

36

RECEIVED AT
MEXICO CITY
JULY 11 2001

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA



**PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN DEL TÍTULO DE SEGURIDAD
ESTRUCTURAL DE REGLAMENTOS PARA CONSTRUCCIONES
EN LA REPÚBLICA MEXICANA**

T E S I S

295/97

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
I N G E N I E R O C I V I L
P R E S E N T A:
M A R Í A I S A B E L D Í A Z S O L Í S**

DIRIGIDA POR DR. OSCAR LÓPEZ BÁTIZ

MÉXICO, D.F.

2001



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.



SEGURIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

Señorita
MARÍA ISABEL DIAZ SOLIS
Presente .

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTIT/002/2000

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **DR OSCAR ALBERTO LOPEZ BATIZ** que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

**“PROPUESTA DE ACTUALIZACION DEL TITULO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE
REGLAMENTOS PARA CONSTRUCCIONES EN LA REPUBLICA MEXICANA”**

- INTRODUCCION**
- I. OBJETIVOS**
- II. CRECIMIENTO URBANO, SEGURIDAD ESTRUCTURAL Y NORMATIVIDAD, DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL INGENIERO CIVIL**
- III. EVOLUCION DE LOS REGLAMENTOS PARA LAS CONSTRUCCIONES EN MEXICO**
- IV. ESTUDIO ESTADISTICO COMPARATIVO DEL TITULO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL PARA DIVERSOS REGLAMENTOS DEL PAIS**
- V. DIAGNOSTICO DEL TITULO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE UN FORMATO DE CONTENIDO Y POSIBLE ACTUALIZACION DEL MISMO**
- VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
- APENDICE**
- REFERENCIAS**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente

“POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU”

Cd. Universitaria, a 14 de enero del 2000.

EL DIRECTOR

M. en C. GERARDO FERRANDO BRAVO

GFB/GMP/nll

DEDICATORIA:

**A mis padres
A Carmen, Lalo, Paty, Ceci, y Caro
Y a Daniel con quien compartí las aulas**

AGRADECIMIENTOS:

**AL DOCTOR OSCAR LÓPEZ BATÍZ por el apoyo
brindado**

**A TOMÁS SÁNCHEZ PEREZ por guiarme
siempre**

PROPUESTA DE ACTUALIZACIÓN DEL TÍTULO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE REGLAMENTOS PARA CONSTRUCCIONES EN LA REPÚBLICA MEXICANA

RESUMEN..... |

CONTENIDO..... |

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS.....1

1.1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.2	ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LOS REGLAMENTOS DE CONSTRUCCIONES.....	1
1.3	REGLAMENTOS DE DISEÑO.....	2
1.4	REGLAMENTOS DE DISEÑO EN LA REPÚBLICA MEXICANA.....	2
1.5	ORGANIZACIÓN DE LA TESIS.....	3
1.6	OBJETIVO.....	3

CAPÍTULO 2 CRECIMIENTO URBANO, SEGURIDAD ESTRUCTURAL Y NORMATIVIDAD DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL INGENIERO CIVIL

2.1	CRECIMIENTO URBANO EN LA REPÚBLICA MEXICANA.....	4
2.2	CARACTERÍSTICAS DE VIVIENDA HASTA 1990 Y 1995 EN DIFERENTES ESTADOS DE LA REPÚBLICA EN PAREDES Y TECHOS.....	6
2.3	COEFICIENTES SÍSMICOS Y VELOCIDADES DE DISEÑO PORCENTAJE DE MATERIALES PRECARIOS EN TECHOS Y PAREDES.....	11
2.4	ÍNDICE DE VULNERABILIDAD.....	11
2.5	ASENTAMIENTOS EN LUGARES DE ALTO RIESGO Y VIVIENDA CARENTE DE GARANTÍAS TÉCNICAS (AUTOCONSTRUCCIÓN).....	12
2.6	FORMACIÓN DE CUADROS TÉCNICOS.....	14

CAPÍTULO 3 EVOLUCIÓN DE LOS REGLAMENTOS PARA LAS CONSTRUCCIONES EN MÉXICO PARA EL TÍTULO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL

3.1	ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	15
3.2	INFLUENCIA DE EVENTOS NATURALES EN LAS MODIFICACIONES Y PROPUESTAS REGLAMENTARIAS.....	20
3.3	ESTADO ACTUAL.....	23

CAPÍTULO 4 ESTUDIO ESTADÍSTICO COMPARATIVO DEL TÍTULO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL PARA DIVERSOS REGLAMENTOS DEL PAÍS

4.1	INTRODUCCIÓN.....	41
4.2	FORMATOS DE COMPARACIÓN ENTRE REGLAMENTOS DE LA REPÚBLICA MEXICANA TOMANDO COMO BASE DE COMPARACION EL REGLAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.....	41
4.3	DIAGNÓSTICO SOBRE LA SITUACIÓN DE LOS REGLAMENTOS ANALIZADOS.....	43
4.4	CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DIAGNÓSTICO.....	48

4.5	MATRIZ DE CONTENIDO Y NIVEL DE COMPLETEZ.....	52
4.6	PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN DE ARTÍCULOS DE LOS REGLAMENTOS ANALIZADOS DEL REGLAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL.....	54

**CAPÍTULO 5 DIAGNÓSTICO DEL TÍTULO DE SEGURIDAD
ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE UN FORMATO DE
CONTENIDO Y ACTUALIZACIÓN DEL MISMO.**

5.1	REQUISITOS GENERALES DEL TÍTULO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL.....	58
5.2	PROPUESTA DE CONTENIDO Y ACTUALIZACIÓN DEL TÍTULO DE SEGURIDAD..... ESTRUCTURAL	61
5.3	PROPUESTA DEL FORMATO DEL TÍTULO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL.....	62

CAPÍTULO 6 RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....63

6.1	RESUMEN	62
6.2	CONCLUSIONES	63
6.3	RECOMENDACIONES	63

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.....64

APÉNDICE65

RECONOCIMIENTOS.....66

RESUMEN

Debido a que el Reglamento de Construcciones es el cuerpo normativo que marca los niveles mínimos de seguridad que deben tener los proyectos de edificación, el objetivo de este trabajo es elaborar una propuesta de formato de Reglamento para el Título correspondiente a la Seguridad Estructural de modo que los niveles de seguridad considerados en cualquier parte de la República Mexicana resulten uniformes y congruentes con la realidad geo-económica de cada región.

Considerando que en los últimos años se ha hecho evidente un incremento notable y en ocasiones desordenado de asentamientos humanos ubicados en zonas propensas a las incidencias de un fenómeno natural, se investigaron para los 32 estados de la República la clasificación de los materiales (**sólidos y precarios**) utilizados en muros y techos de las edificaciones, además se trata de establecer una relación comparativa de cada uno con su respectivo coeficiente sísmico y de velocidad de diseño por viento. Obteniéndose así cinco casos importantes:

Estados con coeficiente sísmico alto y porcentaje de vivienda precaria alta, como: Guerrero, Oaxaca, Veracruz, los que se pueden considerar entonces con alta vulnerabilidad por sismo.

Estados con un coeficiente sísmico bajo y porcentaje de vivienda precaria alta, como Chiapas y Michoacán, Durango, Quintana Roo.

Estados con coeficiente sísmico intermedio y porcentaje de vivienda precaria media como Puebla, Cuernavaca, Aguascalientes, Colima y Nayarit.

Estados con coeficiente sísmico bajo y porcentaje de vivienda precaria media como Jalisco, Estados con coeficiente sísmico bajo porcentaje de vivienda precaria baja como el Estado de México, Yucatán Jalisco y Nuevo León.

Para las condiciones de viento se detectaron estados con altas velocidades de viento y altos porcentajes de material precario en techos como el estado de Chiapas, Oaxaca y Veracruz, estos se consideran como zonas de alta vulnerabilidad por viento.

Y estados con bajas velocidades de viento y porcentajes bajos de material precario en techos como el estado de Chihuahua, Tamaulipas, Tabasco, Manzanillo e Hidalgo del Parral, lo que da una idea del nivel de riesgo que guardan.

Posteriormente se evaluó el Nivel de Completez de los Reglamentos comparándolo con el formato del RCDF. Para cada uno de los Capítulos que conforman el Reglamento se asignó un puntaje adecuado de acuerdo al nivel de importancia del capítulo, elaborándose una matriz de completez clasificando el Reglamento del Distrito Federal como 100% de completez.

Finalmente se obtuvo una función llamada índice de vulnerabilidad en donde se observan claramente los estados identificados como de riesgo alto, concluyendo que aquellos estados que tengan un índice alto se revise y actualice su reglamento de manera que este concuerde con las necesidades de los asentamientos de vivienda de bajo costo tratando que permitan, construir en un marco en el que se satisfagan las necesidades de la sociedad de manera óptima, económica y segura.

Del estudio diagnóstico de Reglamentos se detectaron factores que se consideran importantes para la conformación del formato reglamentario y que se explican en el Capítulo IV.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 INTRODUCCIÓN

Los reglamentos de diseño son documentos legales que tienen como función proteger a la sociedad contra accidentes que provoquen pérdidas humanas o materiales debidas al colapso o mal funcionamiento estructural de las construcciones. El grado de protección que puede lograrse no es absoluto, sino que debe tender a ser óptimo en el sentido que sea congruente con las consecuencias de las posibles fallas y con el costo de incrementar la seguridad. Los reglamentos, en cuanto al aspecto de seguridad estructural, plantean el conjunto de requisitos mínimos que debe cumplir una estructura para tener un comportamiento "adecuado" ante las posibles acciones a las que vaya a estar sujeta durante su vida útil.

Los reglamentos son elaborados por comités formados por grupos de especialistas y revisados por personas e instituciones relacionadas, como los representantes de los constructores, de los productores de materiales de construcción, de las asociaciones de profesionales, de los centros de investigación y de las autoridades competentes.

Existe mucha controversia acerca de si un reglamento debe limitarse a fijar los requisitos generales de seguridad y de funcionamiento dejando amplia libertad al proyectista respecto a la manera de cumplir con dichos requisitos, o si, por el contrario, debe prescribir en forma detallada los procedimientos que deben seguirse para lograr el nivel de seguridad deseado.

Se puede entonces clasificar a los reglamentos en dos tipos de enfoques; un enfoque compete a los **reglamentos funcionales**, o de requisitos de comportamiento; y el otro enfoque compete a los **reglamentos prescriptivos**. Los reglamentos funcionales se consideran más racionales y permiten más libertad a los proyectistas, fomentan la innovación, su principal defecto reside en la dificultad de comprobar que un diseño realmente cumple con los requisitos de comportamiento establecidos para alcanzar el nivel de seguridad deseado.

Los reglamentos prescriptivos son más rígidos y obligan a fijar una larga lista de requisitos para poder cubrir el mayor número de casos que puedan presentarse, pero tienen la ventaja que el proyectista cuenta con un camino claro y ya aprobado para demostrar que su diseño cumple con los requisitos establecidos para lograr el nivel mínimo de seguridad.

1.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DE LOS REGLAMENTOS DE CONSTRUCCIONES

El código de construcción más antiguo que se conoce, el cual está inscrito en una estela y se atribuye a Amurabi, fundador del imperio Babilónico 1700 años antes de Cristo, indica por ejemplo, preceptos como los que se muestran:

"Si un constructor ha edificado una casa para otra persona y la construcción no ha resultado sólida y la casa que construyó se cae causando la muerte de su propietario, ese constructor debe ser ejecutado. Si causa la muerte del hijo del propietario, debe ejecutarse a un hijo del constructor".

"Si causa la muerte de algún esclavo del propietario, él deberá reponer esclavo por esclavo. Si destruye algún bien deberá reponer todo aquello que haya destruido; y ya que no ha construido sólidamente la casa y ésta se ha caído, deberá reconstruirla con su propio peculio."

"Si un constructor ha hecho una casa para alguna persona y su trabajo no ha sido adecuado y alguna pared se cuartea, el constructor deberá devolver esa pared a una condición más sólida con su propio dinero."

Este código no da indicaciones de cómo lograr la seguridad de la casa, sólo se refiere a que ésta debe ser íntegra, así como sus paredes y pone particular énfasis en las sanciones que se aplicarán por no cumplir los requisitos de seguridad básica. Los reglamentos actuales que tienen carácter legal, contienen las sanciones para los infractores aunque, afortunadamente, no son tan drásticas como las del Código de Hamurabi. (Meli 1993)

1.3 REGLAMENTOS DE DISEÑO

Una solución conveniente generalmente usada para proponer reglamentos modernos, resulta ser que los principios y reglas generales obligatorios sean de tipo funcional, pero que estén acompañados por documentos auxiliares que incluyan reglas que no sean obligatorias, de manera que el proyectista que las siga tenga la garantía de estar cumpliendo con los requisitos generales, mientras que el innovador o aquel que enfrente a un problema claramente atípico tenga la libertad de elegir el método de diseño que considere más adecuado, aunque después deba demostrar fehacientemente que el proyecto cumple con los requisitos de seguridad mínima.

Cualquiera que sea el tipo de reglamento, toca siempre a sus redactores la responsabilidad de fijar los niveles de seguridad adecuados para los distintos tipos de estructuras. Los niveles de seguridad se basan en la experiencia del comportamiento de estructuras diseñadas con distintos procedimientos y factores de seguridad y en la opinión subjetiva de los redactores.

Algunos reglamentos recientes admiten modificaciones a los factores de seguridad a partir de cálculos probabilísticos que toman en cuenta condiciones particulares. Métodos de éste tipo son recomendables especialmente para el diseño de estructuras particularmente importantes en las que las consecuencias de la falla y la magnitud de las incertidumbres pueden ser radicalmente distintas a las situaciones típicas. Del sinnúmero de reglamentos de diseño estructural que existen, la mayoría se refiere cualitativamente al diseño de estructuras especiales o que resultan ser particulares de algún material. Los reglamentos son de alcance general y tienden a establecer criterios unificados de diseño para las diferentes estructuras y materiales.

1.4 REGLAMENTOS DE DISEÑO EN LA REPÚBLICA MEXICANA

Cada país tiene sus reglamentos particulares basados en la práctica y experiencia local, aunque es notoria la tendencia a que la reglamentación de diversos países que conforman una zona geográfica sean similar.

En México la reglamentación más actualizada y la que sirven de modelo para los otros estados, es el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, este reglamento únicamente se refiere a construcciones urbanas; El Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad tiene un alcance mucho mayor, ya que abarca el diseño de obras industriales y de chimeneas, tanques torres y cimentaciones.

En México los Reglamentos de construcciones son de jurisdicción estatal en algunos casos y municipal en otros. Existe gran disparidad en el grado de actualización y nivel de avance técnico en ellos. En virtud de que los reglamentos en México presentan diversidad en los esquemas de contenido, se propuso el estudio comparativo de éstos con la finalidad de plantear un formato único para definir los criterios, contenido y niveles de seguridad para los diferentes reglamentos del país. Como referencia de comparación general se seleccionó la estructura y contenido del reglamento de construcciones vigente para el Distrito Federal (RCDF), y se hizo un análisis de los reglamentos agrupando su contenido en nueve temas generales. Para este estudio se diseñaron

formatos que permiten sistematizar y concentrar la información. Las estadísticas presentadas se obtuvieron de los documentos reglamentarios

En el título Sexto, el RCDF contiene los requisitos que se deben cumplir en el proyecto y ejecución de una edificación para lograr un nivel de seguridad adecuado contra fallas estructurales. En sus disposiciones generales confiere la obligatoriedad a un conjunto de Normas Técnicas Complementarias en las que se apoya.

1.5 ORGANIZACIÓN DE LA TESIS

La estructura del presente trabajo contiene en el Capítulo I Introducción y Objetivos; en el Capítulo II, lo referente al Crecimiento Urbano, Seguridad Estructural y Normatividad, desde el punto de vista del Ingeniero Civil. En el Capítulo III se habla de la Evolución de los Reglamentos para las Construcciones en México para el Título de Seguridad Estructural. En el Capítulo IV se presenta un Estudio Estadístico y Comparativo del Título de Seguridad Estructural para diversos Reglamentos del país, algunos estatales y otros municipales. En el Capítulo V se muestra un Diagnóstico del Título de Seguridad Estructural y propuesta de un formato de contenido y posible actualización.

Finalmente en el Capítulo VI se presentan las conclusiones y recomendaciones.

1.6 OBJETIVO

Considerando que un elemento importante en la prevención de desastres lo constituyen, en zonas urbanas, los niveles de seguridad que se alcanzan en el proyecto y ejecución de construcciones, determinadas en gran medida por los Reglamentos de Construcción; aceptando además que el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal es un elemento importante debido a que es el cuerpo reglamentario de mayor actualización que marca los niveles mínimos de seguridad que deben tener los proyectos, el objetivo formal de este trabajo es elaborar una propuesta de formato único de Reglamento para el Título correspondiente a la Seguridad Estructural: Esto de modo que los niveles de seguridad considerados en cualquier parte de la República Mexicana esten uniformados y resulten congruentes con la realidad geoeconómica de cada región. Además se pretende analizar cuantitativamente el Título de Seguridad Estructural del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal conjuntamente con algunos de los Reglamentos existentes estatales y municipales, se elaborará una guía de contenido o formato único de Reglamento que pudiera utilizarse en los Estados o Municipios de la República Mexicana para que puedan elaborar y expedir su propio Reglamento adecuándolo a las condiciones de cada región.

En los últimos años se ha hecho evidente un incremento notable y en ocasiones desordenado, de asentamientos humanos ubicados en zonas propensas a la incidencias de algún fenómeno natural, generando importantes situaciones de riesgo en toda la República Mexicana. Por esta razón, un primer paso en la tarea de revisión y evaluación de reglamentos es el análisis de reglamentos de construcción heredados que no concuerdan con las necesidades de los asentamientos de vivienda de bajo costo.

Los códigos y reglamentos de construcción deben constituirse en el marco y la guía para la formulación de un programa de vivienda e infraestructura encaminados a satisfacer las necesidades de la sociedad de una manera óptima, económica y segura.

