS DE INFORMACION</b>				
Salas de lectura	2.5 m <sup>2</sup> /lector	-----	2.50	
Acervos	150 libros/m <sup>2</sup>	-----	2.50	
		-----		
<b>INSTALACIONES RELIGIOSAS</b>				
Salas de culto				
Hasta 250 concurrentes	0.5 m <sup>2</sup> /persona 1.75 m <sup>2</sup> /persona	-----	2.50	(f,g)

Más de 250 concurrentes	0.7 m <sup>2</sup> /persona 3.5 m <sup>3</sup> /persona	-----	2.50	
<b>II.5 RECREACION ALIMENTOS Y BEBIDAS</b>				
Areas de comensales	1.00m <sup>2</sup> /comensal	2.30	-----	(e)
Areas de cocina y servicios	0.50 m <sup>2</sup> /comensal	2.30	-----	
<b>ENTRETENIMIENTO</b>				
Salas de espectáculos				
Hasta 250 concurrentes	0.5 m <sup>2</sup> /asiento 1.75 m <sup>3</sup> / persona	0.45	3.00	(g,h)
Más de 250 concurrentes	0.7 m <sup>2</sup> /persona 3.50 m <sup>3</sup> /persona	0.45/asiento	3.00	(g,h)
Vestíbulos:				
Hasta 250 concurrentes	0.25 m <sup>2</sup> /asiento	3.00	2.50	
Más de 250 concurrentes	0.03 m <sup>2</sup> /asiento	5.00	3.00	
Vestíbulos:				
Hasta 250 concurrentes	0.25 m <sup>2</sup> /asiento	3.00	2.50	
Más de 250 Concurrentes	0.03 m <sup>2</sup> /asiento	5.00	3.00	
Caseta de proyección	5m <sup>2</sup>	-----	2.40	(j)
Taquilla	1m <sup>2</sup>	-----	2.10	
<b>RECREACION SOCIAL</b>				
Salas de reunión	1 m <sup>2</sup> /persona	-----	2.50	

DEPORTES Y RECREACION				
Graderías	0.45/asiento	-----	3.00	
II.6. ALOJAMIENTO				
Cuartos de hoteles, moteles casas de huéspedes y albergues	7.00	2.40	2.30	
II.9. COMUNICACIONES Y TRANSPORTES  TRANSPORTES TERRESTRES  TERMINALES Y ESTACIONES				
Andén de pasajeros	-----	2.00	-----	
Sala de espera	20.00 m2/andén	3.00	3.00	
ESTACIONAMIENTOS				
Caseta de control	1.00	0.80	2.10	
III. INDUSTRIA		Las dimensiones libres mínimas serán las que establezcan las Normas		
IV. ESPACIOS ABIERTOS				
V. INFRAESTRUCTURA				
VI. AGRICOLA, FORESTAL Y ACUIFERO				

**OBSERVACIONES:**

- a) La dimensión de lado se refiere a la longitud de la cocineta.
- b) Las dimensiones libres mínimas para los espacios de los muebles sanitarios se establecen en el artículo 83 de este Reglamento.
- c) Incluye privados, salas de reunión, áreas de apoyo y circulaciones internas entre las áreas amuebladas para trabajo de oficina.
- d) El índice en m<sup>3</sup> permitirá dimensionar el espacio mínimo necesario, considerando indistintamente personas en camas o literas.

e) El índice considera comensales en mesas. Serán aceptables índices menores en casos de comensales en barras, o de pie, cuando el proyecto identifique y numere los lugares respectivos.

f) El índice de m<sup>2</sup>/ persona incluye áreas de concurrentes sentados, espacios de culto tales como altares y circulaciones dentro de las salas de culto.

g) Determinada la capacidad del templo o centro de entretenimiento aplicando el índice de m<sup>2</sup>/persona, la altura promedio se determinará aplicando el índice de m<sup>3</sup>/persona, sin perjuicio de observar la altura mínima aceptable.

h) El índice de m<sup>2</sup>/persona incluye áreas de escena o representación, áreas de espectadores sentados, y circulaciones dentro de las salas.

i) El índice se refiere a la concentración máxima simultánea de visitantes y personal previsto, se incluye áreas de exposición y circulaciones.

j) Las taquillas se colocarán ajustándose al índice de una por cada 1,500 personas o fracción, sin quedar directamente a la calle y sin obstruir la circulación de los accesos.