CAPÍTULO 2

CRECIMIENTO URBANO, SEGURIDAD ESTRUCTURAL Y NORMATIVIDAD DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL INGENIERO CIVIL

2.1 CRECIMIENTO URBANO EN LA REPÚBLICA MEXICANA

La República Mexicana no ha escapado al fenómeno mundial del crecimiento demográfico que se ha intensificado notablemente durante los años transcurridos a partir de la segunda mitad del siglo XX. A partir de la década de los cincuenta, México ha pasado por un proceso acelerado de urbanización debido principalmente a flujos de migración de población rural a la zona urbana. El desarrollo económico en las áreas urbanas y sus mejores condiciones sociales han ofrecido y seguirán siendo uno de los factores más relevantes de atracción de la migración campo ciudad.

Es de destacarse que la tasa media anual de crecimiento de la población urbana se incrementó debido a la migración interna de los habitantes del campo a las grandes ciudades, en tanto que la tasa media de crecimiento de los habitantes en zonas rurales se ha mantenido estable.

Paralelo a estas características, el crecimiento acelerado de ciudades de pequeñas, medianas y grandes durante casi medio siglo ha dado como resultado que el México actual, tienda a ser un país eminentemente urbano en términos de población que reside en las grandes ciudades. El exceso de concentración de la población en las áreas metropolitanas de la Ciudad de México, Guadalajara, y Monterrey se ha empezado a revertir gracias principalmente, a que en el resto de las ciudades pequeñas y medias ha ocurrido un desarrollo económico social capaz de atraer y retener población.

En la medida que México se convierte en un país con un porcentaje de población mayor del 70% viviendo en ciudades, la migración de una ciudad hacia otra es también principalmente hacia áreas urbanas medias y, pequeñas ocasionando que las tres zonas metropolitanas más grandes empiecen a ser mas expulsoras que receptoras.

Las ciudades mexicanas experimentan un rápido crecimiento demográfico, en buena medida por su capacidad de atraer población, hay ciudades medias consolidadas, ciudades medias y ciudades pequeñas; por lo que se prevé que el actual patrón de distribución territorial de la población y las modificaciones en la dirección y en la magnitud migratoria favorecerán principalmente el crecimiento de ciudades medias. Por lo tanto es de esperarse un aumento significativo en la demanda de vivienda de interés social, de bienes y servicios básicos (agua, alimento, energía, suelo, salud, educación y empleo) en todas las anteriores zonas urbanas pero principalmente en las ciudades medias.

Este marcado desarrollo urbano ha originado la necesidad de aumentar los servicios públicos y buscar la solución a la carencia de viviendas de bajo costo para sectores demográficos grandes con poco poder adquisitivo. En términos generales no sólo dentro de nuestro País, sino en todo el orbe, las ciudades crecen con una rapidez que excede sensiblemente a las posibilidades del Estado para hacer frente a los servicios que requieren sus habitantes. Este proceso de concentración urbana significa modificaciones en la ocupación del suelo, con implicaciones sociales y económicas sumamente complejas.

Otros factores que gravitan en la alta concentración urbana, también característicos de los países en vías de desarrollo, son la estrechez de recursos del sector público, la baja inversión destinada a la vivienda, la falta de formas institucionalizadas y de costumbre social para seguir lineamientos de planeación en el desarrollo de ciudades, el deterioro creciente de las instalaciones urbanas por deficiencias de mantenimiento y la modernización de los aparatos productivos que impulsa un

proceso de privatización de la economía al mismo tiempo que una disminución sensible de los subsidios que anteriormente se orientaron para atender demandas sociales.

Estos factores explican las condiciones en que vive la enorme masa de población que se ubica en las grandes ciudades del tercer mundo, en medio de falta de conocimiento, falta de recursos y la necesidad de ocupación de un espacio para acceder a los satisfactores urbanos, al margen de la experiencia que pudiera garantizar las condiciones de seguridad y protección que necesariamente debe tener una vivienda. (Castro, 2000)

En el caso de México, el déficit de vivienda para el año 2000 se prevé del orden de ocho millones de unidades, de las cuales casi cuatro millones se deberán al incremento de la población y el resto al deterioro de una parte de las existentes. (Eibenschutz Hartman, 1991)

Si ahora en el país existe una población urbana de aproximadamente 70 millones y si ésta creciera en los próximos años a una tasa del 2% anual, solo para alojar el crecimiento demográfico se necesitarán incorporar al desarrollo urbano cerca de 5600 hectáreas al año.

En el caso de México existe un mecanismo institucional que se maneja a través del Fondo Nacional para las Habitaciones Populares (FONHAPO) para dar la oportunidad de adquirir vivienda a la población de más escasos recursos. Este fondo trabaja con población cuyo ingreso es menor a dos y medio salarios mínimos y tiene mecanismos para ofrecer a la familia una vivienda progresiva o pie de casa, o un lote legal con servicios dentro de su capacidad de pago. Sin embargo, considerando que en México la población cuyos ingresos está en este rango suma alrededor del 70% de la población total, por mucho que hayan crecido estos programas no alcanzan a cubrir la demanda acumulada.

El tipo de crecimiento urbano que ha tenido lugar en nuestro país genera riesgos adicionales a los que la naturaleza produce. El hecho de vivir en aglomeraciones de proporciones gigantescas, asentamiento en zonas de alto riesgo y las características de los componentes urbanos han creado una alta vulnerabilidad para la vida y el patrimonio de los pobladores, que se puede analizar en tres rubros principales: la vivienda, la infraestructura y el equipamiento urbanos.

Para identificar el grado de riesgo al que están sujetos los residentes, dentro del rubro de la vivienda, se debe considerar su densidad, el sistema constructivo con que fueron edificadas, el tipo de materiales utilizado en su construcción y el suelo elegido para su edificación. Con base en la visión de las densidades de vivienda y población por estados, se puede ubicar a las posibles zonas de riesgo.

En México, existe una legislación y una reglamentación específica para la vivienda, ésta es muy reciente. La Ley Federal de vivienda data de 1983, aunque previamente se promulgó La Ley de Asentamientos Humanos en 1976. Antes de disponer de tal fundamentación jurídica sólo se contaba con los Reglamentos de construcción en las grandes ciudades.

En los últimos años ha habido intentos por poner en marcha programas institucionales con el fin de actualizar y/o modificar reglamentos de construcción y de hacer eficientes los mecanismos que aseguren su aplicación real. Los resultados de dichos trabajos han sido en general escasos y parciales, algunas veces debido a que solo después de algún desastre surge un marcado interés tanto de autoridades como de profesionales locales por poner al día su reglamentación y en segundo lugar porque no siempre se dispone de recursos económicos y humanos calificados para llevar a cabo estas tareas.

La reglamentación específica tiende a garantizar las condiciones estructurales de los edificios, define ciertos parámetros, condiciones de diseño estructural y procedimientos constructivos a través de los cuales busca garantizar las condiciones de estabilidad, salubridad y habitabilidad. En particular, el Reglamento de Construcción del Distrito Federal ha sido revisado en múltiples ocasiones, la última a raíz del sismo de 1985. Las modificaciones consecuentes han conseguido que los criterios de diseño estructural se fortalezcan y mejoren, y la reglamentación misma garantice mejores condiciones de seguridad para la construcción de todo tipo de edificios.

Sin embargo, la vivienda con una superficie por debajo de los sesenta metros cuadrados resulta exenta de la obligación de obtener una licencia de construcción y por lo tanto, de someterse a las especificaciones reglamentarias. Esto significa que la vivienda que corresponde a la población mayoritaria no tiene una reglamentación expresa y consecuentemente carece de una garantía técnica al edificarse.

Desde luego, los conjuntos habitacionales institucionales se sujetan a las especificaciones reglamentarias considerando que generalmente se trate de edificios o conjuntos y que por ende caen dentro de la reglamentación vigente. Sin embargo la vivienda aislada, la que promueve y edifica la población de más escasos recursos dentro de la que se incluye la autoconstrucción queda al margen de esta reglamentación y al mismo tiempo, de la atención de los profesionales de la construcción.

Las relaciones económicas de mercado explican que los profesionistas de la construcción ofrezcan sus servicios profesionales a quienes tienen la capacidad para cubrir su costo y se orienta a atender las demandas de la población de recursos medios y altos. La atención especializada para la población de bajos recursos es prácticamente inexistente.

Por otro lado, las normas que se han generado a lo largo del tiempo, en buena medida han surgido de las experiencias internacionales en el campo y es frecuente que surjan de condiciones y características totalmente ajenas a las que se tienen en nuestro medio. Es así que la reglamentación prevé casi en forma exclusiva sistemas constructivos a base de acero y concreto reforzado, mencionando paralelamente construcción con materiales tradicionales, como el adobe, la madera, la mampostería u otros. Al quedar sus sistemas constructivos fuera de la normatividad vigente, sus condiciones, sus recursos, su cultura y experiencia llevan a la población a construir con sistemas que no están previstos ni sancionados dentro de la reglamentación y por lo tanto los niveles de seguridad estructural resultan heterogéneos y probablemente bajos.

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA HASTA 1990 Y 1995 EN DIFERENTES ESTADOS DE LA REPÚBLICA EN PAREDES Y TECHOS

Se consultaron los datos del XI Censo General de Población y Vivienda para 1990 y 1995 de los 32 Estados de la República Mexicana tomándose como parámetro de diferenciación el tipo de material predominante utilizado en paredes los cuales se dividen en dos tipos: **materiales sólidos en paredes**; tabique, ladrillo, block, piedra, cantera y cemento y **materiales ligeros, naturales y precarios** que incluyen: carrizo, bambú, palma, embarro o bajarenque, madera, lámina de asbesto o metálica, adobe, material de desecho y lámina de cartón. Y para techos se dividen en **materiales sólidos** que incluyen: losa de concreto, tabique, ladrillo y terrado con viguería, **materiales ligeros, naturales y precarios** incluye: lámina de asbesto o metálica, palma, tejamanil, madera, teja, material de desecho y lámina de cartón.

Según la gráfica mostrada en 1950 el porcentaje de vivienda con predominio de material sólido en las paredes sufrió un incremento del 28.8% para el año de 1990.

Coincidiendo con un incremento en la población urbana en todo el país, según lo establecido en la gráfica para el año de 1995 este porcentaje disminuyó en un 8.4 % ocurriendo del mismo modo que la población rural creciera y los niveles de materiales sólidos utilizados en paredes disminuyeran.



Fig. 1 Materiales precarios en paredes y techos

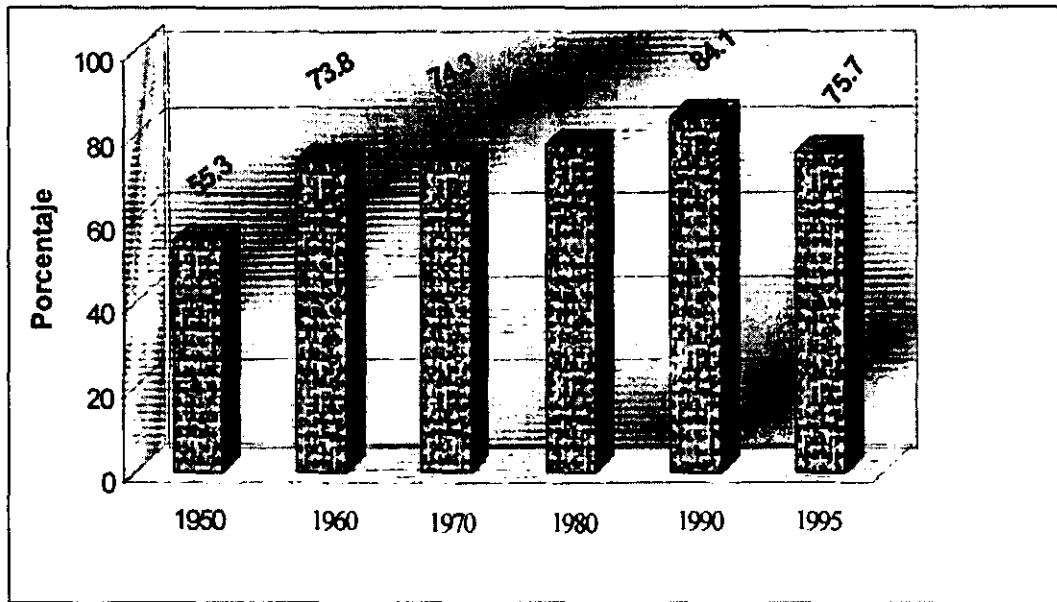


Figura 1. -Porcentaje de viviendas con predominio de material sólido en paredes 1950-1995.

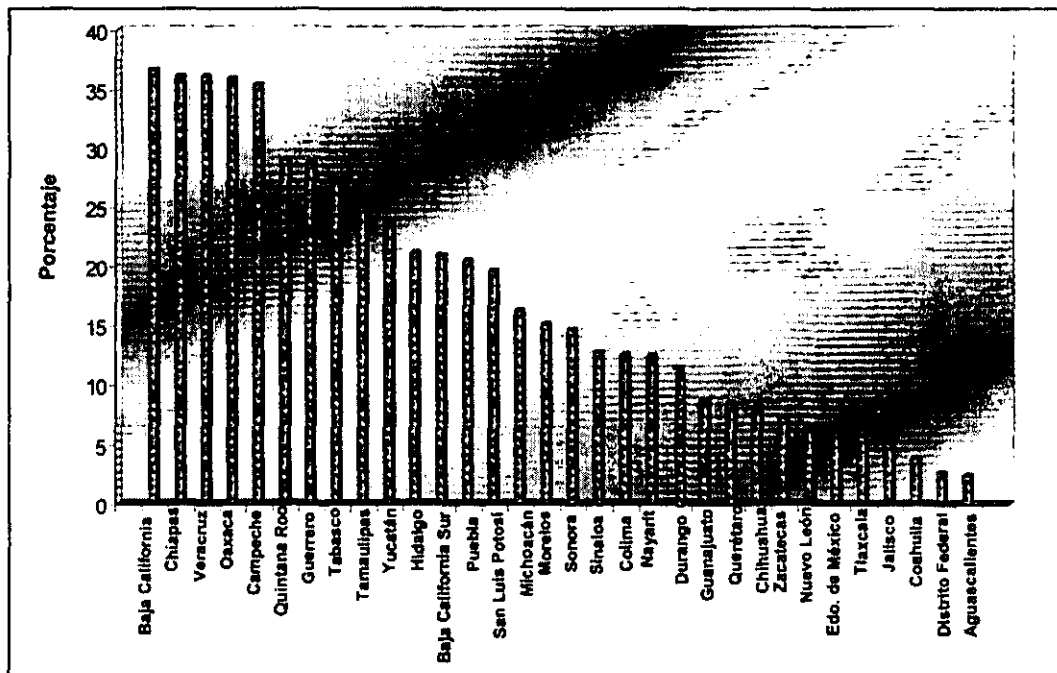


Figura 2.- Porcentaje de hogares familiares en viviendas de mala calidad constructiva.

De las viviendas particulares del país el 59.8% tiene techos de materiales sólidos, por otro lado el 40.2% tiene techos contruidos con materiales ligeros naturales y precarios.

2.3.1 COEFICIENTES SISMICOS Y VELOCIDADES DE DISEÑO, PORCENTAJE DE MATERIALES PRECARIOS EN TECHOS Y PAREDES

El tipo de material utilizado en la construcción en las paredes y techos de las viviendas es un indicador que nos permite determinar las condiciones de vivienda de la población y los niveles de seguridad que debemos asignar a cada uno. De acuerdo con el Mapa de Zonificación de la República Mexicana de la (CFE) se agruparon los Estados con su correspondiente zona sísmica. Se obtuvieron los porcentajes de vivienda precaria para los 32 estados clasificando aquellos con los que si se cuenta con la información suficiente para evaluarlos. De la muestra analizada de 40 reglamentos se identificaron los coeficientes sísmicos señalados en cada uno cabe mencionar que aquellos Estados que no cuentan con un reglamento estatal se tomó como parámetro el mejor de los municipales. De acuerdo con los coeficientes sísmicos utilizados por la CFE para las cuatro zonas se tomó el mayor de ellos y se asignó como el valor referido a cada región. De esta manera se tiene una gráfica que representa los valores de los coeficientes sísmicos medios del estado comparándolos con las condiciones de vivienda precaria.

Para el caso de sismo se tomó el material predominante usado en paredes ya que resultan de mayor importancia por ser los elementos que presentan resistencia ante excitaciones laterales.

El material predominante en techos se emplea para analizar el nivel de seguridad estructural ante fenómenos meteorológicos como huracanes, vientos fuertes, etc.

Para este caso de fenómenos meteorológicos, se usaron mapas de velocidades del Manual de diseño de viento para un periodo de retorno de 50 años así como las velocidades contempladas en cada uno de los estados estipulados en los reglamentos tomados de la muestra. Se presentan dos gráficas comparativas en la primera se muestra el porcentaje de vivienda precaria y los valores correspondientes a las velocidades de viento asignadas por el estado en su reglamento; la otra gráfica presenta la relación entre la distribución de vivienda con material precario y las velocidades máximas de diseño estipuladas por la CFE.

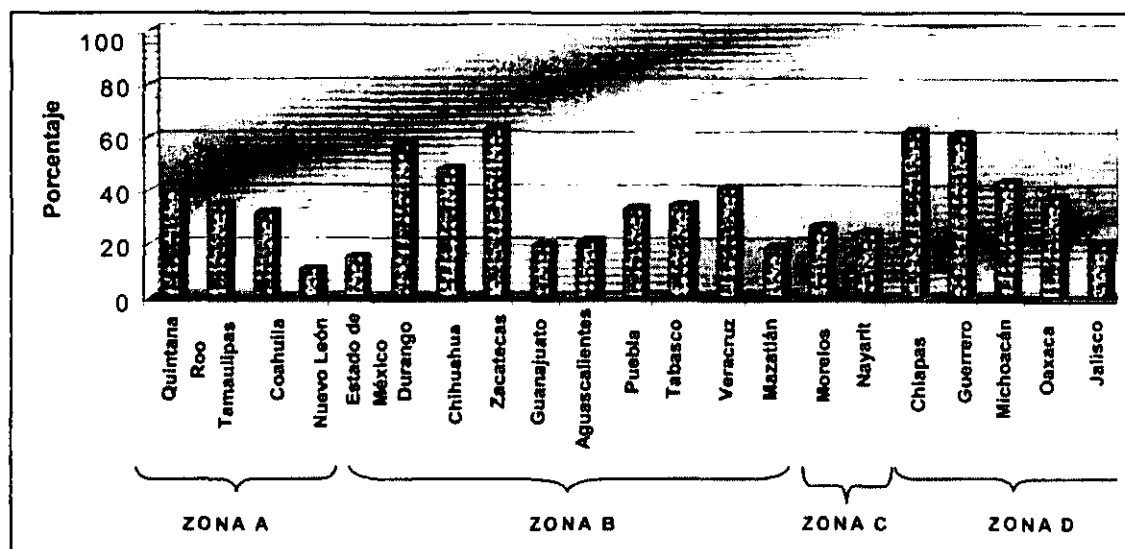


Figura 3.- Zonas Sísmica y Porcentaje de vivienda precaria.

Los estados con un alto porcentaje de vivienda precaria son para la zona A Quintana Roo Zacatecas con 63.47% en la zona B, Chiapas con 62.38%, Guerrero con 61.27% en la zona D.

A nivel nacional el 33.82% utiliza materiales ligeros, naturales y precarios en sus viviendas y el 66.17% utilizan materiales sólidos en sus viviendas.

Según la encuesta realizada por el INEGI Aguascalientes tiene un porcentaje de 92.39% de utilización de materiales sólidos en sus techos incluidos en estos losas de concreto, tabique, ladrillo y terrado con viguería.

Siendo el estado de Chiapas el que ocupa el primer lugar con un valor de 82.18% al utilizar en sus techos materiales ligeros, naturales y precarios tales como; lámina de asbesto o metálica, palma, tejamanil, madera, teja, material de desecho y lámina de cartón.

A continuación se presentan algunos estados de la República clasificados por Zona Sísmica y porcentaje de las viviendas particulares habitadas indicando el material predominante en paredes en 1990.

Así mismo se elaboró otra gráfica que representa el porcentaje más alto de vivienda precaria en una región y el coeficiente sísmico obtenido con la Regionalización de la CFE. Para cada zona se tomaron los valores más altos de los coeficientes y se compararon con los estipulados en cada uno de los reglamentos obteniendo un valor para cada estado.

Se consideraron los coeficientes sísmicos estipulados en los diversos reglamentos de los estados, para aquellos estados que no se cuentan con un reglamento estatal, se consideró el mejor de sus reglamentos municipales, como representativo del estudio.

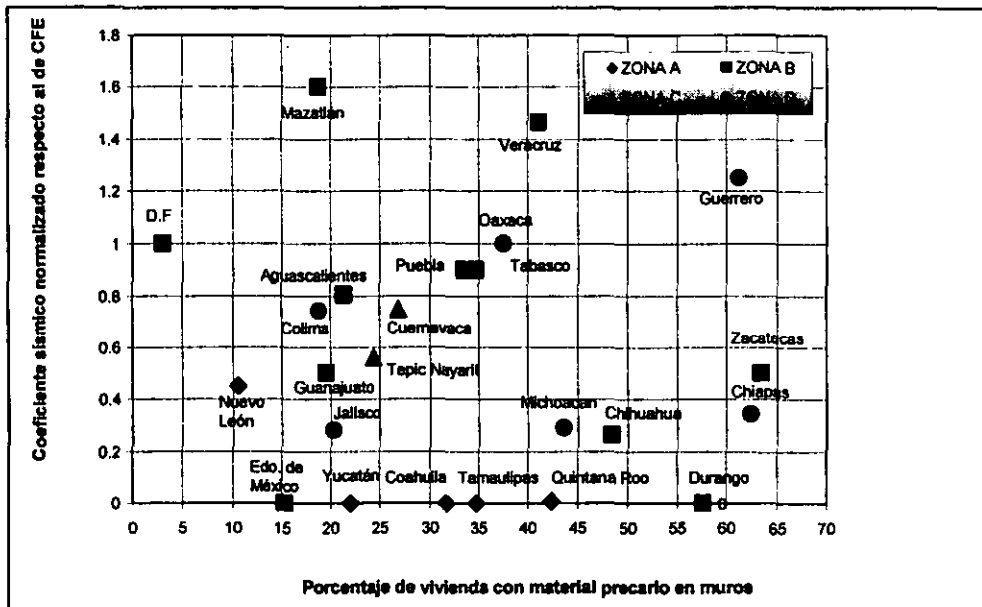


Figura 4.- Coeficientes sísmicos comparados con porcentaje de vivienda precaria en muros.

Haciendo un análisis de la gráfica se tienen cinco condiciones predominantes:

- Estados con coeficiente sísmico alto y porcentaje de vivienda precaria alta y porcentaje de completéz en su reglamento alto.
- Estados con coeficiente sísmico bajo y porcentaje de vivienda precaria alto y porcentaje de completéz en su reglamento bajo. (riesgo alto)
- Estados con coeficiente sísmico intermedio y porcentaje de vivienda precaria intermedio y porcentaje de completéz en su reglamento regular. (mediano riesgo)
- Estados con coeficiente sísmico bajo y porcentaje de vivienda precaria media y porcentaje de completéz en su reglamento bajo.

De la gráfica proporcionada por el INEGI se observan algunos estados con porcentaje de completéz menores al 40% para estos mismos estados se tienen porcentajes con menos del 10% de viviendas que cuentan con buena calidad constructiva y para algunos estados con porcentajes de completéz por arriba del 60% tienen porcentajes altos de viviendas con mala calidad constructiva.

Con base en las figuras se pueden identificar regiones de alto riesgo desde el punto de vista de incidencia de eventos naturales, en la gráfica comparativa de coeficientes sísmicos y porcentaje de vivienda con materiales precarios en muros, resultará de alto riesgo una región

donde se tenga un alto nivel de materiales precarios en muros y un coeficiente sísmico alto. Esto representa una región de alta sismicidad con edificación vulnerable. Caso contrario en donde se tengan valores de coeficientes sísmicos bajos (Baja sismicidad) y porcentaje bajo de material precario en muros de edificación (estructura poco vulnerable).

De manera similar al tratamiento para el caso de sismo la determinación del nivel de riesgo en la edificación ante el efecto de viento sería de la siguiente manera, regiones con altas velocidades medias de viento y altos porcentajes de material precario en techos de vivienda, resultaría de alto riesgo y viceversa para las regiones con bajas velocidades de viento y bajos porcentajes de material precario en techos de vivienda.

Los valores que se tomarán para construir la gráfica son los que asigna la Comisión Federal de Electricidad comparados con los que cada reglamento adopta en el título VI de Seguridad Estructural y con el Porcentaje encontrado de condiciones de vivienda precaria.

Tenemos dos zonas de la gráfica en las condiciones extremas ya que algunos estados en los que no se tenga tanta incidencia de sismo pueden tener un coeficiente sísmico aceptable según la CFE y condiciones precarias bajas. Otra zona de la gráfica corresponde a los estados en los que se tienen condiciones de vivienda precaria alta y coeficientes sísmicos altos y que tal vez en ese estado no se tenga incidencia de algún fenómeno sísmico. De esta gráfica tenemos estados con riesgo alto, mediano riesgo y bajo riesgo. Debido a que diferentes estados de la República se encuentran en una misma zona sísmica se les asignó a cada uno diferentes coeficientes sísmicos. Se consideró para cada estado el mayor coeficiente sísmico que le correspondiera según su intersección con las zonas sísmicas según la regionalización. Cabe mencionar que de manera incorrecta los reglamentos estatales utilizan los coeficientes sísmicos del Distrito Federal, el coeficiente sísmico varía en función del tipo de suelo, de la importancia de la construcción y de una serie de parámetros que difieren según la región geográfica.

Los coeficientes sísmicos nos ayudan a la construcción de los espectros de diseño estos a su vez cambian en función del tipo de zona en la que nos encontremos, para cada estado de la República. En el Reglamento del Distrito Federal se proponen los siguientes valores para el coeficiente sísmico:

ZONA	I	II	III
B	0.16	0.32	0.40
A	0.24	0.48	0.60

Los valores de coeficientes sísmicos utilizados para estructuras del grupo B dentro del manual de la CFE son los siguientes:

Zona Sísmica	Tipo de suelo	ao	c	Ta(s)	Tb(s)	r
A	I	0.02	0.08	0.2	0.6	1/2
	II	0.04	0.16	0.3	1.5	2/3
	III	0.05	0.20	0.6	2.9	1
B	I	0.04	0.14	0.2	0.6	1/2
	II	0.08	0.32	0.3	1.5	2/3
	III	0.10	0.40	0.6	2.9	1
C	I	0.36	0.36	0	0.6	1/2
	II	0.64	0.64	0	1.4	2/3
	III	0.64	0.64	0	1.9	1
D	I	0.50	0.50	0	0.6	1/2
	II	0.86	0.86	0	1.2	2/3
	III	0.86	0.86	0	2.7	1

Para estructuras del grupo A, los valores de las ordenadas espectrales se deberán multiplicarse por 1.5 a fin de tener en cuenta la importancia de la estructura.

Algunos estados de la República, según la comparación que se realizó con el Reglamento del Distrito Federal, utilizan los mismos coeficientes propuestos en este, solo algunos estados son los que se han preocupado por obtener sus propios coeficientes.

Por otro lado se realizó una recopilación de los materiales utilizados en los techos para los 32 estados de la República Mexicana en 1990 y 1995 se observa una tendencia ascendente en la utilización de los materiales sólidos y un descenso en el uso de los materiales ligeros, los materiales ligeros naturales y precarios incluyen: lámina de asbesto o metálica, palma, tejamanil, madera, teja, material de desecho y lámina de cartón. Los materiales sólidos incluyen: losa de concreto, tabique, ladrillo y terrado con vigería.

Se utilizaron únicamente los datos de 1990 para compararse con los parámetros de velocidad tomados de la muestra de los 40 reglamentos revisados.

Se utilizó para cada estado el mapa de isotacas de la CFE para periodos de retorno de 50 años.

La velocidad regional del viento, VR, es la máxima velocidad media probable de presentarse en un cierto periodo de recurrencia en una zona o región determinada del país

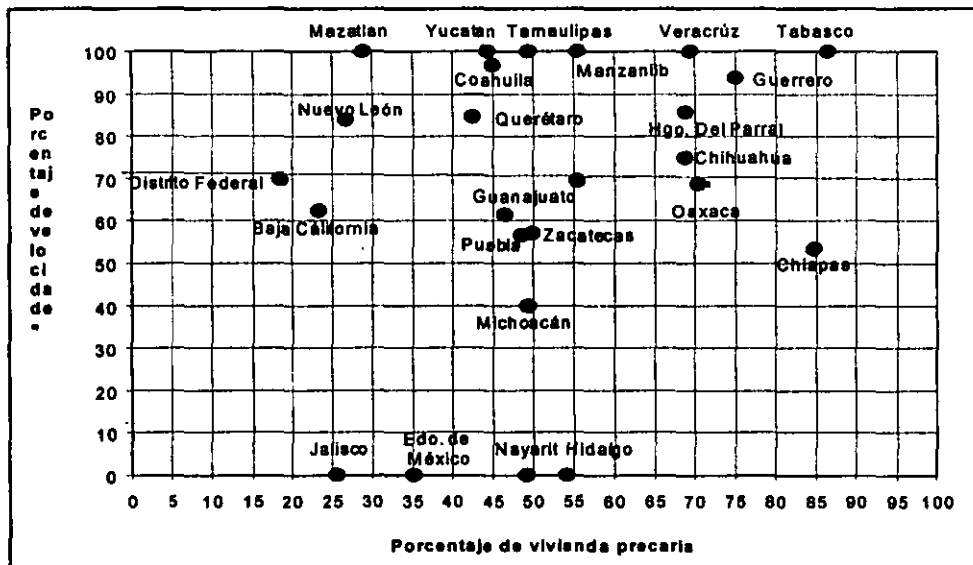


Figura 5.- Porcentaje de Velocidades de diseño comparados con porcentaje de vivienda precaria en techos

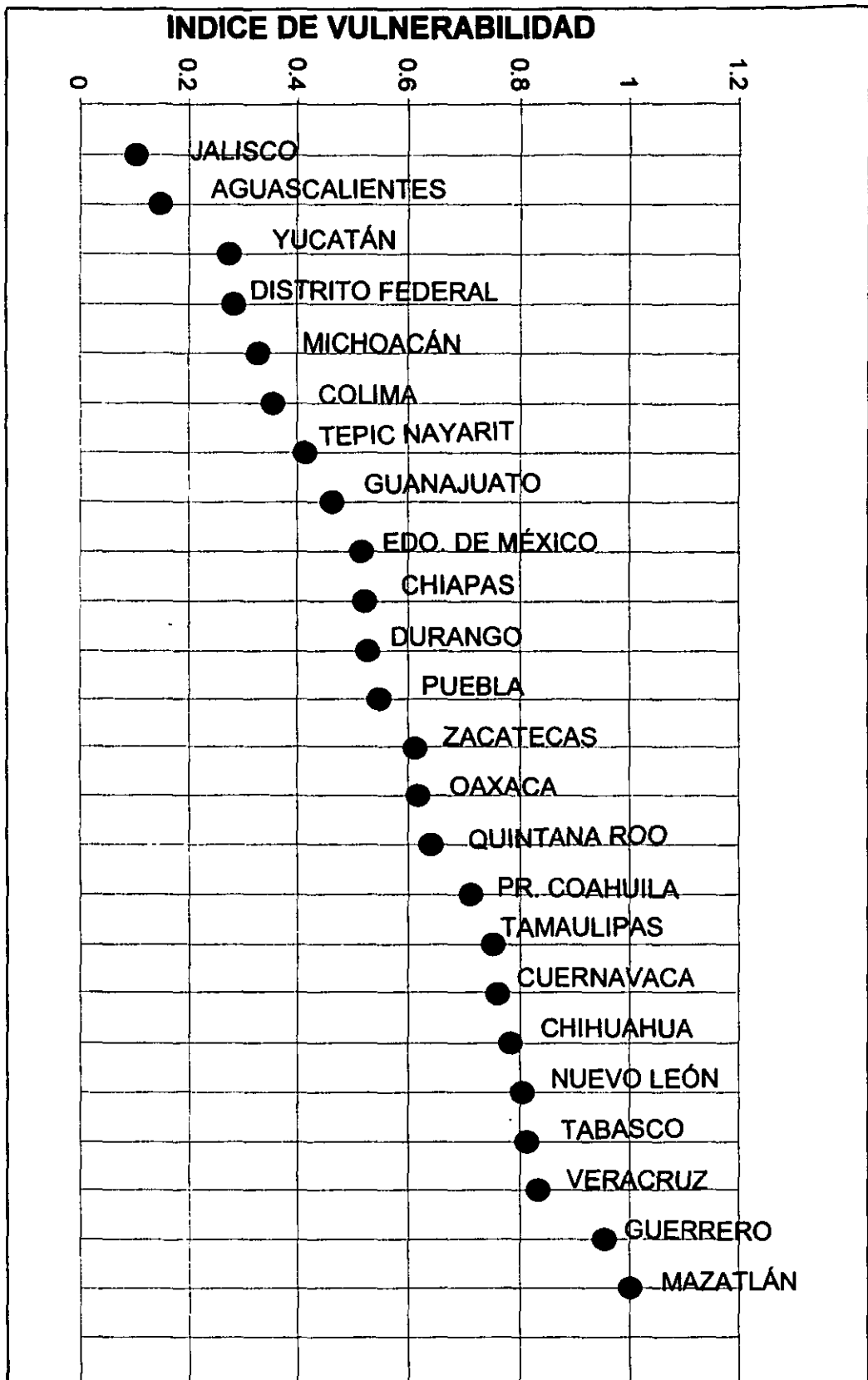
2.4 INDICE DE VULNERABILIDAD.

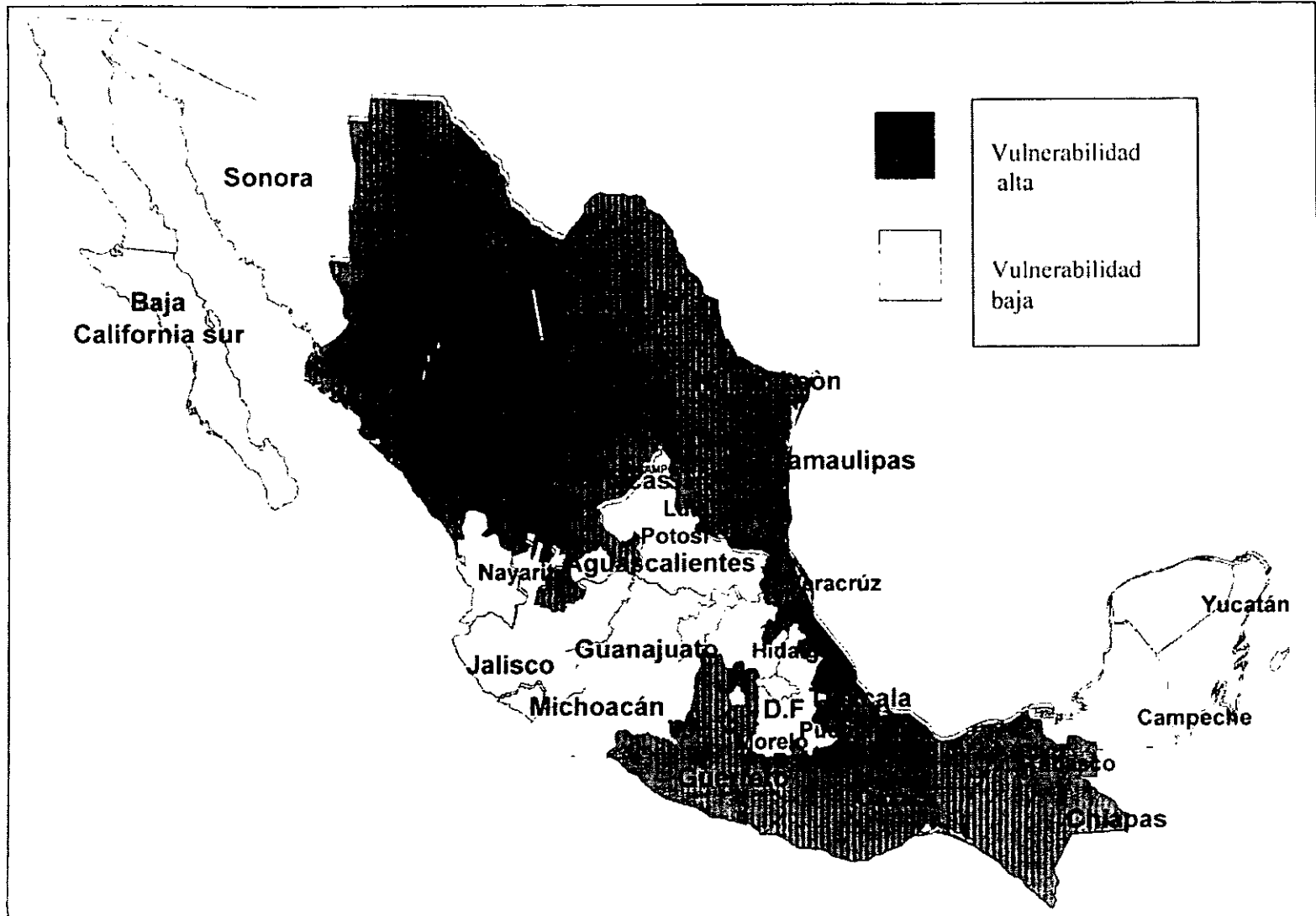
Se determinó una función en la cual se supone que la probabilidad de que un estado se encuentre afectado tanto a un evento sísmico, un efecto de viento, y que su reglamento se encuentre en un Nivel de completéz bajo resulte la misma.

$$I.V. = 0.33k_1k_4 + 0.33k_2k_5 + 0.34(1-k_3)$$

- K1 = coeficiente sísmico normalizado respecto a C.F.E.
- k2 = coeficiente de velocidad normalizado respecto a C.F.E.
- K3 = nivel de completéz
- K4 = porcentaje de material precario en muros
- K5 = porcentaje de material precario en techos

La variable k1 está afectada por el porcentaje de material precario en muros y la variable k2 está afectada por el porcentaje de material precario en techos.