### C. REQUERIMIENTOS MINIMOS DE SERVICIO DE AGUA POTABLE

Tipología	Subgénero	Dotación Mínima	Observaciones
I. HABITACION	Vivienda	150 Lts./Hab./día	a
II. SERVICIOS			
II.1. OFICINAS	Cualquier tipo	20 Lts./m2/día	a,c
II.2. COMERCIO			
	Locales comerciales	6 Lts./m2/día	a
	Mercados	100 Lts./puesto/día	
	Baños públicos	300	
	Lavanderías de autoservicio	Lts./bañista/regadera/día 40 Lts./kilos de ropa seca	b
II.3. SALUD			
	Hospitales, clínicas y centros de salud	800 Lts./cama/día	a,b,c
	Orfanatorios y asilos	300 Lts./huésped/día	a,c
II.4. EDUCACION Y CULTURA			

	Educación elemental	20 Lts./alumno/turno	a,b,c
	Educación media y superior	25 Lts./alumno/turno	a,b,c
	Exposiciones temporales	10 Lts./asistencia/día	b
<b>II.5. RECREACION</b>			
	Alimentos y bebidas	12 Lts./comida	a,b,c
	Entretenimiento	6 Lts./asiento/día	a,b
	Circos y ferias	10 Lts./asistente/día	b
	Dotación para animales, en su caso	25 Lts./animal/día	
	Recreación social	25 Lts./asistente/día	a,c
	Deportes al aire libre con baño y vestidores		
	Estadios	150 Lts./asistente/día	a
		10 Lts./asiento/día	a,c
<b>II.6. ALOJAMIENTO</b>			
	Hoteles, moteles y casas huéspedes	300 Lts./huésped/día	a, c
<b>II.7. SEGURIDAD</b>			
	Reclusorios	150 Lts./interno/día	a,c
	Cuarteles	150 Lts./persona/día	a,c
<b>II.9. COMUNICACIONES Y TRANSPORTES</b>			
	Estaciones de transporte	10 Lts./pasajero/día	a,c
	Estacionamientos	2 Lts./m2/día	a,c
<b>III. INDUSTRIA</b>			
	Industrias donde se manipulen materiales y sustancias que ocasionen manifiesto desaseo otras		

	industrias	100 Lts./trabajador 30 Lts./trabajador	
IV. ESPACIOS ABIERTOS			
	Jardines y parques	5 Lts. M2/día	

### OBSERVACIONES

a) Las necesidades de riego se considerarán por separado a razón de 5 Lts./m<sup>2</sup>/día.

b) Las necesidades generadas por empleados o trabajadores se considerarán por separado la razón de 100 Lts./trabajador/día.

c) En lo referente a la capacidad del almacenamiento de agua para sistemas contra incendios deberá observarse lo dispuesto en el artículo 122 de este Reglamento.

### D.- REQUERIMIENTO MINIMOS DE SERVICIOS SANITARIOS

Tipología	Magnitud	Excusados	Lavabos	Regaderas
II. SERVICIOS				
II.1. OFICINAS				
	Hasta 100 personas	2	2	-----
	De 101 a 200	3	2	-----
	Cada 100 adicionales o fracción	2	1	-----
II.2. COMERCIO				
	Hasta 25 empleados	2	2	-----
	De 26 a 50	3	2	-----
	De 51 a 75	4	2	-----
	De 76 a 100	5	3	-----
	Cada 100 adicionales o fracción	3	2	-----
II.2.8. BAÑOS PUBLICOS				

	Hasta 4 usuarios	1	1	1
	De 5 a 10	2	2	2
	De 11 a 20	3	3	4
	De 21 a 50	4	4	8
	Cada 50 adicionales o fracción	3	3	4

## II. SALUD

### Salas de espera:

	Por cada 100 personas	2	2	-----
	De 101 a 200	3	2	-----
	Cada 100 adicionales o fracción	2	1	-----

### Cuartos de camas:

	Hasta 10 camas	1	1	1
	De 11 a 25	3	2	2
	Cada 25 adicionales o fracción	1	1	1

### Empleados:

	Hasta 25 empleados	2	2	-----
	De 26 a 50	3	2	-----
	De 51 a 75	4	2	-----
	De 76 a 100	5	3	-----
	Cada 100 adicionales o fracción	3	2	-----

## II.4. EDUCACION Y CULTURA

### EDUCACION ELEMENTAL MEDIA SUPERIOR

	Cada 50 alumnos	2	2	-----
	Hasta 75 alumnos	3	2	-----
	De 76 a 150	4	2	-----
	Cada 75 adicionales o fracción	2	2	-----

### CENTROS DE INFORMACION

	Hasta 100 personas	2	2	-----
	De 101 a 200	4	4	-----
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2	-----

### INSTALACION PARA EXHIBICIONES

	Hasta 100 personas	2	2	-----
	De 101 a 400	4	4	-----
	Cada 200 adicionales o fracción	1	1	-----

## II.5. RECREACION

### ENTRETENIMIENTO:

	Hasta 100 personas	2	2	-----
	De 101 a 200	4	4	-----
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2	-----

### DEPORTES Y RECREACION

Canchas y centros deportivos

	Hasta 100 personas	2	2	2
	De 101 a 200	4	4	4
	Cada 200 personas adicionales o fracción	2	2	2

#### Estadios

	Hasta 100 personas	2	2	-----
	De 101 a 200	4	4	-----
	Cada 200 personas adicionales o fracción	2	2	-----

#### II.6. ALOJAMIENTO

	Hasta 10 huéspedes	1	1	1
	De 11 a 25	2	2	2
	Cada 25 adicionales o fracción	1	2	1

#### II.7. SEGURIDAD

	Hasta 10 personas	1	1	1
	De 11 a 25	2	2	2
	Cada 25 adicionales			
	O fracción	1	1	1

#### II.8. SERVICIOS FUNERARIOS

	Funerarias y velatorios:			
	Hasta 100 personas	2	2	-----
	De 101 a 200 personas	4	4	-----
	Cada 200 personas adicionales o			

	fracción	2	2	-----
<b>II.9. COMUNICACIONES Y TRANSPORTES</b>				
Estacionamientos:				
	Empleados	1	1	-----
	Público	2	2	-----
Terminales y estaciones de transporte				
	Hasta 100 personas	2	2	1
	De 101 a 200	4	4	2
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2	1
Comunicaciones:				
	Hasta 100 personas	2	2	-----
	De 101 a 200	3	2	-----
	Adicionales o fracción	2	1	-----
<b>III. INDUSTRIAS:</b>				
Industrias, almacenes y bodegas donde se manipulen materiales y sustancias que ocasionen manifiesto desaseo:				
	Hasta 25 personas	2	2	2
	De 26 a 50	3	3	3
	De 51 a 75	4	4	4
	De 76 a 100	5	4	4
	Cada 100 adicionales o fracción			

		3	3	3
Demás industrias, almacenes y (bodegas)				
	Hasta 25 personas	2	1	1
	De 26 a 50	3	2	2
	De 51 a 75	4	3	2
	De 76 a 100	5	3	3
	Cada 100 adicionales o fracción	3	2	2
IV. ESPACIOS ABIERTOS				
Jardines y parques:				
	Hasta 100 personas	2	2	-----
	De 101 a 400	4	4	-----
	Cada 200 adicionales o fracción	1	1	-----

**En edificaciones de comercio los sanitarios se proporcionarán para empleados y público en partes iguales, dividiendo entre dos las cantidades indicadas.**

**En los baños públicos y en deportes al aire libre se deberá contar, además, con un vestidor, casillero o similar por cada usuario.**

**En baños de vapor o de aire caliente se deberán colocar adicionalmente dos regaderas de agua caliente y fría y una de presión;**

**V. Los excusados, lavabos y regaderas a que se refiere la tabla de la fracción anterior, se distribuirán por partes iguales en locales separados para hombres y mujeres. En los casos en que se demuestre el predominio de un sexo sobre otro entre los usuarios, podrá hacerse la proporción equivalente, señalándolo así en el proyecto;**

**VI. En el caso de locales sanitarios para hombres será obligatorio agregar un mingitorio para locales con un máximo de dos excusados. A partir de locales con tres excusados, podrá sustituirse uno de ellos por un mingitorio, sin necesidad de recalcular el número de excusados. El procedimiento de sustitución podrá aplicarse a locales con mayor número de excusados, pero la proporción entre éstos y los mingitorios no excederá de uno a tres;**

**VII. Todas las edificaciones, excepto de habitación y alojamiento, deberán contar con bebederos o con depósitos de agua potable en proporción de uno por cada treinta**

trabajadores o fracción que exceda de quince, o uno por cada cien alumnos, según sea el caso;

VIII. En industrias y lugares de trabajo donde el trabajador esté expuesto a contaminación por venenos o materiales irritantes o infecciosos, se colocará un lavabo adicional por cada diez personas;

IX. En los espacios para muebles sanitarios se observarán las siguientes dimensiones mínimas libres

		Frente (m.)	Fondo (m.)
Usos domésticos y baños en cuartos de hotel	Excusado	0.70	1.05
	Lavabo	0.70	0.70
	Regadera	0.70	0.70
Baños Públicos	Excusado	0.75	1.10
	Lavabo	0.75	0.90
	Regadera	0.80	0.80
	Regadera a presión	1.20	1.20

En baños y sanitarios de uso doméstico y cuartos de hotel, los espacios libres que quedan al frente y a los lados de excusados y lavabos podrán ser comunes a dos o más muebles;

X . En los sanitarios de uso público indicados en la tabla de la fracción IV se deberá destinar, por lo menos, un espacio para excusado de cada diez o fracción, a partir de cinco, para uso exclusivo de personas impedidas. En estos casos, las medidas del espacio para excusado serán de 1.70 x 1.70 m., y deberán colocarse pasamanos y otros dispositivos que establezcan las Normas Técnicas Complementarias correspondientes;

XI. Los sanitarios deberán ubicarse de manera que no sea necesario para cualquier usuario subir o bajar más de un nivel o recorrer más de 50 metros para acceder a ellos;

XII. Los sanitarios deberán tener pisos impermeables y antiderrapantes y los muros de las regaderas deberán tener materiales impermeables hasta una altura de 1.50 m., y

XIII. El acceso a cualquier sanitario de uso público se hará de tal manera que al abrir la puerta no se tenga la vista a regaderas, excusados y mingitorios.