2.5 ASENTAMIENTOS EN LUGARES DE ALTO RIESGO Y VIVIENDA CARENTE DE GARANTÍAS TÉCNICAS (AUTOCONSTRUCCIÓN)

La localización de la vivienda es uno de los factores de mayor relevancia y de más graves consecuencias en el proceso de prevención de desastres. La población de escasos recursos que busca un predio para establecerse, generalmente lo encuentra en lugares que son inadecuados para los asentamientos humanos. Paradójicamente el estar fuera de los planes, de las previsiones de desarrollo de las ciudades y fuera de la legalidad, es la única opción al alcance de la capacidad económica de este grupo social.

Las características que satisfacen en gran medida el mercado informal del suelo, generando asentamientos irregulares, muchos de ellos en áreas de alto riesgo son las localidades urbanas y semiurbanas que se encuentran rodeadas de áreas ejidales y comunales, la oferta de éstas áreas ejidales se identifica con familias de escasos recursos. Estos lotes generalmente no cuentan con servicios y son superficies no aptas para urbanizar.

Esta situación resulta ser la más costosa para el país, se estima que el crecer de esta manera le puede costar al país al menos entre 3 y 7 veces más caro que si la ciudades crecieran ordenadamente. (Castro, 2000).

Algunos ejemplos de asentamientos en lugares de alto riesgo son: a) en el fondo de las cañadas, donde el régimen pluvial, ocasiona escurrimientos esporádicos ,hay épocas del año sin flujos de agua o zonas donde pasan 10 a 15 años sin que haya una gran avenida y esto hace que la gente sin información ni conocimiento de las condiciones naturales se ubique en lugares que pueden estar sujetos a grandes descargas de agua en un momento inesperado.

b) antiguos lechos de río que son más o menos planas y que no están dentro de un régimen de propiedad privada; porque generalmente son zonas de protección o derechos de vía federales donde nadie impide la invasión en tanto que no se trata de una propiedad privada.

c) Otros casos generalizados son aquellos en que la población se ubica en zonas que no pueden ser drenadas, sitios no comunicados con la infraestructura de la ciudad, cuyas cotas de desague están por debajo de los desagües municipales y requerirán grandes inversiones en plantas de bombeo para construir primero y conectar después el desague a las redes municipales. d) Se dan también con frecuencia ubicaciones en laderas con pendientes muy pronunciadas sujetas a posibles deslizamientos y deslaves, o en las zonas bajas, en cotas por debajo de estas laderas donde la vivienda tiene condiciones que pueden ser afectadas por un deslizamiento en tiempos de lluvias. e) Otra localización común ocurre en terrenos minados. Pueden ser terrenos planos, aparentemente resistentes, que hacen sentir seguridad en el asentamiento, si se desconoce la existencia de galerías o minas de anteriores explotaciones que ponen en peligro la localización de las viviendas en la superficie. Estos terrenos generalmente están libres porque en la reglamentación y los planes previstos se sabe que no pueden ser ocupadas por asentamientos urbanos.

En el caso de México el riesgo sísmico se combina fundamentalmente con asentamientos en el antiguo lecho del lago, donde los efectos del movimiento se agudizan por las condiciones del subsuelo.

Otro caso común es la localización en zonas lejanas a las áreas urbanas, carentes de servicios, equipamiento y transporte, donde la vulnerabilidad se incrementa por la inaccesibilidad. Estas formas de localización que generalmente coinciden con la tenencia ilegal o irregular de tierra, son aquellas a las que recurre la población mayoritaria.

Por otro lado existen también condiciones de riesgo que se dan por las características mismas de la construcción de la vivienda. En ocasiones se trata de estructuras muy ligeras, hechas a base de madera, cartón o cualquier otro tipo de material denominado como precario, que están sujetas a riesgos de incendio o de colapso por lluvia, granizo, nieve o viento. En este caso el riesgo se debe a las mismas condiciones de la construcción, ya sea por problemas de mantenimiento, como en el caso de las estructuras de acero sin protección suficiente, deficiencias en sistemas constructivos tales como ausencia de cimientos o la existencia de niveles de piso por debajo del nivel de calle, lo que vuelve inmediato el riesgo de inundación aunque no haya un fenómeno natural fuera de la normalidad.

Por otra parte, el hecho de no tener una posesión legal sobre la tierra hace que la gente no quiera arriesgar y en consecuencia no destine sus muy limitados recursos a la construcción de una vivienda estable y sólida, sino que busca una situación "transitoria", que puede durar 10 o 20 años, hasta que la familia accede a otra tierra en otro lugar donde sea legal o que logre que se genere un proceso de regularización y entonces, con la seguridad de la tenencia inicie el mejoramiento de las condiciones de su vivienda.

En el caso de nuestro país, cuando se habla de la industria de la construcción, sobre todo de vivienda popular se identifica por tener características particulares. La industria de la construcción generalmente atiende a los programas institucionales de vivienda o a la población de recursos medios y altos.

Los costos mismos de la infraestructura técnica, de los profesionistas especializados y de la capacidad de administración de los procesos constructivos conforman un precio generalmente fuera del alcance de los pobladores y esto hace que esta industria que si puede garantizar una racionalidad técnica y una seguridad estructural en la construcción esté también al margen de la producción de la vivienda popular en una alta proporción.

Desde luego, los pobladores acuden a otro ámbito de la industria de la construcción al adquirir materiales e insumos diversos: el cemento, la varilla, los muebles sanitarios, la tubería, el material eléctrico, en fin, aquellos elementos industrializados que los pobladores utilizan directamente sin la intervención o supervisión técnica de personal especializado.

En México existen algunas plantas industriales de prefabricado para la vivienda, pero su tamaño no les permite producir volúmenes que sean competitivos en el mercado con la forma tradicional de construcción y en consecuencia, con el tiempo, este tipo de producción se ha orientado hacia la demanda solvente.

Son muy escasos y dudosos en términos de calidad los esfuerzos que se han hecho para la producción de prefabricados útiles para la vivienda popular, accesibles para la población y que pueden garantizar una forma adecuada la seguridad de los pobladores, entre éstos, el caso único que se ha desarrollado ampliamente es la techumbre a base de vigueta y bovedilla. La autoconstrucción y la autogestión de la vivienda son los mecanismos característicos de este tipo de pobladores. Es frecuente que la gente se organice y cree cooperativas o asociaciones civiles, o simplemente forme grupos que hacen un frente común para resolver sus necesidades de vivienda. En algunos casos se da también el efecto grave de la copia extralógica de sistemas constructivos que los pobladores ven en las construcciones cercanas a las suyas o en general a la ciudad. La pretensión de reproducir las formas constructivas que corresponden a otros estratos económicos, hace inclusive, que se imiten modelos que no corresponden a la zona geográfica, debido a la diferencia de condiciones climatológicas y ambientales. Así se reproduce, por ejemplo, el patrón urbano y sus características losas planas de concreto en zonas de gran precipitación pluvial, o se utiliza el fierro en malas condiciones, en zonas donde la oxidación y el deterioro son muy acelerados.

Esta práctica normalmente incurre en gastos exorbitantes para los pobladores, que aparentemente llevan a una construcción de gran solidez, pero que puede resultar inadecuada porque los procedimientos constructivos son mal aplicados o no hay un conocimiento sólido para la utilización de los materiales; descuido en la aplicación de proporciones o exceso de agua en las mezclas de concreto, la presencia de materia orgánica mezclada con la arena, el mal manejo del acero en el armado de las estructuras y una serie de fallas técnicas como el sobredimensionamiento de los elementos estructurales por falta de supervisión de algún técnico especializado, o descuidos que aumentan innecesariamente el riesgo o el costo y en ocasiones ambos factores.

La autoconstrucción es importante entenderla más en términos de autogestión, ya que la población parcialmente construye la vivienda con sus propias manos, pero suele contratar operarios

semiespecializados, gente con alguna experiencia previa en obra que tiene idea de una parte del proceso constructivo, pero que es fácil que cometa errores por falta de conocimiento técnico especializado y de una guía para lograr un trabajo eficiente y seguro.

2.6 FORMACIÓN DE CUADROS TÉCNICOS.

La estructura de la educación en el país responde en forma mecánica y lineal a los requerimientos del mercado. El tipo de profesionistas que se forma generalmente es aquel que tiene una expectativa de trabajo en el mercado profesional.

La población con posibilidad de contratar un arquitecto o un ingeniero para el diseño de su casa es realmente minoritaria y es ésta la que directamente tiene un aval técnico para el diseño y el buen aprovechamiento del espacio y materiales incluyendo la seguridad estructural de la vivienda.

Arquitectos e ingenieros tienen otros campos de actividad y están participando en los sectores público y privado en una gran variedad de proyectos constructivos, pero en cuanto a la vivienda, trabajan directamente en el sector privado, con capacidad para contratar sus servicios en forma personal, con empresas constructoras o con instituciones dedicadas a la construcción de vivienda.

De esta manera la parte técnica del mercado formal está resuelta, tanto por la vía de la reglamentación como por las del diseño y el cálculo se obtienen productos técnicamente realizados y adecuados a los requerimientos de seguridad.

Sin embargo, por esta particular estructura de la formación de los cuadros técnicos la población mayoritaria no tiene acceso a sus servicios. La excepción son los ejemplos que surgen de algunas universidades donde hay interés por acercarse a los problemas sociales y donde mediante el servicio social o el trabajo de asesoría universitaria se logra apoyar a ciertos grupos en la construcción o la solución de su problema de vivienda.

Desde luego no se trata de la solución mayoritaria y este tipo de asesoría cubre un pequeño porcentaje de la población necesitada. En México empiezan a tener una presencia significativa grupos de asesoría técnica especializada en atender a los pobladores de mejores recursos, conocidos como O.N.G. organizaciones no gubernamentales, no lucrativas en general, que integran a grupos profesionales de diversas disciplinas que ofrecen asesoría a los pobladores en los aspectos que comprende el completo proceso de la vivienda.

Otra forma mediante la cual ha surgido apoyo a la vivienda popular son los grupos sociales que han creado sus propios cuadros técnicos. Los grupos que tienen que resolver el problema de la vivienda por sí mismos y tienen que recorrer un camino lleno de dificultades, trabas y limitantes, hacen que los responsables de la organización, diseño y solución de cada instancia del proceso, (Eibenschutz Hartman, 1991)

CAPÍTULO 3

EVOLUCIÓN DE LOS REGLAMENTOS PARA LAS CONSTRUCCIONES EN MÉXICO PARA EL TÍTULO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL

3.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La evolución de los reglamentos de diseño casi siempre ha sido provocada por algún evento natural importante, ya que quedan en evidencia las deficiencias que puede tener el cuerpo reglamentario y sus bases teóricas, tanto para determinar resistencias como los eventos de diseño en México han habido varios cambios en los últimos treinta años. Cuando ocurrió el sismo del 28 de julio de 1957, estaba en vigor un reglamento que databa de 1942; ya antes del temblor muchos profesionales de la ingeniería reconocían la obsolescencia del reglamento en el aspecto de diseño sísmico y no lo aplicaban, optando por seguir las recomendaciones de otros códigos, como el de Los Angeles o el de San Francisco.

El Reglamento de 1942 sustituyó a otro emitido en 1920, que era relativamente limitado en materia de sismos. Para el análisis por sismo este reglamento restringía la altura de las construcciones a un máximo de 35 metros.

Este nuevo reglamento emitido en 1942, clasificaba a las construcciones en ocho tipos diferentes, según su importancia y tipo de ocupación. El tipo I lo constituían las construcciones en las que resultaba indispensable que permanezcan intactas cuando las otras han sido severamente dañadas por un temblor aquellas construcciones de las que depende la habitabilidad y seguridad de las poblaciones, como plantas de bombeo, depósitos de agua potable, estaciones de bomberos, plantas de energía, plantas de tratamiento de aguas negras y monumentos que se desean conservar. El tipo II incluía construcciones para lugares de reunión o de cualquiera otra clase, que al fallar pudieran poner en peligro la vida de un gran número de personas; por ejemplo de escuelas, teatros, salas de cinematógrafo y similares. El tipo III era para construcciones de edificios destinados al público, pero donde no se congregaban un número elevado de personas, así como otras construcciones que al fallar puedan poner en peligro a las primeras; por ejemplo: hoteles, casas de viviendas o departamentos, edificios de despachos, plantas industriales, etc. El tipo IV estaba asignado para construcciones que sirven para guardar materiales o equipos costosos o necesarios, como almacenes de granos, incluyendo también construcciones que al fallar puedan poner en peligro a otras de éste mismo tipo. Al tipo V corresponden aquellas construcciones que son de valor y cuya falla sólo puede poner en peligro la vida de pocas personas, como residencias de lujo. El tipo VI considera cualquier construcción usada como habitación para pocas personas.

El tipo VII identifica cualquier construcción que se use ocasionalmente por pocas personas, pero no para habitación o lugar de reunión. El tipo VIII es cualquier construcción aislada, cuya falla por temblor no ocasione daños a otras estructuras ni a seres humanos.

En ese reglamento se proponía que se obtuvieran las fuerzas sísmicas multiplicando el peso total de la estructura, incluyendo cargas vivas y muertas, arriba del nivel que se considerará, por un coeficiente sísmico (relación de la aceleración de movimientos del terreno supuesto a la aceleración de la gravedad) que adquiría los siguientes valores para cada tipo de construcción:

Tipo I	0.10
Tipo II	0.05
Tipo III a IV	0.025
Tipo VII	0.01
Tipo VIII	0.00

No se tomaba en cuenta el tipo de terreno en que se construía, tampoco el incremento de las aceleraciones en niveles superiores o provocado por la distribución de rigidez de la estructura; esto es, se suponía una distribución de aceleración constante en elevación.

Para revisar la capacidad ante cargas verticales y laterales del tipo de las provocadas por sismo se permitían incrementos del 33% en los esfuerzos admisibles con respecto a los empleados para la condición de cargas verticales exclusivamente. Los criterios de diseño se basaban en conceptos de esfuerzos admisibles y esfuerzos de trabajo, los criterios de diseño eran a nivel de material, y por lo tanto no se podía conocer con certeza la resistencia última de los elementos estructurales y del sistema estructural en su totalidad. Esto impedía determinar los factores de seguridad que existía entre diferentes tipos de falla.

Con excepción de las estructuras para lugares de reunión, sólo se exigía la presentación de cálculos ante sismo para edificios cuya altura fuera de más de 16.0 m o de dos veces la menor dimensión de la planta.

Las Normas de emergencia de 1957 surgieron producto del sismo del 28 de julio de 1957, de magnitud 7.5 con epicentro ubicado en San Marcos, Gro. Este evento provocó numerosos daños en las construcciones ubicadas en la zona de suelos blandos de la Ciudad de México.

Después de este sismo se emitieron unas Normas de Emergencia en las que los coeficientes por sismo eran más grandes y dependían del tipo de estructura y de su uso. Se especificó también una distribución de aceleraciones variable con la altura para obtener una envolvente de fuerzas sísmicas más adecuada. Se permitieron estructuras de mayor altura pero indicando que las de más de 45m requerían de un análisis dinámico especial que permitiera garantizar la estabilidad y seguridad de la estructura ante el sismo de diseño. En este reglamento existía una clasificación de los tres tipos de suelo.

Suelos tipo A: Suelos blandos o de fondo del lago incluye estratos de arcilla volcánica altamente compresible, de muy baja capacidad de carga, cuyo espesor es mayor de 10 metros

Suelos tipo B: De Transición, formación arcillosa de compresibilidad media a baja con capas intercaladas de arcilla volcánica compresible, cuyo espesor es menor de diez metros

Suelos tipo C: De lomeríos subsuelo de muy baja compresibilidad y alta capacidad de carga como conglomerados y tobas compactas, se consideran blandos o de fondo del lago (tipo A), cuando los estratos de arcilla volcánica altamente compresible y de baja capacidad de carga tenían un espesor de más de 10m; de transición (tipo B) en el caso de formaciones de arcilla de compresibilidad media a baja intercaladas con capas de arcilla volcánica compresible, con espesor total menor de 10 m y suelos firmes o de lomeríos (tipo C) cuando tenían muy baja compresibilidad y alta capacidad de carga (conglomerados y tobas compactas).

Cuando exista duda del tipo de suelo se determinaría por medio de sondeos de exploración

Según el tipo de uso que se le daba a las construcciones se hacía la siguiente clasificación: el Grupo A que incluía los tipos I y II del Reglamento de 1942; el grupo B que comprendía los tipos III a VI; y el grupo C que comprendía los tipos VII y VIII del mismo reglamento de 1942. Considerando las características estructurales de los edificios se clasificaban, para el diseño sísmico, en la forma siguiente:

Clase 1 Incluyendo estructuras de concreto o de acero con muros de relleno que contribuyen a aumentar la rigidez, ligados y distribuidos adecuadamente.