**E.- REQUISITOS MINIMOS DE VENTILACION**

**I. Los locales habitables y las cocinas domésticas en edificaciones habitacionales, los locales habitables en edificios de alojamiento, los cuartos de encamados en hospitales y las aulas en edificaciones para educación elemental y media, tendrán ventilación natural por medio de ventanas que den directamente a la vía pública, terrazas, azoteas, superficies descubiertas, interiores o patios que satisfagan lo establecido en el literal G de este artículo. El área de aberturas de ventilación no será inferior al 5% del área del local;**

**II. Los demás locales de trabajo, reunión o servicio en todo tipo de edificación tendrán ventilación natural con las mismas características mínimas señaladas en el inciso anterior, o bien, se ventilarán con medios artificiales que garanticen durante los periodos de uso, los siguientes cambios del volumen de aire del local:**

**En estos casos el cubo de la escalera no estará ventilado al exterior en su parte superior, para evitar que funcione como chimenea, la puerta para azotea deberá cerrar herméticamente; y las aberturas de los cubos de escaleras a los ductos de extracción de humos, deberán tener un área entre el 15% y el 8% de la planta del cubo de la escalera en cada nivel.**

Vestíbulos	1 cambio por Hora
Locales de trabajo y reunión En general y sanitarios	
Domésticos	6 cambios por hora
Cocinas domésticas, baños públicos, cafeterías, restaurantes y estacionamientos	10 cambios por hora
Cocinas en comercios de alimentos	20 cambios por hora
Centros nocturnos, bares y salones de fiesta	25 cambios por hora

**Los sistemas de aire acondicionado proveerán aire a una temperatura de  $24^{\circ}; C \pm 2^{\circ}; C$ , medida en bulbo seco, y una humedad relativa de  $50\% \pm 5\%$ . Los sistemas tendrán filtros mecánicos de fibra de vidrio para tener una adecuada limpieza del aire;**

**III. En los locales en que se instale un sistema de aire acondicionado que requiera condiciones herméticas, se instalarán ventilas de emergencia hacia áreas exteriores con un área cuando menos del 10% de lo indicado en la fracción I del presente artículo, y**

**IV. Las circulaciones horizontales clasificadas en el literal I de este artículo, se podrán ventilar a través de otros locales o áreas exteriores, a razón de un cambio de volumen de aire por hora.**

**Las escaleras en cubos cerrados en edificaciones para habitación plurifamiliar, oficinas, salud, educación y cultura, recreación, alojamiento y servicios mortuorios deberán estar ventiladas permanentemente en cada nivel, hacia la vía pública, patios**

de iluminación y ventilación o espacios descubiertos, por medio de vanos cuya superficie no será menor del 10% de la planta del cubo de la escalera, o mediante ductos para conducción de humos, o por extracción mecánica cuya área en planta deberá responder a la siguiente función:

$$A = hs/200.$$

En donde A = área en planta del ducto de extracción de humos en metros cuadrados.

h = altura del edificio, en metros lineales.

s = área en planta del cubo de la escalera, en metros cuadrados.

#### F.- REQUISITOS MINIMOS DE ILUMINACION

Los locales en las edificaciones contarán con medios que aseguren la iluminación diurna y nocturna necesaria para sus ocupantes y cumplan los siguientes requisitos:

I. Los locales habitables y las cocinas domésticas en edificaciones habitacionales, locales habitables en edificios de alojamiento, aulas en las edificaciones de educación elemental y media, y cuartos para encamados en hospitales, tendrán iluminación diurna natural por medio de ventanas que den directamente a la vía pública, terrazas, azoteas, superficies descubiertas, interiores o patios que satisfagan lo establecido en el literal G de este artículo. El área de las ventanas no será inferior a los siguientes porcentajes, correspondientes a la superficie del local, para cada una de las orientaciones:

Norte:	15.0%
Sur:	20.0%
Este y Oeste:	17.5%

En el dimensionamiento de ventanas se tomará en cuenta, complementariamente, lo siguiente:

a) Los valores para orientaciones intermedias a las señaladas podrán interpolarse en forma proporcional, y

b) Cuando se trate de ventanas con distintas orientaciones en un mismo local, las ventanas se dimensionarán aplicando el porcentaje mínimo de iluminación a la superficie del local dividida entre el número de ventanas;

II. Los locales cuyas ventanas estén ubicadas bajo marquesinas, techumbres, pórticos o volados, se considerarán iluminadas y ventiladas naturalmente cuando dichas ventanas se encuentren remetidas como máximo la equivalente a la altura de piso a techo de la pieza o local;

III. Se permitirá la iluminación diurna natural por medio de domos o tragaluces en los casos de baños, cocinas no domésticas, locales de trabajo, reunión, almacenamiento, circulaciones y servicios.

En estos casos, la proyección horizontal del vano libre del domo o tragaluz podrá dimensionarse tomando como base mínima el 4% de la superficie del local. El coeficiente de transmitividad del espectro solar del material transparente o translúcido de domos y tragaluces en estos casos no será inferior al 85%.

Se permitirá la iluminación en fachadas de colindancia mediante bloques de vidrio prismático translúcido a partir del tercer nivel sobre la banqueta sin que esto disminuya los requerimientos mínimos establecidos para tamaño de ventanas y domos o tragaluces, y sin la creación de derechos respecto a futuras edificaciones vecinas que puedan obstruir dicha iluminación;

IV. Los locales a que se refieren las fracciones I y II contarán, además, con medios artificiales de iluminación nocturna en los que las salidas correspondientes deberán proporcionar los niveles de iluminación a que se refiere la fracción VI;

V. Otros locales no considerados en las fracciones anteriores tendrán iluminación diurna natural en las mismas condiciones, señaladas en las fracciones I y III o bien, contarán con medios artificiales de iluminación diurna complementaria y nocturna, en los que las salidas de iluminación deberán proporcionar los niveles de iluminación a que se refiere la fracción VI;

VI. Los niveles de iluminación en luxes que deberán proporcionar los medios artificiales serán, como mínimo, los siguientes:

TIPO	LOCAL	NIVEL DE ILUMINACION EN LUXES
<b>I. HABITACION</b>	Circulaciones horizontales y verticales	50
II. SERVICIOS		
II.1. OFICINAS	Areas y locales de trabajo	250
II.2. COMERCIOS		
Comercios	En general	250
	Naves de mercado	75
Abastos	Almacenes	50
Gasolinerías	Areas de servicio	70
	Areas de bombas	200
II.3 DE SALUD		
Clínicas y hospitales	Salas de espera	125
	Consultorios y salas de curación	300
	Salas de encamados	75

II.4. EDUCACION Y CULTURA		
	Aulas	250
	Talleres de laboratorios	300
	Naves de templos	75
Instalaciones para la información	Salas de lectura	250
II.5. RECREACION		
Entretenimiento	Salas durante la función	1
	Iluminación de emergencia	5
	Salas durante intermedios	50
	Vestíbulos	150
II.6. ALOJAMIENTO	Habitaciones	75
II.9. COMUNICACIONES Y TRANSPORTES		
Estacionamientos	Areas de estacionamiento	30
III. INDUSTRIAS		
Industrias	Areas de trabajo	300
Almacenes y bodegas	Areas de almacenamiento	50

**Para circulaciones horizontales y verticales en todas las edificaciones, excepto de habitación, el nivel de iluminación será de, cuando menos, 100 luxes; para elevadores, de 100; y para sanitarios en general, de 75.**

**En los casos en que por condiciones especiales de funcionamiento se requieran niveles inferiores a los señalados, el Departamento, previa solicitud fundamentada, podrá autorizarlos.**

#### **G.- REQUISITOS MINIMOS DE LOS PATIOS DE ILUMINACION**

**Los patios de iluminación y ventilación natural deberán cumplir con las disposiciones siguientes:**

**I. Las disposiciones contenidas en este literal conciernen a patios con base de forma cuadrada o rectangular. Cualquier otra forma deberá requerir de autorización especial por parte del Departamento;**

**II. Los patios de iluminación y ventilación natural tendrán por lo menos, las siguientes dimensiones, que no serán nunca menores de 2.50 m. salvo los casos enumerados en la fracción III.**

<b>TIPO DE LOCAL</b>	<b>DIMENSION MINIMA (EN RELACION A LA ALTURA DE LOS PARAMENTOS DEL PATIO)</b>
Locales habitables, de comercio y oficinas	1/3
Locales complementarios	1/4
Para cualquier otro tipo de local	1/5

**Si la altura de los paramentos del patio fuera variable se tomará el promedio de los dos más altos;**

**III. Se permitirán las siguientes tolerancias en las dimensiones de los patios de iluminación y ventilación natural:**

**a) Reducción hasta de una cuarta parte en la dimensión mínima del patio en el eje norte-sur, y hasta una desviación de treinta grados sobre este eje, siempre y cuando en el sentido transversal se incremente, cuando menos, en una cuarta parte la dimensión mínima;**

**b) En cualquier otra orientación, la reducción hasta de una quinta parte en una de las dimensiones mínimas del patio, siempre y cuando la dimensión opuesta tenga por lo menos una quinta parte más de la dimensión mínima correspondiente;**

**c) En los patios completamente abiertos por uno o más de sus lados a vía pública, reducción hasta la mitad de la dimensión mínima en los lados perpendiculares a dicha vía pública, y**