Clase 2 que incluye construcciones de concreto o de acero que no tienen elementos ajenos a la estructura que contribuyan a aumentar su rigidez. Los contravientos y muros de concreto ligados a la estructura, se consideran parte integrante de ésta.

Clase 3 que consideran construcciones soportadas únicamente por muros de carga.

Los coeficientes sísmicos especificados para obtener la fuerza cortante de diseño a aplicar en la base de los edificios eran los siguientes:

Valores Mínimos propuestos para el coeficiente sísmico C.

Edificio		TIPO	TIPO	TIPO
Grupo	Clase	A	B	C
A	(1)	0.15	0.13	0.12
A	(2)	0.20	0.18	0.15
A	(3)	0.15	0.18	0.20
B	(1)	0.07	0.06	0.05
B	(2)	0.10	0.09	0.07
B	(3)	0.07	0.09	0.10
C	(1), (2), (3)	0	0	0

Para estimar las fuerzas cortantes a diferentes niveles de un edificio, se proponía una distribución lineal de aceleración con valor nulo en la base de la estructura y máximo en el extremo superior de la misma, tal que la relación V/W en la base sea igual al coeficiente C , siendo V la fuerza cortante por sismo y W el peso total de la estructura.

En el caso de parapetos, pretilas, anuncios, ornamentos, muros exteriores y revestimientos de fachada, debería considerarse que pueden estar sometidos a una aceleración uniforme, en la dirección más desfavorable, igual a la que resulte de aplicar la especificación anterior, pero en ningún caso menor de 0.50 de la aceleración gravitacional. La estabilidad de los muros interiores, se verificará como una aceleración uniforme igual a 0.10 de la gravedad, actuando en la dirección más desfavorable.

El espíritu de esta modificación en coeficientes sísmicos era obligar a que todas las estructuras se analizarán por sismo, que hubiera inversión en el signo de momentos y que los puntos de inflexión en los momentos flexionantes de las trabes se corrieran hacia el centro de las mismas, pues hubo muchos casos de fallas por falta de anclaje adecuado del armado del lecho inferior. Las normas de emergencia limitaban también los desplazamientos horizontales relativos de entrepiso. Se incluyeron también disposiciones para tomar en cuenta efectos torsionales.

En el Reglamento de 1966 se modificaron varios aspectos de las Normas de Emergencia anteriores, los tipos de suelo se redujeron a tres, incorporando la zona de transición al suelo blando, los grupos de edificios por su destino, se modificaron como sigue:

GRUPO A : Edificios gubernamentales y de servicios públicos (plantas de bombeo, centrales eléctricas, y telefónicas, estaciones de bomberos y otros), aquellos cuyo contenido es de gran valor (como museos) y aquellos con área total construida superior de 400 m² donde existe frecuentemente aglomeración de personas (como escuelas, estadios, salas de espectáculos, templos, estaciones, terminales y similares)

GRUPO B: Construcciones para la habitación privada o de uso público donde no existe frecuentemente aglomeración de personas, bardas cuya altura exceda de 2.5 m , construcciones para guardar materiales y equipos costosos, y aquellas cuyas fallas puedan poner en peligro otras construcciones de este grupo o del grupo A.

GRUPO C: Construcciones aisladas cuya ejecución no requiera la intervención del perito responsable de obra y cuya falla por sismo no pueda normalmente causar daños a seres humanos, estructuras de los primeros grupos, materiales o equipos costosos.

Por lo que respecta a la estructuración se hizo una nueva clasificación en tres tipos: el primero incluía estructuras que se deforman básicamente por flexión de los miembros estructurales, como los marcos rígidos formados por columnas metálicas o de concreto y trabes y armaduras o losas planas, siendo cada marco capaz de resistir en todos los pisos al menos el 50% de la fuerza cortante de diseño que le correspondería si estuviera aislado, sin requerir para ello de muros con contravientos diagonales. Se incluían también en este tipo las construcciones con altura máxima de 7m o 2 pisos, que cumplieran con los requisitos del método estático simplificado.

El segundo tipo de estructuración era el correspondiente a tanques elevados , chimeneas y construcciones soportadas por una sola hilera de columnas orientada perpendicularmente a la dirección que analiza o cuyas columnas no estén ligadas con los distintos niveles por elementos rígidos y resistentes capaces de distribuir las fuerzas horizontales adecuadamente.

Los coeficientes sísmicos especificados para estructuras del grupo B eran los siguientes:

TIPO DE ESTRUCTURACIÓN	ZONA DE ALTA COMPRESIBILIDAD	ZONA DE BAJA COMPRESIBILIDAD
1	0.06	0.04
2	0.08	0.08
3	0.15	0.10

Para estructuras del grupo A estos valores se multiplicaban por 1.3 y para las del grupo C no se requería diseño por sismo.

Se permitían tres tipos de análisis: a) un análisis estático simplificado para construcciones de uno y dos niveles con muros de carga, que satisfacían una serie de requisitos, en el que sólo había que verificar que la resistencia al corte de los muros era suficiente para soportar la demanda de fuerzas laterales, b) el método estático, en el que las fuerzas sísmicas actuantes en cada nivel se obtenían aplicando la expresión $CW = V_i/W_i h_i$ donde C es el coeficiente para diseño sísmico de la tabla anterior; W el peso total de la estructura, W_i el peso de cada nivel i y h_i su altura con respecto a la base. En este método había que revisar, además de la resistencia de las estructuras como mecanismo de cortante, el efecto de momento de volteo y efectos torsionantes debido a la disposición asimétrica de cargas o de elementos resistentes, incrementando la excentricidad calculada en 50% y adicionando una excentricidad accidental de 5% de la máxima dimensión de la planta, medida perpendicularmente a la dirección de análisis.

Se permitía también valuar las fuerzas sísmicas en cada nivel empleando algún procedimiento de análisis dinámico compatible con las características de los sismos y las características de comportamiento del subsuelo.

El reglamento de 1976 fue reconocido como de vanguardia en la época de su publicación, con avances notables a nivel mundial; sin embargo, los cambios de la tecnología y los resultados de investigaciones llevadas a cabo en México y en el extranjero hicieron necesaria su revisión, la cual se había iniciado hacia fines de 1984, con objeto de recuperar su posición vanguardista y mantener el nivel tecnológico adecuado, reconociendo que un reglamento debe ser un documento dinámico y adaptable a la realidad.

El sismo del 19 de septiembre de 1985, y su réplica al día siguiente, aceleraron el proceso de revisión y modificación de reglamentos, obligando a emitir unas modificaciones de emergencia que debían emplearse en los proyectos de reparación en todas aquellas construcciones dañadas por estos sismos, así como los proyectos para construcciones nuevas, ubicadas en la zona de terreno blando y de transición mientras no se contara con un nuevo reglamento. Entre las modificaciones más importantes se encontraba el incremento de los coeficientes sísmicos elásticos de 0.24 a 0.4 en la zona blanda y de 0.16 a 0.27 en la zona de transición, conservándose los valores de la zona firme sin cambio.

Para el diseño de columnas se modificó el factor de reducción de resistencia de 0.75 a 0.50, cuando se empleen factores de comportamiento sísmico (Q) o de reducción por ductilidad, mayores que 2. Esta modificación tiene el objeto de tratar de evitar en el futuro gran cantidad de fallas de columnas observadas durante los sismos en cuestión.

Además la dimensión mínima de columnas se fijó en 30 cm y se aumentaron los requisitos para refuerzo transversal. Por otro lado incluyendo el fenómeno de pandeo del refuerzo longitudinal y tomando en cuenta que varias de las fallas se debieron aparentemente a sobrecarga de las estructuras, se aumentó al doble la carga viva que debe considerarse en la valuación de fuerzas sísmicas de 90 kg/m^2 a 180 kg/m^2 para edificios de oficinas.

La altura máxima para edificios en que es válido el método estático simplificado, se redujo de 13 m a 8.5 m cambiándose los valores de los coeficientes sísmicos reducidos para edificio de oficinas.

Se eliminó el factor de reducción por ductilidad de 6 para el caso de losas planas, se incluyó la limitación de que el máximo valor de excentricidad calculada en cualquier nivel no debe exceder del 20% de la mayor dimensión de la planta medida perpendicularmente a la dirección de análisis.

Se incluyeron así mismo algunas normas sobre diseño de pilotes, sobre daños por hundimientos diferenciales, sobre separación en colindancias, detallado de conexiones entre miembros estructurales, inspección, supervisión y otros conceptos.

Posteriormente el 13 de julio de 1987 fue publicada en el Diario Oficial del gobierno del D.F. una nueva versión del Reglamento de Construcciones. En el título relativo a seguridad estructural se incorporaron algunas medidas tomadas a raíz del sismo en las Normas de Emergencia y otras se cambiaron. Entre los aspectos más sobresalientes de esta versión están los siguientes:

a) La clasificación de estructuras por su destino se modifica, cambiando el anterior grupo B por una subdivisión en B1 y B2 según altura, superficie cubierta y zona donde se construirá.

b) La zonificación del Distrito Federal con respecto al tipo de suelo se revisó y redefinió. En algunas partes de las zonas II y III de terreno de transición y blando se redujeron los requisitos de emergencia requisitos más severos que se habían planteado en las normas de emergencia.

Con respecto a los proyectos arquitectónicos, se estableció la necesidad de contar de preferencia con una estructura regular para reducir los efectos sísmicos indeseables. Se proponen también normas y lineamientos sobre acabados y elementos no estructurales que puedan afectar el comportamiento sísmico de la construcción.

c) Se mantiene la modificación en cargas vivas para oficinas estipulada en las normas de emergencia, diferenciándolas de las cargas vivas para habitación. En ambos casos, ya no hace variar la carga viva en función del área de influencia del elemento estructural en estudio, aunque se permiten reducciones si dicha área es mayor que 36 m^2 .

d) La mayor parte de los requisitos de diseño sísmico se incorporaron a las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo, pero permanecen en el Reglamento algunos lineamientos generales sobre métodos de análisis, combinación de acciones y coeficientes sísmicos.

e) Se incluyen reglas claras para el tratamiento de muros divisorios, incorporándolos a la estructura desde el proyecto o desligándolos de ella para que no contribuyan a la resistencia y rigidez, sujetándolos adecuadamente y de preferencia haciéndolos a base de materiales poco resistentes y muy flexibles en este caso.

f) Los coeficientes sísmicos de las normas de emergencia para la zona de transición se aumentaron, subiendo a 0.32 en vez de 0.27 los de zona firme y blanda quedaron en 0.16 y 0.40 respectivamente.

Para estructuras del grupo A, el factor de incremento en los coeficientes es de 1.5 en vez de 1.3 que se establecía en el reglamento de 1976, valor que se había cambiado desde las normas de emergencia de 1985.

g) Los desplazamientos laterales permisibles se redujeron a $0.006H$ en vez de $0.008H$, siendo H la altura de entrepiso o la altura total. Se permiten valores hasta de $0.012H$ si no hay posibilidad de dañar elementos no estructurales en vez de $0.016H$ que establecía el reglamento anterior.

La separación entre cuerpos de un mismo edificio o entre edificios adyacentes debe ser igual a la suma de sus desplazamientos horizontales calculados (sin reducir las fuerzas sísmicas) incrementados en 0.001, 0.003 ó 0.006 veces la altura sobre el terreno del nivel que se trate, para las zonas I, II, III respectivamente.

3.2 INFLUENCIA DE EVENTOS NATURALES EN LAS MODIFICACIONES Y PROPUESTAS REGLAMENTARIAS

3.2.1 SISMO DE CALETA DE CAMPOS MICHOACÁN, MÉXICO, SEPTIEMBRE DE 1985.

El sismo del 19 de septiembre de 1985, con magnitud Richter 8.1 e intensidad máxima en la escala de Mercalli modificada de IX y X en la Ciudad de México, causó los mayores daños de que se tenga memoria.

Los daños se concentraron en la zona de terreno blando, observándose una gran variación en la intensidad de los movimientos registrados en diferentes partes del Valle de México aún dentro de la misma zona blanda.

Las aceleraciones medidas en la zona de terreno blando excedieron en más de cinco veces las medidas con anterioridad y rebasaron ampliamente las aceleraciones de diseño especificadas por el reglamento de construcciones para el Distrito Federal.

En algunas partes de dicha zona el movimiento tuvo grandes amplitudes de carácter casi armónico, con periodos de 2 seg. muy larga duración, lo que resultó sumamente destructivo para estructuras de 6 a 15 niveles, cuya respuesta se amplificó notablemente por la proximidad de sus periodos de oscilación con los dominantes del movimiento del suelo. La zona de mayor destrucción abarcó una superficie de 43 km², de un total de 1,110 km² de área metropolitana.

El número de construcciones existentes en la zona de mayor afectación fue de 53,368 de las cuales se afectaron gravemente 757, lo que representa el 1.4%.

Las estructuras más afectadas fueron las del tipo esquelético de concreto reforzado, constituidas por columnas y sistemas de piso basándose en traveses y losas basándose en losas planas aligeradas, formando marcos rígidos. Los daños en las losas planas aligeradas fueron más frecuentes que en las de traveses y losas.

La mayor afectación ocurrió en edificios de vivienda y de oficinas.

Los datos obtenidos varían en función del tipo de daños que se consideró, que van desde daños menores en elementos no estructurales hasta colapso total de las construcciones.

Se consideró importante la determinación del número de estructuras que habían sufrido daños graves, clasificándose como:

Colapso total cuando la edificación quedó prácticamente arrasada.

Colapso parcial en aquellos casos en que se cayeron solamente partes de las construcciones, ya sea en pisos inferiores, intermedios o superiores, quedando el resto con o sin daños mayores, pero sin colapsar, y finalmente se consideraron aquellos casos en que las estructuras, aunque no mostraban colapsos, si tenían daños graves en elementos estructurales de los que depende la estabilidad, como columnas, muros, traveses o losas, por lo que se consideraron inseguras y se recomendó su evacuación.

Considerando los tres niveles de daño antes citados en la zona más dañada de la ciudad, definida en una sectorización hecha por las autoridades del Departamento del Distrito Federal.

Las estructuras que más daños sufrieron fueron aquellas cuyos periodos de vibración eran cercanos a los dominantes en el movimiento del suelo, porque la respuesta dinámica se incrementó notablemente.

En estructuras de concreto las fallas más comunes consistieron en:

- a) Desmoronamiento inclinado de las traveses en la proximidad de sus extremos debido a tensión diagonal; en un buen número de casos aparecieron dos grietas formando una cruz, como consecuencia de la inversión de esfuerzos.
- b) Desprendimiento y desmoronamiento del concreto en la parte inferior de las traveses cerca de la unión con las columnas, como consecuencia del exceso de compresión por flexión y de pandeo del acero de refuerzo del lecho inferior de las traveses. En algunos casos se observó que había el mismo tipo de daño en las partes superior e inferior de las traveses, causado por inversión de momentos flexionantes.
- c) Deslizamiento o punzonamiento de las columnas en los capiteles de estructuras de losa plana aligerada provocado por tensión diagonal.
- d) Agrietamiento inclinado de las columnas, provocado por tensión diagonal.

En la mayoría de los casos estas grietas se orientan en una sola dirección, sobre todo en estructuras que sufrieron asentamientos diferenciales antes o durante el sismo.

En la mayoría de los casos estas grietas se orientan en una sola dirección, sobre todo en estructuras que sufrieron asentamientos diferenciales antes o durante el sismo.

- e) Desprendimiento y desmoronamiento del concreto de las columnas, así como pandeo del acero de refuerzo, como consecuencia de la repetida inversión de esfuerzos y las grandes deformaciones provocadas por el sismo.

En algunos casos el confinamiento proporcionado por el refuerzo transversal no era adecuado.

- f) Agrietamientos diagonales en cruz en muros de carga o de relleno provocados por tensión diagonal al haber un exceso de carga en ambos sentidos.

En un buen número de casos los daños en columnas fueron provocados por golpes entre edificios vecinos, sobre todo cuando el nivel de las losas en uno y otro edificio era diferente.

La separación entre edificios era en general insuficiente, sobre todo en edificios anteriores al reglamento de 1976, debido a la forma en que se calculaban las deformaciones y a que el sismo excedió considerablemente las aceleraciones de diseño. También hubo muchos casos de daños causados por sobrecargas excesivas, debidas a cambios de destino con respecto al proyecto original, a acumulación de archivos, sobre todo en oficinas públicas, o acumulación de otros materiales. En varios casos esto se sumó a deformaciones laterales excesivas de sistemas estructurales muy flexibles, del tipo 4 antes citado, provocando inestabilidad de conjunto y colapsos totales o parciales. Hubo numerosos problemas asociados a la configuración de los edificios, entendida no solo como la forma exterior de la construcción, sino también relacionada con la distribución de los elementos estructurales y no estructurales de las cargas.

El número de edificios dañados ubicados en esquinas fue muy alto, seguramente debido a la colaboración de muros de colindancia que se habían considerado no estructurales, lo que provocó grandes excentricidades y torsiones acopladas con la translación.

Los daños en muros no estructurales fueron muy numerosos, ya que como se ha indicado es difícil desligarlos adecuadamente de la estructura para evitar su colaboración.

Los movimientos del suelo fueron tan intensos en algunas zonas de la ciudad, que provocaron serios daños en instalaciones subterráneas, como tubería de agua potable y drenaje.

En varios casos se originaron fallas en la cimentación de los edificios, al perder el suelo y los pilotes de fricción capacidad de carga durante el sismo, provocando el colapso total o asentamientos o despiomes importantes.

El número de hospitales dañados fue de 11, esto representó una pérdida muy importante de la capacidad del sector, del orden de 30%, pues se afectaron grandes centros hospitalarios.

Una de cada 100 de las estructuras dañadas estaba dedicada a actividades bancarias; una de cada 67 era hotel; cinco de cada cien eran fábricas; especialmente notables fueron las dedicadas a la confección de ropa, que en muchos casos estaban ubicadas en edificios originalmente proyectados para oficinas y con el cambio de destino se aumentaron las cargas en ellos muy considerablemente. Como puede verse se afectaron también algunos edificios religiosos, cines, teatros y otros centros de reunión pero en menor proporción.

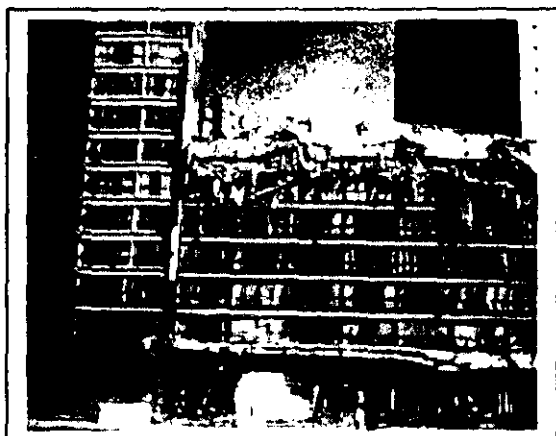


Fig. 1 Colapso parcial del edificio



Fig. 2 Agrietamientos diagonales en muros



Fig. 3 Separación entre edificaciones insuficiente provocando golpeteo entre edificios.

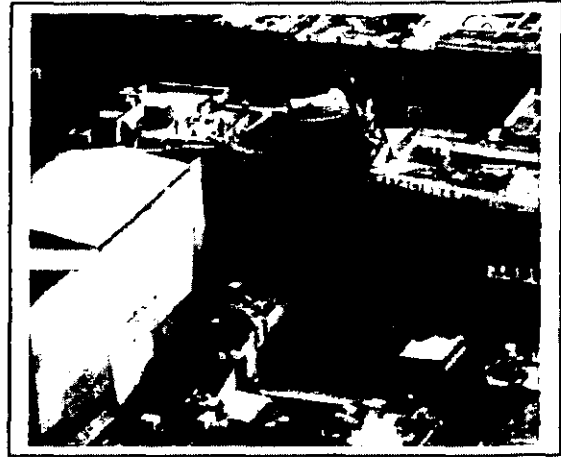


Fig. 4 Colapso parcial del edificio

3.2.2 EL SISMO DE MANZANILLO DE 1995.

Se presentaron daños importantes en los centros vacacionales localizados en la región colapso de las casas y edificaciones, así como daño en una cantidad importante de edificaciones localizadas en la Costa Norte del Estado de Colima y Sur del Estado de Jalisco.

La distribución de características de los daños observados en edificaciones durante el sismo del 9 de Octubre de 1995, en las ciudades de Manzanillo Armería en el Estado de Colima; y Cihuatlán, Barra de Navidad y Jaluco, en el estado de Jalisco, ciudades que se encuentran en la zona epicentral.

Dentro de los fenómenos que provocaron la mayor cantidad de daños en edificación sobresale la licuación de suelos arenosos, así como diversos problemas de índole estructural como son:

- a) Anclaje inadecuado de refuerzo de columnas en el elemento siguiente o en el sistema de piso (Hotel costa Real, estación de autobuses foráneos de la ciudad de Manzanillo.
- b) Procedimientos constructivos inadecuados que generaron juntas frías entre elementos estructurales de concreto reforzado (Hotel costa Real)
- c) Diseño inadecuado de elementos de concreto, escasez de acero de refuerzo transversal en columnas, generando poca resistencia a cortante y poca capacidad de deformación (Plaza Santiago.
- d) Ausencia de consideración en el diseño de una posible falla fuera del plano de muros de mampostería edificio de TELMEX y edificio de cine en Manzanillo; iglesia de Armeria.)
- e) Errores de diseño, construcción y supervisión, que generaron variaciones estructurales importantes como los cambios bruscos de sección transversal de las columnas de las gasolineras en la zona afectada por el sismo.
- f) No-consideración de los posibles efectos de torsión y piso suave en edificaciones de mampostería confinada de dos o tres niveles (casa habitación en Jalunco, Melaque y Barra de Navidad)
- g) Estructuras de grandes dimensiones alargadas sin juntas de expansión (Hotel Casagrande de Melaque.

Las enseñanzas producto de este sismo marcaron la pauta para la elaboración de un Programa de uniformación y actualización de los reglamentos municipales, estatales y federales en la República Mexicana.



Fig. 5 Ausencia de acero de refuerzo en columnas.



Fig. 6 Deslizamiento de laderas.



Fig. 7 No consideración de los posibles efectos de torsión en edificaciones de mampostería.



Fig. 8 Mampostería dañada

3.2.3 SISMO DE TEHUACÁN DE 1999

Los daños más relevantes durante el sismo del 15 de junio de 1999 se concentraron en hospitales, viviendas, escuelas y monumentos históricos. La intensidad del daño en los primeros tres casos fue moderada. No obstante se registraron algunos colapsos de viviendas en las ciudades de Puebla y San Mateo Ozolco, fundamentalmente.

Dadas las características y severidad del daño, conviene destacar el comportamiento de hospitales y escuelas por su importancia para la protección civil, así como el de viviendas atendiendo a su conocida vulnerabilidad. El caso de los monumentos presenta un especial interés por su valor estético y arquitectónico, así como su relevancia histórica.

Con relación a los hospitales, llama la atención el tipo de severidad del daño, sobre todo en aquellas instalaciones que fueron presumiblemente diseñadas estructural y arquitectónicamente, así como construidas, siguiendo criterios modernos. En los dos casos más importantes en la ciudad de Puebla se advierte la construcción de elementos divisorios en contacto con la estructura sismorresistente, lo que se tradujo en daño del tipo no estructural e incluso estructural. Los daños

fueron considerados por las autoridades de los hospitales como suficientemente graves para ordenar la evacuación, en un caso parcial y en otro total. Aquí conviene recordar que los hospitales, así como toda su infraestructura fundamental para atender emergencias, deben ser diseñados, tanto en su estructura como en sus instalaciones y componentes, de modo que permanezcan funcionando en su totalidad ante demandas de sismos moderados y del sismo máximo esperado en esta zona o región vecina. Esto implica que la evacuación de los hospitales y centros de salud tenga una probabilidad mínima, casi nula, de ocurrir. Si bien una parte de los reglamentos mexicanos pretende cumplir con los objetivos de desempeño citados arriba mediante el llamado factor de importancia, no es claro el efecto de este factor en la respuesta ante demandas sísmicas de servicio menores que las de diseño: por lo general, en la práctica establecida de diseño de hospitales se revisan las capacidades resistentes y de deformación de la estructura ante el sismo de diseño, pero no se estudia explícitamente las demandas ante sismos moderados y la consiguiente capacidad de comportamiento estructural. Si no se revisan periódicamente los reglamentos las consecuencias materiales, económicas, sociales y políticas pueden ser graves. Las pérdidas serían menores en la medida en que nos preparemos para los eventos sísmicos. Debido al daño observado durante este sismo se procedió a la modificación general del reglamento de diseño para el estado de Puebla. Además dado que se presentaron daños en hospitales, que provocaron su desalojo e inoperancia, se acentuó el sentimiento entre los investigadores para la implementación de criterios de diseño sustentados en el comportamiento de las estructuras.



Fig. 9 Daño en Monumentos históricos

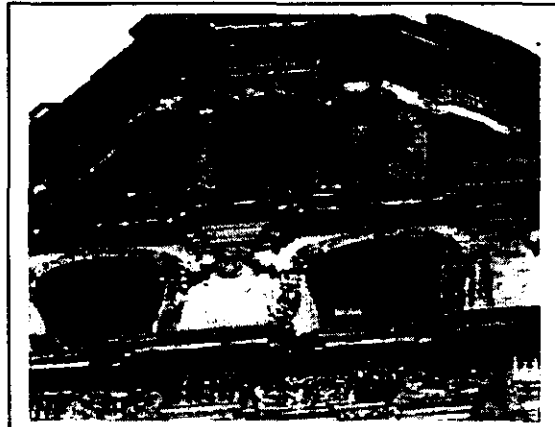


Fig. 10 Daño en Monumentos históricos



Fig.11 Daño en hospital



Fig. 12 Daño en vivienda de adobe poblado de San Mateo Ozolco (1999)

3.3 ESTADO ACTUAL

En el Artículo 115 Constitucional se define al Municipio libre como la base de la división territorial y de organización política y administrativa de los Estados. Se le confiere a los Municipios personalidad jurídica así como facultades para que los Ayuntamientos expidan los reglamentos y disposiciones administrativas necesarios dentro de sus jurisdicciones. La Fracción V del mismo Artículo expresa que los Municipios tendrán facultades de formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal, controlar la utilización del suelo, otorgar licencias y permisos de construcción, expidiendo para tal efecto los reglamentos y disposiciones administrativas necesarios.

Bajo este marco legal encontramos en México que los reglamentos de construcciones son de jurisdicción estatal en algunos casos y municipal en otros. Existiendo como se verá más adelante, una gran disparidad en el grado de actualización y nivel de avance técnico entre los estados e incluso entre municipios de un mismo estado.

A raíz de los sismos de 1985, se crea con fundamento en un Decreto Presidencial emitido en 1988, la Comisión Nacional de Desarrollo Urbano y Seguridad Estructural con la idea de promover y coordinar la participación de diversos sectores en la realización de estudios tendientes a reducir el riesgo de desastres. En 1993 la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), institución que preside dicha Comisión, promovió en el marco del *Programa de las 100 Ciudades* acuerdos para revisar y actualizar reglamentos de construcción, y editó con el apoyo de colegios de profesionales y sociedades técnicas, así como de otras dependencias de Gobierno una *"Guía para la elaboración, revisión y actualización de Reglamentos de Construcción"*. Aun cuando dicha guía fue un logro muy importante, se dirige más hacia aspectos administrativos y de formato deseable de los reglamentos, asignando poco grado de detalle al contenido, conceptos y requisitos técnicos. Además, después de su difusión en el interior del país, no hubo un seguimiento formal o apertura de proyectos que dieran continuidad a esta iniciativa.

En los últimos años han habido intentos por poner en marcha programas institucionales similares, con el fin de actualizar y/o modificar reglamentos de construcción y de hacer más eficientes los mecanismos que aseguren su aplicación real. Los resultados de dichos trabajos han sido en general escasos y parciales. Algunas veces debido a que solo después de algún desastre surge un marcado interés tanto de autoridades como de profesionales locales por poner al día su reglamentación; y en segundo lugar porque no siempre se dispone de recursos económicos y humanos calificados para llevar a cabo estas tareas. En otros casos, la facultad que les confiere la Constitución a los Municipios para poder expedir sus propios reglamentos, no siempre es interpretada adecuadamente, ya que se utiliza algunas veces para limitar la actuación de instituciones externas al municipio que promueven reformas o iniciativas que tenga relación con la legislación local; más aun cuando existen distintas tendencias políticas que influyen en la agilidad de los trabajos o cumplimiento de compromisos.

3.3.1 PROYECTO PARA LA REVISIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE REGLAMENTOS

Como resultado de una iniciativa emitida por un comité de especialistas en Riesgos Geológicos del Sistema Nacional de Protección Civil, se derivó un estudio para conocer el estado actual de reglamentos de construcciones del país, con la idea de apoyar posteriormente tareas específicas para su actualización y determinar los mecanismos de supervisión de la seguridad y de la calidad de las construcciones. El Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), con base en las recomendaciones expresadas por dicho comité inició algunos trabajos en forma conjunta con la SEDESOL sobre los siguientes puntos:

- a) Hacer un diagnóstico de la situación de reglamentos del país, principalmente en cuanto a su idoneidad sobre requisitos de seguridad estructural y responsabilidades.

- b) Preparación de documentos de trabajo como guías de contenido para Comités locales,
y
c) Diseño del mecanismo de actualización profesional específico para cada entidad.

Con la participación de la SEDESOL, la Federación de Colegios de Ingenieros Civiles (FECIC) y el CENAPRED se integró un acervo de 40 reglamentos de construcciones vigentes del interior del país. De los 40 reglamentos (13 son estatales y 27 son municipales). En todos los casos se trata de reglamentos vigentes, aun cuando algunos de ellos son versiones de hace dos o tres décadas. En virtud de que los reglamentos presentan diversos esquemas de contenido, se decidió tomar como referencia de comparación, la estructura y contenido del reglamento de construcciones vigente para el Distrito Federal (RCDF). A la fecha se ha iniciado el análisis de los Reglamentos agrupando su contenido en nueve temas generales. Para su estudio se diseñaron Formatos que permitan sistematizar y concentrar la información. Atendiendo a las funciones y especialización de las instituciones que participan en el diagnóstico de estos reglamentos, se dividieron los temas para el llenado de formatos. Por ejemplo, en este documento se presenta únicamente el diagnóstico de las revisiones hechas por el CENAPRED a los temas de *Seguridad Estructural*. Cabe mencionar que las estadísticas que se reportan están basadas en los documentos disponibles y vigentes en 1997 (año en que se inició el estudio), y que podrían sufrir modificaciones al considerar una muestra mayor o al incorporar versiones de reglamentos más actualizadas.

3.3.3 TENDENCIAS ACTUALES DE LA NORMATIVIDAD SÍSMICA

El mal desempeño sísmico de estructuras sismorresistentes, ha enfatizado la necesidad de replantear las metodologías actuales de diseño sísmico. A la fecha se han hecho varias propuestas para subsanar algunas de las deficiencias de los códigos actuales de diseño sísmico. Sin embargo, todavía es necesario formalizar varios conceptos y conciliar diferentes puntos de vista antes de hacer posible el planteamiento de una nueva generación de códigos de diseño sísmico. Se sugiere que en un lapso de cinco a diez años empezarán a aparecer, a nivel mundial, los primeros códigos de diseño sísmico basados en el concepto de diseño por desempeño. Es importante destacar, la función del ingeniero estructural; satisfacer las muchas necesidades y expectativas, técnicas y socioeconómicas, que surgen de la construcción de obras de ingeniería civil, por ejemplo un hospital en una zona de intensa actividad sísmica. Uno de los grandes problemas con el uso de los reglamentos actuales de diseño sísmico es que estos suelen considerar el desempeño de estructuras de ocupación estándar; sin embargo no proporcionan elementos sólidos para el diseño sísmico de estructuras.

3.3.2 a) GENERALIDADES DEL DISEÑO SÍSMICO

El diseño sísmico se basa actualmente en una formulación de demanda y suministro conforme a lo siguiente:

$$\text{DEMANDA SÍSMICA} \leq \text{SUMINISTRO SÍSMICO} \quad (1)$$

La información requerida para el correcto planteamiento de la Ecuación 1 puede agruparse en 4 categorías:

- Niveles sísmicos de diseño.
- Criterios de desempeño.
- Demandas sísmicas.
- Suministros sísmicos.

Existe un consenso acerca de los criterios de desempeño:

· Resistir sin daño (estado límite de servicio) niveles menores de movimiento sísmico;

Resistir sin daño estructural, aunque posiblemente con algún tipo de daño no estructural (estado límite de operación), niveles moderados de movimiento sísmico;

Resistir sin colapso, aunque con algún tipo de daño estructural y no estructural (estado límite de seguridad), niveles mayores de movimiento sísmico.

Esto implica tres criterios de desempeño (o estados límite) con tres niveles sísmicos de diseño (menor, moderado y mayor); la definición de esta correspondencia da lugar a los **objetivos de diseño**.

Existen cuatro propiedades de una estructura sismorresistente, que son relevantes para su respuesta dinámica, y por tanto, para su desempeño sísmico. La resistencia lateral, la rigidez lateral y la capacidad de deformación (máxima y acumulada), la masa reactiva, normalmente no se diseña. Existe una quinta característica, la capacidad de disipación de energía viscosa, cuantificada a partir del coeficiente equivalente de amortiguamiento, que puede considerarse de relevancia para el comportamiento de sistemas sismorresistentes innovadores (aislamiento sísmico y sistemas pasivos de disipación de energía).

Un cambio importante en una de estas características, afecta, por lo general, el valor de las otras. Esta interacción no es fácil de caracterizar, de manera que resulta difícil establecer una relación directa entre las diferentes características mecánicas. Deben tomarse en cuenta explícitamente cada una de las características mecánicas conforme a lo siguiente:

$$\begin{array}{ccc}
 \text{DEMANDA SÍSMICA} & \leq & \text{SUMINISTRO SÍSMICO} & (2) \\
 \text{de} & & \text{de} & \\
 \begin{array}{c} \text{Resistencia} \\ \text{Rigidez} \\ \text{Capacidad de deformación} \\ \text{(máxima y acumulada)} \end{array} & & \begin{array}{c} \text{Resistencia} \\ \text{Rigidez} \\ \text{Capacidad de deformación} \\ \text{(máxima y acumulada)} \end{array} &
 \end{array}$$

El nivel de daño o de degradación que una estructura exhibe después de una excitación sísmica, depende de los valores que durante la misma adquieren el desplazamiento máximo (elementos no estructurales), la deformación plástica máxima y acumulada (elementos estructurales), la velocidad y la aceleración máximas (contenido, equipo, instalaciones, algunos dispositivos disipadores de energía). En particular, mientras estos parámetros de respuesta se incrementan, mayor es el nivel de daño o degradación.

3.3.3 b) ENFOQUES ACTUALES DE DISEÑO SÍSMICO

Una de las decisiones fundamentales que se toman durante las etapas iniciales del diseño sísmico es la selección del sistema y configuración estructural, del detallado de la estructura. El detallado esta asociado a un factor del cual dependerá la reducción del espectro de diseño elástico de resistencia para obtener un espectro inelástico de diseño, acorde al Reglamento de Construcciones para el D.F. (RCDF) y normas asociadas, debe seleccionarse un valor para el factor de comportamiento sísmico (Q), el cuál define el factor de reducción del espectro elástico de resistencia, Q' , y el detallado que se utilizará en la estructura, a partir de Q' se definen los espectros inelásticos de diseño, de los cuales es posible definir fuerzas laterales para modelar el efecto de la excitación sísmica de diseño sobre la estructura. La distorsión de entrepiso (definida como la diferencia de desplazamientos laterales de la estructura al nivel de las losas de piso que delimitan a un entrepiso, normalizada por la altura de dicho entrepiso) da una medida de las demandas de rigidez, ya que los reglamentos especifican límites de distorsión máxima que no deben excederse durante el análisis estructural. El excederlos implica aumentar el tamaño de los elementos estructurales (esto es, su rigidez) hasta que se cumpla con dichos límites.