**d) En el cálculo de las dimensiones mínimas de los patios de iluminación y ventilación podrán descontarse de la altura total de los paramentos que lo confinan, las alturas correspondientes a la planta baja y niveles inmediatamente superiores a ésta, que sirvan como vestíbulos, estacionamientos o locales de máquinas y servicios;**

**IV. Los muros de patios de iluminación y ventilación natural que se limiten a las dimensiones mínimas establecidas en este artículo y hasta 1.3 veces dichos valores, deberán tener acabados de textura lisa y colores claros, y**

**V. Los patios de iluminación y ventilación natural podrán estar techados por domos o cubiertas siempre y cuando tengan una transmitividad mínima del 85% en el espectro solar y una área de ventilación en la cubierta no menor al 10% del área del piso del patio.**

**H. DIMENSIONES MINIMAS DE PUERTAS**

TIPO DE EDIFICACION	TIPO DE PUERTA	ANCHO MINIMO
I. HABITACION	Acceso principal a)	0.90 m.
	Locales para habitación y cocinas	0.75 m.
	Locales complementarios	0.60 m.
I. SERVICIOS		
II.1. Oficinas	Acceso principal a)	0.90 m.
II.2. Comercio	Acceso principal a)	1.20 m.
II.3. Salud hospitales clínicas y centros de salud	Acceso principal a)	1.20 m.
	Cuartos de enfermos	0.90 m.
Asistencia social		
	Dormitorios en asilos, orfanatorios y centros de integración	0.90 m.
	Locales complementarios	0.75 m.
II.4. Educación y cultura	Acceso principal a)	1.20 m.
Educación elemental media y superior	Aulas	0.90 m.
Templos	Acceso principal	1.20 m.
II.5. Recreación		
Entretenimiento	Acceso principal b)	1.20 m.

	Entre vestíbulos y sala	1.20 m.
II.6. Alojamiento	Acceso principal a)	1.20 m.
	Cuartos de hoteles, Moteles y casas de huéspedes	0.90 m.
II.7. Seguridad	Acceso principal	1.20 m.
II.8. Servicios funerarios	Acceso principal	1.20 m.

**a) Para el cálculo del ancho mínimo del acceso principal podrá considerarse solamente la población del piso o nivel de la construcción con más ocupantes, sin perjuicio de que se cumpla con los valores mínimos indicados en la tabla.**

**b) En este caso las puertas a vía pública deberán tener una anchura total de, por lo menos, 1.25 veces la suma de las anchuras reglamentarias de las puertas entre vestíbulo y sala.**

#### **I.- DIMENSIONES MINIMAS DE CIRCULACIONES HORIZONTALES**

<b>TIPO DE EDIFICACION</b>	<b>CIRCULACION HORIZONTAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	
		<b>Ancho</b>	<b>altura</b>
I. Habitación	Pasillos interiores en viviendas	0.75 m.	2.10 m.
	Corredores comunes a dos o más viviendas	0.90 m.	2.10 m.
<b>II. SERVICIOS</b>			
II.1. Oficinas	Pasillos en áreas de trabajo	0.90 m.	2.30 m.
II.2. Comercio hasta 120 m <sup>2</sup>	Pasillos	0.90 m.	2.30 m.
De más de 120 m <sup>2</sup>	Pasillos	1.20 m <sup>2</sup>	2.30 m.
II.3. Salud	Pasillos en cuartos, salas de urgencias, operaciones y consultorios	1.80 m.	2.30 m.
II.4. Educación y Cultura	Corredores comunes a dos o más aulas	1.20 m.	2.30 m.

Templos	Pasillos laterales	1.90 m.	2.50 m.
	Pasillos centrales	1.20 m.	2.50 m.
II.5. Recreación Entretenimiento	Pasillos laterales entre butacas o asientos	0.90 m.	a. 3.00 m.
	Pasillos entre el frente de un asiento y el respaldo del asiento de adelante.		
	Túneles	0.40 m.	a. (b)
		1.80 m.	3.00 m.
			2.50 m.
II.6. Para alojamiento (excluyendo casas de huéspedes)	Pasillos comunes a dos o más cuartos o dormitorios	0.90 m.	2.10 m.
Para alojamiento. Casas de huéspedes	Pasillos interiores	0.75 m.	2.10 m.
II.9. Comunicaciones y transportes	Pasillos para público	2.00 m.	2.50 m.

**a) En estos casos deberán ajustarse, además, a lo establecido en los artículos 103 y 104 de este Reglamento.**

**b) Excepción a la expresión de 0.60 m. adicionales por cada cien usuarios.**

#### **J.- REQUISITOS MINIMOS PARA ESCALERAS**

**I. Ancho mínimo. El ancho de las escaleras no será menor de los valores siguientes, que se incrementarán en 0.60 m., por cada 75 usuarios o fracción:**

<b>TIPO DE EDIFICACIONES</b>	<b>TIPO DE ESCALERA</b>	<b>ANCHO MINIMO</b>
I. Habitación	Privada o interior con muro en un solo costado.	0.75 m.
	Privada o interior confinada entre 2 muros.	
	Común a 2 o más viviendas	0.90 m.
		0.90 m.