Bajo este contexto el diseño sísmico consiste en determinar la resistencia lateral y rigidez lateral que deben proporcionarse a la estructura para que, durante la excitación sísmica de diseño asociada al estado límite de seguridad, su demanda máxima de ductilidad (\square_{max}) no exceda \square_u (aunque es necesario recalcar que no se manejan explícitamente los valores de \square_{max} y \square_u). El análisis estructural se plantea a partir de la siguiente formulación parcial de la ecuación demanda-suministro:

$$\begin{array}{ccc} \text{DEMANDA SÍSMICA} & \leq & \text{SUMINISTRO SÍSMICO} & 3) \\ \text{de} & & \text{de} & \\ \text{Resistencia} & & \text{Resistencia} & \\ \text{Rigidez} & & \text{Rigidez} & \end{array}$$

El planteamiento de la Ecuación 3 acorde a los métodos actuales de diseño sísmico tiene las siguientes particularidades:

- El uso de métodos de análisis elástico para resolver el análisis estructural implica una relación lineal entre la resistencia lateral y la rigidez lateral de la estructura, de tal manera que el valor de diseño de ambas características mecánicas depende directamente de las fuerzas laterales de diseño. Una de las deficiencias de este planteamiento surge a partir del hecho de que no se hace consideración explícita e independiente del valor de estas dos características mecánicas.
- Aunque la Ecuación 3 solo se plantea para niveles mayores de excitación sísmica, se supone que este planteamiento resulta en estructuras capaces de satisfacer los criterios de desempeño asociados a los niveles menor y moderado de excitación sísmica. Esto ha dado lugar en muchas ocasiones a estructuras que presentan umbrales de daño más bajos que los que exigen las necesidades socioeconómicas de las sociedades modernas.
- La demanda máxima de ductilidad y la capacidad de deformación última de la estructura no se manejan de manera explícita, y no se consideran explícitamente los efectos que tienen en el desempeño sísmico de la estructura las demandas acumuladas de deformación plástica (la repetición de ciclos en que la estructura exhibe comportamiento plástico). No tomar en cuenta de manera explícita las demandas y suministros de deformación máxima y acumulada lleva a inconsistencias de importancia en cuanto al nivel de confiabilidad de las estructuras, lo que en muchos casos conduce a su vez a diseños poco conservadores (Terán-Gilmore 1998a).

3.3.3 c) DISEÑO POR CAPACIDAD

El diseño por capacidad resulta de darle igual o mayor importancia a la concepción adecuada de la estructura que al aspecto numérico involucrado en el diseño sísmico; esto es, el comportamiento esperado de la estructura ante la excitación sísmica de diseño, antes de llevar a cabo un análisis estructural u otro tipo de cálculo.

El objetivo es producir sistemas estructurales que sean capaces de resistir las excitaciones sísmicas por medio de un mecanismo plástico estable, que a su vez sea capaz de absorber demandas importantes de comportamiento plástico y disipar un gran porcentaje de la energía que la excitación sísmica introduce en la estructura. Los pasos de un diseño por capacidad pueden resumirse conforme a lo siguiente:

Identificación de los posibles modos de comportamiento y falla de la estructura, estableciendo entre ellos una jerarquía de ocurrencia favoreciendo a los modos de comportamiento dúctil, e identificar como altamente indeseable todo modo de falla frágil.

Selección, de entre todos los modos de comportamiento identificados como deseables, de un mecanismo plástico estable, considerando el desempeño sísmico de la estructura y el costo de construcción. La selección del mecanismo plástico implica la selección del

material y sistema estructural, así como la identificación de las zonas de la estructura donde se concentrarán las demandas de comportamiento plástico.

Diseño de la estructura para que responda, ante cualquier excitación sísmica, a través del mecanismo plástico seleccionado. Esto se logra por medio de la selección de configuraciones estructurales adecuadas, el diseño contra los modos de comportamiento o falla indeseables (se les proporciona suficiente resistencia para que no ocurran antes de que aparezca el modo de comportamiento deseado), y el detallado de las zonas que concentran el comportamiento plástico.

La filosofía de diseño por capacidad consiste, en que a través de la correcta distribución de los suministros locales de resistencia, busca fomentar el buen desempeño sísmico de la estructura. Por tanto, aunque esta filosofía ha aportado un adelanto conceptual dentro del contexto de la ingeniería sísmica, no aporta elementos suficientes para plantear el control de las demandas máximas y acumuladas de comportamiento plástico en la estructura, o para mejorar el desempeño sísmico de las estructuras durante excitaciones sísmicas menores y moderadas.

3.3.4 d) OBJETIVOS DE DISEÑO

Es sumamente importante plantear una fase conceptual para el diseño sísmico; fase que debe llevarse a cabo antes de realizar cualquier cálculo numérico y que tiene como objetivo clarificar, tanto para el diseñador, como para el arquitecto y dueño de la construcción, el contexto a partir del cual se diseña la estructura.

Criterios de desempeño o estados límite. Se consideran cuatro criterios de desempeño de acuerdo al nivel aceptable de daño, que a su vez se define en función de la importancia, las necesidades de operación y la seguridad de los ocupantes de la estructura: *Operación Completa*, la estructura no debe presentar interrupción en ninguna de sus funciones después del sismo, lo que implica que la estructura debe permanecer con su resistencia y rigidez originales. Puede presentarse agrietamiento ligero en muros divisorios, fachadas u otros elementos no estructurales, pero las instalaciones y equipo no deben exhibir daño alguno; *Operación*, la estructura no debe presentar interrupción en ninguna de sus funciones importantes después del sismo, lo que implica que su resistencia y rigidez lateral no sufran degradación de importancia. Esto implica, para una estructura de concreto, que aunque se presente agrietamiento de importancia, no se halla alcanzado la fluencia del acero de refuerzo. Se acepta un mayor nivel de daño, en comparación con el estado límite anterior, en fachadas, muros divisorios, y otros elementos no estructurales. Se acepta daño en el equipo, instalaciones y contenido, siempre y cuando no se afecte de manera importante el funcionamiento de la estructura; *Seguridad de Vida*, debe protegerse la vida del público usuario. La estructura puede exhibir un comportamiento

plástico de importancia, a partir del cual pierda un porcentaje importante de su rigidez y resistencia lateral. Se acepta daño de consideración en muros divisorios, fachadas y otros elementos no estructurales, siempre y cuando no se desliguen de la estructura y obstaculicen las rutas de salida o se constituyan en una amenaza para la vida del público usuario. El equipo e instalaciones pueden presentar daños de tal importancia que los dejen inoperables después del sismo; *Colapso Incipiente*, debe garantizarse la estabilidad global de la estructura (evitar su colapso), independientemente del estado final de la misma y de sus elementos no estructurales y contenido.

Niveles sísmicos de diseño. Los niveles sísmicos de diseño se plantean en función del periodo de retorno de las excitaciones sísmicas que pueden ocurrir en el sitio de la construcción. Este periodo depende a su vez de la probabilidad de que una medida de la intensidad de la excitación sísmica o de la respuesta de la estructura exceda, durante un intervalo de tiempo dado, un límite establecido de antemano (probabilidad de excedencia). Mientras mayor el periodo de retorno, mayor la intensidad de la excitación sísmica. La propuesta hecha por el Comité Visión 2000 de SEAOC se resume en la Tabla 1.

NIVEL SÍSMICO DE DISEÑO	Periodo de retorno	de Probabilidad de excedencia
Frecuente	43 años	50 % en 30 años
Ocasional	72 años	50 % en 50 años
Raro	475 años	10 % en 50 años
Muy raro	970 años	10 % en 100 años

Tabla 1 Niveles sísmicos de diseño acorde al comité Versión 2000

La Tabla 1 muestra que es común asociar menores probabilidades de excedencia a sismos de mayor intensidad; mientras que para estas condiciones el intervalo de tiempo considerado para dicha probabilidad crece. Vale la pena mencionar que las condiciones mostradas en la Tabla 1 no son universales, y deben establecerse en función de la Sismicidad del sitio de la construcción y del nivel de seguridad considerado aceptable para las estructuras.

El empate de los diferentes criterios de desempeño y de los diferentes niveles sísmicos de diseño dan lugar a los objetivos de diseño. La Tabla 2, resume los objetivos de diseño planteados por el Comité Visión 2000 para diferentes tipos de estructuras.

A pesar de los avances alcanzados en el planteamiento de los criterios de desempeño y de los niveles sísmicos de diseño, no ha sido posible alcanzar un consenso acerca de cuales deben ser los objetivos de diseño sísmico para diferentes tipos de estructuras. Esto es notorio a partir de comparar los planteamientos que para dichos objetivos hacen el Comité Visión 2000 y el FEMA 273, que a pesar de haber surgido de inquietudes similares exhiben diferencias de importancia. En estos momentos urge integrar los trabajos desarrollados en este tema por diferentes grupos de trabajo, integración que debe empezar a partir de plantear definiciones únicas a conceptos tan elementales como objetivos de diseño, criterios de desempeño, niveles sísmicos de diseño, diseño sísmico, y otros.

Criterio Desemp. Nivel Sísmico	Operación Completa	Operación	Seguridad de Vida	Colapso Incipiente
	Frecuente	□		
Ocasional		○		
Raro			□	
Muy raro	○			□

DESEMPEÑO
INACEPTABLE

Estructuras de Ocupación Estándar
Estructuras Esenciales/Peligrosas
Estructuras Críticas

Tabla 2 Objetivos de diseño acorde al comité visión 2000

Conforme se ha identificado la necesidad de replantear las metodologías actuales de diseño sísmico, se ha ido discutiendo la necesidad de ajustar la representación numérica de las excitaciones sísmicas de diseño. En particular, dentro un contexto de control de la respuesta sísmica, existe un consenso entre los investigadores que plantean nuevas metodologías numéricas de diseño, que un espectro de resistencia no aporta información suficiente para plantear dicho control de una manera racional, transparente y confiable. Por tanto, en años recientes se ha planteado la necesidad de desarrollar una representación numérica que considere explícitamente los parámetros de respuesta que sean relevantes para los diferentes niveles sísmicos de diseño (Bertero, 1997). Aunque existen varios planteamientos de interés, la mayoría del esfuerzo de investigación se ha concentrado en un par de propuestas:

- Espectros de respuesta
- Acelerogramas.

Una de las tendencias más claras en cuanto al planteamiento de la representación numérica de las excitaciones sísmicas, se centra en el afán de reducir el coeficiente de variación involucrado en la predicción de la respuesta sísmica. Bertero (1997) discute en detalle las ventajas que dicha reducción aportaría al diseño sísmico. Dado que se ha observado que la intensidad y las características dinámicas del movimiento sísmico pueden variar significativamente en dos sitios cercanos entre sí, en función de las condiciones del suelo y de efectos topográficos locales, se ha planteado la posibilidad de microzonificar las regiones expuestas a un peligro sísmico importante, particularmente los centros urbanos. La microzonificación sísmica de los centros urbanos ha tenido como objeto reducir de manera importante la incertidumbre involucrada en el diseño sísmico de las estructuras que ahí se construyen, por medio de caracterizar con mayor precisión y detalle, la intensidad y las características dinámicas de las excitaciones sísmicas que se generan en las diferentes zonas del centro urbano.

3.3.3 e.) DISEÑO NUMÉRICO

Aunque sin consenso, cada vez se da mayor importancia al prediseño de la estructura, durante el cual se determina a nivel global, el valor de sus características mecánicas. A su vez, también se ha planteado la necesidad de revisar el diseño después de que a nivel local, se ha hecho el diseño de la estructura. Esto puede verse claramente en documentos como el FEMA 273, que requieren de la revisión del diseño preliminar de la estructura antes de dar por concluido el proceso de diseño sísmico. A partir de lo anterior, empiezan a distinguirse tres etapas durante la fase numérica del diseño sísmico:

- 1) **Prediseño global.**
- 2) **Diseño local preliminar.**
- 3) **Revisión del diseño.**

Es importante recalcar que los planteamientos que se proponen como alternativa a los actuales enfatizan la importancia de considerar: de manera independiente las demandas de rigidez lateral y resistencia lateral; y/o, de manera explícita, la demanda y suministro de deformación de la estructura (Bertero y Bertero, 1992; Terán-Gilmore, 1998b; Priestley, 2000; Moehle, 1992). En cuanto a la capacidad de deformación se refiere, se ha planteado la conveniencia de que el diseñador establezca, de una manera explícita, el detallado de la estructura en función de la capacidad de deformación que la estructura requiere para acomodar la demanda máxima desplazamiento lateral (Moehle, 1992; Priestley, 2000). Un punto involucrado en el diseño numérico que ha recibido atención por parte de varios investigadores, es el planteamiento racional y transparente del factor de reducción que se utiliza para plantear un espectro inelástico de diseño, a partir de un espectro elástico de resistencia (Miranda, 1993; Riddell, 1995). Se ha identificado en este tipo de factores, tal como el Q en el contexto del RCDF y el R_w en el contexto del *Uniform Building Code*, el origen de muchos de las deficiencias de los códigos actuales, principalmente la falta de transparencia, y la imposibilidad de estimar de una manera confiable las demandas de desplazamiento en la estructura. Actualmente existen propuestas en varios países, incluido México, para modificar los espectros elásticos de resistencia para que se asemejen más a los espectros esperados en el sitio de la construcción, y para un replanteamiento del uso de los factores de reducción. Otro punto que ha recibido atención, es el efecto que el comportamiento histerético de la estructura tiene en su respuesta dinámica y por tanto, en su desempeño sísmico (Espinoza-Johnson y Terán-Gilmore, 2000; Gupta y Krawinkler, 1998; Miranda y Ruiz, 1999). Al respecto, los lineamientos de diseño del FEMA 273 consideran explícitamente el comportamiento histerético de la estructura en la determinación de sus características mecánicas.

3.3.3 F) DISEÑO DUAL

Para superar las deficiencias que surgen de un planteamiento que considere solo un nivel sísmico de diseño, se ha propuesto complementar el planteamiento de objetivos de diseño, que incluyan los criterios de desempeño para todos los niveles sísmicos de diseño, con una metodología numérica que considere explícitamente más de un objetivo de. Dentro de este contexto, cada objetivo de diseño debe considerar explícitamente la representación numérica (espectros o acelerogramas) del nivel sísmico de diseño que le corresponde. Para cada objetivo de diseño es necesario determinar, a nivel global, las características mecánicas requeridas para satisfacer su criterio de desempeño. Las características mecánicas globales que finalmente se utilicen para plantear el diseño preliminar local, deben ser tales que la estructura satisfaga todos sus objetivos de diseño.

Esta representación asocia al eje de las ordenadas la probabilidad de excedencia (definida con anterioridad), mientras que el eje de las abscisas considera un parámetro de respuesta estructural, observable y cuantificable, que pueda relacionarse directamente con el desempeño sísmico de la estructura (por ejemplo la distorsión de entrepiso con el nivel de daño no estructural). Note que, como se ilustra en la Figura 1, deben considerarse valores del parámetro de respuesta para todos los niveles de diseño sísmico, han definido al espacio definido por estos dos ejes como espacio de diseño o espacio de desempeño, y han definido, como se ilustra en la Figura 1, como curva de objetivos de desempeño (COD) aquella curva que dentro del espacio de desempeño delimita los espacios asociados a diseños aceptables y no aceptables. La Figura 1 muestra una COD típica, para la cual la probabilidad de excedencia disminuye conforme la intensidad del nivel sísmico de diseño se incrementa (tal como se refleja en los valores incluidos en la Tabla 1).

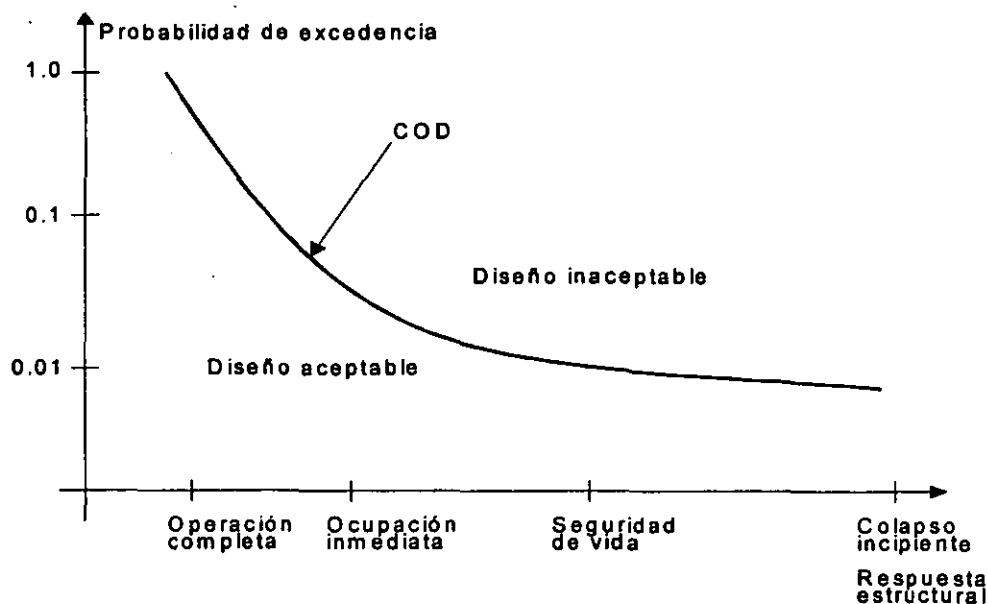


FIGURA 1 DEFINICIÓN DE LOS OBJETIVOS DE DISEÑO DE ACUERDO A UN ENFOQUE PROBABILISTA

Por otra parte, es posible representar en el espacio de desempeño la curva de desempeño de la estructura (CDE), que resume las probabilidades de excedencia reales asociadas a la respuesta de la estructura cuando se le sujeta a excitaciones sísmicas asociadas a los distintos niveles sísmicos de diseño. Mientras que las probabilidades de excedencia involucradas en la COD representan el nivel de seguridad deseado para la estructura, y son establecidas, como una condición para el diseño, por el comité encargado de elaborar el código de diseño sísmico; la CDE depende del sistema estructural seleccionado y de las características de las excitaciones sísmicas que se

generan en el sitio de la construcción. Las formas de la COD y de la CDE determinan el número de objetivos de diseño, y de sus correspondientes niveles sísmicos de diseño, que deben considerarse explícitamente durante el diseño numérico. Una posibilidad es que la CDE resulte cóncava hacia abajo, de tal manera que, como se ilustra en la Figura 2, la consideración juiciosa y explícita de un solo objetivo de diseño sea suficiente para plantear de manera confiable un diseño sísmico que satisfaga todos sus objetivos de diseño.