II. SERVICIOS		
II.1. Oficinas(hasta 4 niveles)	Principal	0.90 m.
Oficinas(más de 4 niveles)		1.20 m.
II.2. Comercio (hasta 100 m2)	En zonas de exhibición	0.90 m.
Comercio (más de 100 m2)	Ventas y almacenamiento	1.20 m.
II.3. Salud	En zonas de cuartos y consultorios	1.80 m.
Asistencia Social	Principal	1.20 m.
II.4. Educación y cultura	En zonas de aulas	1.20 m.
II.5. Recreación	En zonas de público	1.20 m.
II.6. Alojamiento	En zonas de cuartos	1.20 m.
II.7. Seguridad	En zonas de dormitorios	1.20 m.
II.8. Servicios Funerarios		
Funerarias	En zonas de público	1.20 m.
II.9. Comunicaciones y Transportes		
Estacionamientos	Para uso del público	1.20 m.
Estaciones y terminales de transporte	Para uso del público	1.50 m.

**Para el cálculo del ancho mínimo de la escalera podrá considerarse solamente la población del piso o nivel de la edificación con más ocupantes, sin tener que sumar la población de toda la edificación y sin perjuicio de que se cumplan los valores mínimos indicados;**

## **II. Condiciones de diseño:**

**a) Las escaleras contarán con un máximo de quince peraltes entre descansos:**

**b) El ancho de los descansos deberá ser, cuando menos, igual a la anchura reglamentaria de la escalera;**

**c) La huella de los escalones tendrá un ancho mínimo de 25 cm., para lo cual, la huella se**

**medirá entre las proyecciones verticales de dos narices contiguas;**

d) El peralte de los escalones tendrá un máximo de 18 cm. y un mínimo de 10 cm. excepto en escaleras de servicio de uso limitado, en cuyo caso el peralte podrá ser hasta de 20 cm.;

e) Las medidas de los escalones deberán cumplir con la siguiente relación: "dos peraltes más una huella sumarán cuando menos 61 cm., pero no más de 65 cm."

f) En cada tramo de escaleras, la huella y peraltes conservarán siempre las mismas dimensiones reglamentarias;

g) Todas las escaleras deberán contar con barandales en por lo menos uno de sus lados, a una altura de 0.90 m. medidos a partir de la nariz del escalón y diseñados de manera que impidan el paso de niños a través de ellos;

h) Las escaleras ubicadas en cubos cerrados en edificaciones de cinco niveles o más tendrán puertas hacia los vestíbulos en cada nivel, con las dimensiones y demás requisitos que se establecen en el artículo 98 de este ordenamiento y en el literal H de este artículo;

i) Las escaleras de caracol se permitirán solamente para comunicar locales de servicio y deberán tener un diámetro mínimo de 1.20 m., y

j) Las escaleras compensadas deberán tener una huella mínima de 25 cm. medida a 40 cm. del barandal del lado interior y un ancho máximo de 1.50 m. Estarán prohibidas en edificaciones de más de 5 niveles.

#### **K.- REQUISITOS MINIMOS PARA LAS INSTALACIONES DE COMBUSTIBLES**

I. Las instalaciones de gas en las edificaciones deberán sujetarse a las bases que se mencionan a continuación:

a) Los recipientes de gas deberán colocarse a la intemperie, en lugares ventilados, patios, jardines o azoteas y protegidos del acceso de personas y vehículos. En edificaciones para habitación plurifamiliar, los recipientes de gas deberán estar protegidos por medio de jaulas que impidan el acceso de niños y personas ajenas al manejo, mantenimiento y conservación del equipo.

Los recipientes se colocarán sobre un piso firme y consolidado, donde no existan flamas o materiales flamables, pasto o hierba;

b) Las tuberías de conducción de gas deberán ser de cobre tipo "L" o de fierro galvanizado C-40 y se podrán instalar ocultas en el subsuelo de los patios o jardines a una profundidad de cuando menos 0.60 m., o visibles adosados a los muros, a una altura de cuando menos 1.80 m. sobre el piso. Deberán estar pintadas con esmalte color amarillo. La presión máxima permitida en las tuberías será de 4.2 kg./cm<sup>2</sup> y la mínima de 0.07 kg./cm<sup>2</sup>.

Queda prohibido el paso de tuberías conductoras de gas por el interior de locales habitables, a menos que estén alojados dentro de otro tubo, cuyos extremos estén abiertos al aire exterior. Las tuberías de conducción de gas deberán colocarse a 20 cm., cuando menos, de cualquier conductor eléctrico, tuberías con fluidos corrosivos o de alta presión;

c) Los calentadores de gas para agua deberán colocarse en patios o azoteas o en locales con una ventilación mínima de veinticinco cambios por hora del volumen de aire del local. Quedará prohibida su ubicación en el interior de los baños.

Para edificaciones construidas con anterioridad a este Reglamento y con calentadores de gas dentro de baños, se exigirá que cuenten con ventilación natural o artificial con veinticinco cambios por hora, por lo menos, del volumen de aire del baño;

d) Los medidores de gas en edificaciones de habitación se colocarán en lugares secos, iluminados y protegidos de deterioro, choques y altas temperaturas. Nunca se colocarán sobre la tierra y aquellos de alto consumo deberán apoyarse sobre asientos resistentes a su peso y en posición nivelada;

e) Para las edificaciones de comercio y de industrias deberán construirse casetas de regulación y medición de gas, hechas con materiales incombustibles, permanentemente ventiladas y colocadas a una distancia mínima de 25 m. a locales con equipos de ignición como calderas, hornos o quemadores; de 20 m. a motores eléctricos o de combustión interna que no sean a prueba de explosión; de 35 m. a subestaciones eléctricas; de 30 m. a estaciones de alta tensión y de 20 a 50 m. a almacenes de materiales combustibles, según lo determine el Departamento;

f) Las instalaciones de gas para calefacción deberán tener tiros y chimeneas que conduzcan los gases producto de la combustión hacia el exterior. Para los equipos diseñados sin tiros y chimeneas se deberá solicitar autorización del Departamento antes de su instalación, y

II. Las tuberías de conducción de combustibles líquidos deberán ser de acero soldable o fierro negro C-40 y deberán estar pintadas con esmalte color blanco y señaladas con las letras "D" o "P". Las conexiones deberán ser de acero soldable o fierro roscable.

---

#### RUBRICA

Salón de Sesiones de la II Asamblea de Representantes del Distrito Federal, a los catorce días del mes de julio de mil novecientos noventa y tres.- Por la Mesa Directiva, Rep. Hugo Díaz Thome, Presidente.- Rúbrica.- Rep. Lucía Ramírez Ortiz, Secretario.- Rúbrica.- Rep. Oscar Mauro Ramírez Ayala, Secretario.- Rúbrica.

---

#### ARTICULOS TRANSITORIOS DEL DECRETO QUE REFORMA EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL, PUBLICADO EN EL D.O.F. EL 4 DE JUNIO DE 1997.

##### PRIMERO.-

El presente Decreto entrará en vigor al día siguiente de su publicación en la Gaceta Oficial del Distrito Federal. Para su mayor difusión se publicará en el Diario Oficial de la Federación.

---

##### SEGUNDO.-

Las referencias que se hacen en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal a constancia de uso del suelo, constancia de zonificación de uso del suelo y constancia de acreditación de uso del suelo por derechos adquiridos, se entenderán hechas a certificación de zonificación para uso específico, certificación de zonificación de usos del suelo permitidos y certificación de acreditación de uso del suelo por derechos adquiridos, respectivamente; así mismo, las menciones hechas a la autorización de uso y ocupación, se entenderán hechas sólo a la autorización de ocupación.

Las menciones hechas al Departamento del Distrito Federal, se referirán al Distrito Federal a partir del 5 de diciembre de 1997.

---

**TERCERO.-**

Las soluciones de constancias de uso de suelo, de zonificación de uso de suelo y de acreditación de uso del suelo por derechos adquiridos, así como las licencias de uso del suelo y de construcciones en trámite, y las obras en ejecución a la fecha de entrada en vigor de este Decreto, se tramitarán de conformidad con las disposiciones vigentes con anterioridad a dicha entrada en vigor.

---

**CUARTO.-**

En tanto se expidan las Normas Técnicas Complementarias relativas a las licencias de construcción para las que se requiera opinión de alguna dependencia, órgano o entidad de la administración pública federal o local, las autoridades competentes del Distrito Federal deberán recabar las opiniones que se requieran y resolver las solicitudes de dichas licencias en el mismo plazo a que se refiere el artículo 54 del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal. En estos casos, se deberá comunicar al particular dicha circunstancia.

---

**QUINTO.-**

Los propietarios o poseedores de las edificaciones o instalaciones a que se refieren los artículos 65, 117, fracción II y 174, fracción I del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, que no cuenten con el registro del Visto Bueno de Seguridad y Operación, deberán presentarlo en un plazo de ciento veinte días naturales a partir de la entrada en vigor de este Decreto, conforme a lo que establece el artículo 64 de este mismo Reglamento.

---

<>

**RUBRICA**

Dado en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a los catorce días del mes de julio de mil novecientos noventa y tres.-  
Ernesto Zedillo Ponce de León.-

**Rúbrica.- El Jefe del Departamento del Distrito Federal, Oscar Espinosa Villarreal.-**

---

**PUBLICACIÓN Y REFORMAS**

**Publicación: D.O. 02ago93**

**Este Reglamento contiene:**

**No. de Reformas: 2**

**Fecha y Publicación de Reformas:**

**D.O. 15jul94 y D.O. 04jun97**