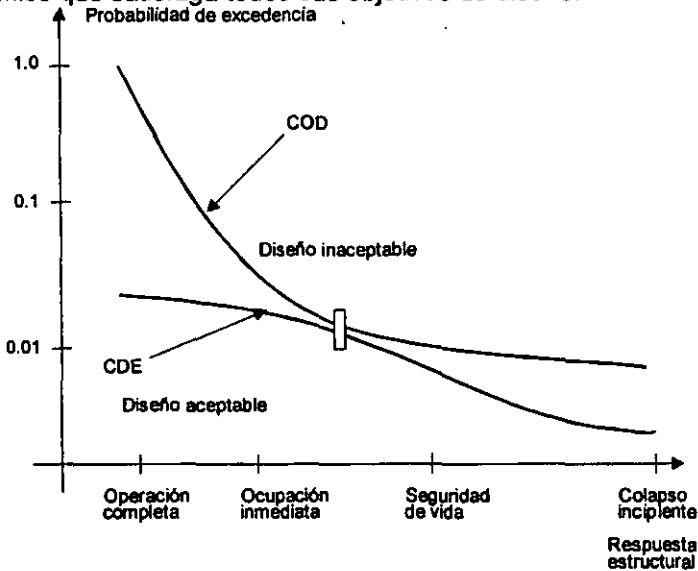


FIGURA 2 CURVAS CDE Y COD CON CONCAVIDAD OPUESTA

Una CDE cóncava hacia arriba, implica la posibilidad de que, como se ilustra en la Figura 3, la consideración juiciosa de dos objetivos de diseño sea suficiente para plantear un diseño sísmico que satisfaga todos sus objetivos de diseño.

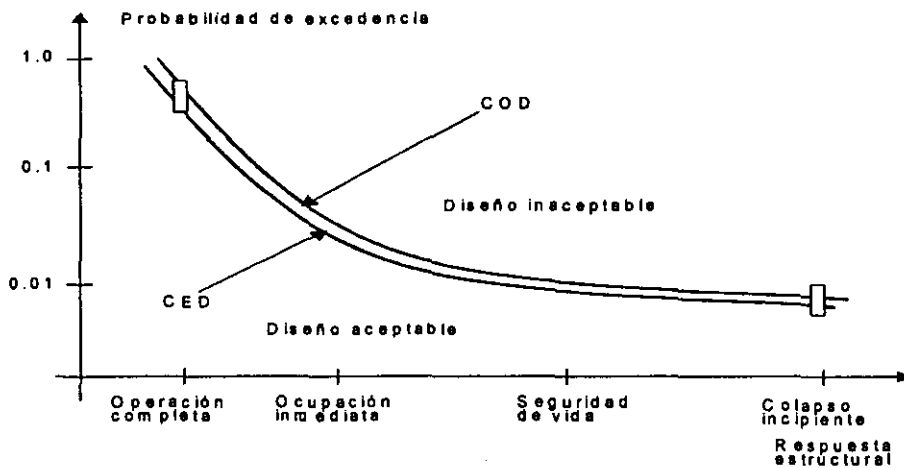


FIGURA 3 CURVAS CDE Y COD CON CONCAVIDAD EN LA MISMA DIRECCIÓN

Algunas ocasiones se requieren más de dos objetivos de diseño para plantear un diseño sísmico confiable. Actualmente en muchos casos de interés práctico no es posible plantear un diseño sísmico confiable con base en la consideración explícita de un solo objetivo de diseño los investigadores han planteado añadir un segundo objetivo de diseño para estudiar si a partir de un diseño dual es posible plantear el diseño sísmico de estructuras que satisfagan, de manera confiable, todos sus objetivos de diseño el desempeño considerado puede variar significativamente de un nivel sísmico de diseño a otro, además debe considerar explícitamente planteamientos numéricos independientes para cada uno de los objetivos de diseño que considera.

Bertero y Bertero (1992), Terán-Gilmore (1996a y 1996b) y Collins et al. (1996).

3.3.4 ACTUALIZACIÓN DE LAS NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO SÍSMICO

MODIFICACIONES AL CUERPO PRINCIPAL DE LAS NORMAS (Meli)(2000)

Las principales modificaciones que se están proponiendo para la nueva versión de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

La propuesta de nuevas normas se deriva de la decisión de las autoridades del Gobierno del Distrito Federal y del Comité de Adiciones y Reformas al Reglamento de Construcciones, de eliminar del propio Reglamento los requisitos técnicos especializados para incorporarlos a las Normas. El actual Título Sexto, que contiene los Requisitos de Seguridad y Servicio para las Estructuras, quedará reducido a unos pocos artículos que enumeran los aspectos que deben considerarse, enviando a las Normas Técnicas Complementarias respectivas, no sólo los procedimientos de cálculo, sino también de los criterios de diseño. De esta manera, los artículos sobre los aspectos básicos del diseño sísmico, que en la versión actual se encuentran en el Capítulo VI del Título Sexto del Reglamento, se han transferido a las Normas, integrándolos al articulado de éstas. Se eliminan repeticiones de conceptos y requisitos entre los dos documentos, así como el inconveniente para el usuario de tener que estar consultando en dos lugares diferentes las disposiciones reglamentarias para realizar el diseño.

Era deseable aprovechar el gran volumen de información que se ha reunido en los últimos quince años sobre las características del movimiento sísmico en el valle de México y acerca de la respuesta de distintos tipos de estructuras al movimiento del terreno tan peculiar que se tiene en esta región y la conveniencia de incorporar los avances realizados a nivel internacional sobre el diseño sísmico de las estructuras y, en particular, los nuevos enfoques que se han estado proponiendo en la normativa reciente. Esto ha llevado a una serie de desarrollos y propuestas de distintos especialistas e instituciones, que giran alrededor del llamado "criterio de diseño por desempeño".

Los criterios y procedimientos de diseño de las normas en vigor habían costado mucho tiempo y trabajo para ser asimilados por los proyectistas, ya que no era conveniente una modificación radical de los mismos, sino en la comprensión clara del proceso de diseño por parte del calculista y del necesario seguimiento y evaluación de los resultados parciales y finales del cálculo automatizado. Las normas sísmica contienen ya actualmente un apéndice normativo que prevé un método optativo, más refinado, de diseño. Se decidió entonces mantener en el cuerpo principal de las normas un procedimiento de diseño esencialmente igual al actual, se introdujo en el Apéndice Normativo una modificación sustancial que lo vuelve un procedimiento más completo y avanzado de diseño. Desde su versión de 1976 el Reglamento ha adoptado, en su parte de seguridad estructural, un formato de estados límite que coincide con los criterios de diseño por desempeño que ahora se están promoviendo e incorporando lentamente en los reglamentos de otros países. Para los casos más comunes, los diseños con los dos métodos resultasen en estructuras muy similares y, para ello, se calibraron los coeficientes del método del apéndice y los distintos parámetros de diseño.

La propuesta de la nueva norma de diseño sísmico requiere, además de la revisión y cuestionamiento por parte de los especialistas de la práctica y de la academia, de un proceso de calibración con ejemplos de aplicación a una amplia gama de casos.

En lo sucesivo se presentarán, capítulo por capítulo, las modificaciones que se consideran más importantes y comentando las razones y repercusiones de la modificación.

1. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

El capítulo contiene los siguientes artículos:

- 1.1 Propósito
- 1.2 Condiciones de análisis y diseño
- 1.3 Muros divisorios, de fachada y de colindancia
 - 1.3.1 Muros que contribuyan a resistir fuerzas laterales
 - 1.3.2 Muros que no contribuyan a resistir fuerzas laterales
- 1.4 Zonificación
- 1.5 Coeficiente sísmico
- 1.6 Reducción de fuerzas sísmicas
- 1.7 Combinación de acciones
- 1.8 Revisión de desplazamientos laterales
- 1.9 Holguras en vidrios
- 1.10 Separación de edificios colindantes
- 1.11 Estructuras especiales
- 1.12 Estructuras con sistemas no convencionales de resistencia sísmica

Se trata, en parte, de artículos que en la versión actual corresponden al Título Sexto del Reglamento y que ahora se han integrado a las normas. No se modifican en general los criterios básicos de diseño, pero se hacen algunos cambios en la zonificación y en los coeficientes sísmicos. Las principales modificaciones son:

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.

1.4 ZONIFICACIÓN

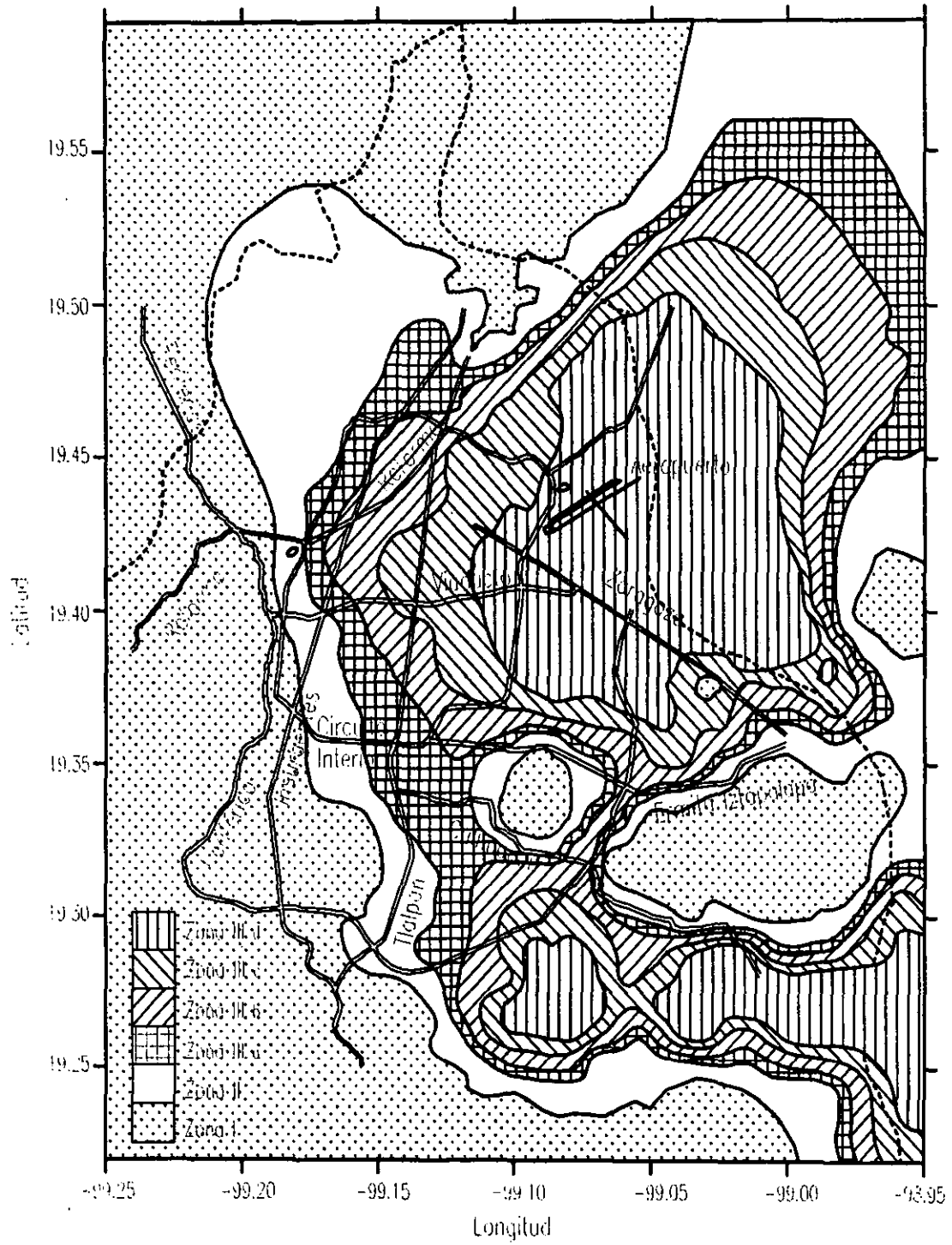
Para los efectos de estas Normas se considerarán las zonas del Distrito Federal que fija el artículo 179 del Reglamento. Adicionalmente, la zona III se dividirá en cuatro subzonas (III_a, III_b, III_c y III_d),

Es esta la modificación más relevante de la nueva propuesta y se deriva de la evidencia de diferencias sustanciales en los períodos dominantes del subsuelo dentro de la llamada zona de lago, o zona III. El considerar un mismo espectro para toda la zona de lago obligaba a que la parte plana de ese espectro fuera sumamente ancha y que, para un sitio dado, no se distinguieran cuáles son los períodos fundamentales de las estructuras para los que se tendrán respuestas más elevadas a la vibración del terreno, períodos que por lo mismo es preferible evitar, y cuáles son los períodos para los cuales las estructuras van a tener menores excitaciones. La amplia y contundente evidencia ahora disponible a partir de la instrumentación sísmica que se ha colocado en el valle de México permite una zonificación más detallada y más precisa. En el cuerpo de las normas se prefirió una subdivisión de la zona III en cuatro subzonas, que corresponden a intervalos de períodos dominantes del suelo que permiten construir espectros razonablemente uniformes.

1.5 COEFICIENTE SÍSMICO

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_a y III_c, 0.45 en la III_b y 0.30 en la III_d (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.

ZONIFICACIÓN DEL DISTRITO FEDERAL



Para las estructuras del grupo A se incrementará el coeficiente sísmico en 50 por ciento.

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 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.

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.

Se mantienen en el cuerpo principal de las normas el mismo procedimiento y los mismos límites para la revisión de los desplazamientos permisibles. Se pretende de una manera relativamente simplista cumplir simultáneamente los objetivos de limitar los daños en elementos no estructurales ante sismos moderados, y de evitar que se alcancen deformaciones de colapso ante el sismo de diseño. A este segundo propósito obedece la limitación impuesta ahora a las estructuras de losa plana para las que en ningún caso se debe exceder el límite de 0.006. Por la misma razón se limitan más los desplazamientos permisibles en estructuras de mampostería, aunque éstos rara vez rigen el diseño de estas estructuras.

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.

Se evaluó la conveniencia de incluir un procedimiento específico de diseño para estos casos, pero se concluyó que no se contaba todavía con la suficiente comprobación de los procedimientos propuestos en la literatura, para el caso específico de la ciudad de México. Se optó por dejar una disposición muy general.

2. ELECCIÓN DEL TIPO DE ANÁLISIS

2.1 Método simplificado de análisis

2.2 Análisis estático y dinámico

2.2 ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO

Los métodos dinámicos pueden utilizarse para el análisis de toda estructura, cualesquiera que sean sus características. Puede utilizarse el método estático para analizar estructuras regulares, pero 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.

Se han reducido los límites para la aplicabilidad del método estático de diseño, considerando que con las herramientas numéricas ahora disponibles no representa gran complicación realizar el análisis dinámico que es más representativo de la respuesta real de las estructuras. Se han puesto límites más estrictos para las estructuras irregulares.

3. ESPECTROS PARA DISEÑO SÍSMICO

Cuando se aplique el análisis dinámico modal, 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:

$$a = a_0 + (c - a_0) \frac{T}{T_a}; \quad \text{si } T < T_a$$

$$a = c; \quad \text{si } T_a \leq T \leq T_b$$

$$a = qc; \quad \text{si } T > T_b \quad (3.1)$$

donde

$$q = (T_b/T)^r \quad (3.2)$$

Los parámetros que intervienen en estas expresiones se obtienen de la tabla 3.1.

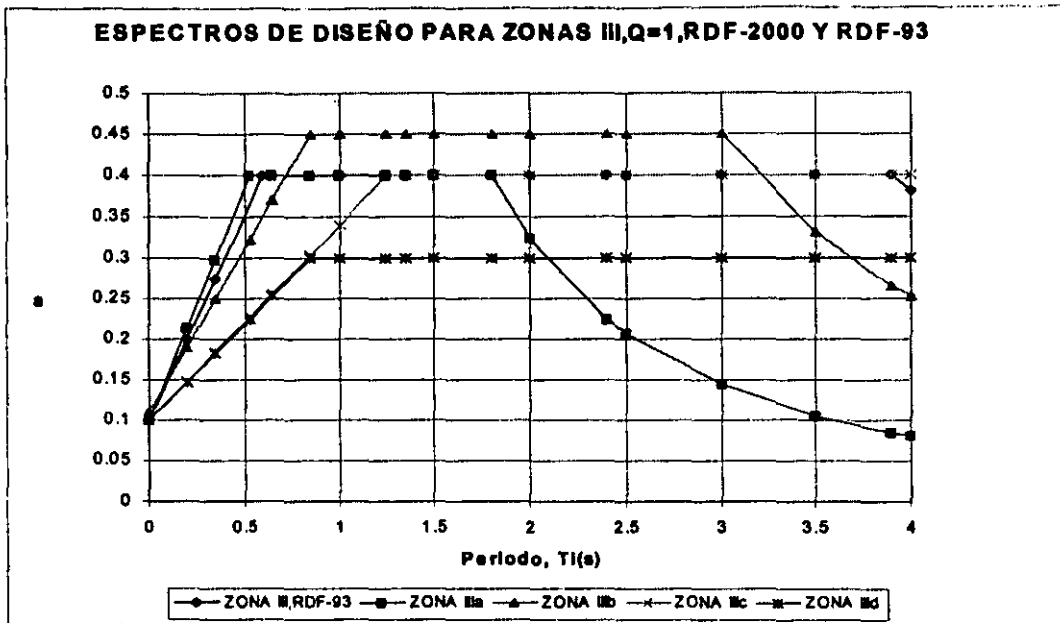
Zona	c	a_0	T_a ¹	T_b ¹	r
I	0.16	0.04	0.2	1.35	1.0
II	0.32	0.08	0.2	1.35	1.33
III _a	0.40	0.10	0.53	1.8	2
III _b	0.45	0.11	0.85	3.0	2
III _c	0.40	0.10	1.25	4.2	2
III _d	0.30	0.10	0.85	4.2	2

Tabla 3.1 Valores de los parámetros para calcular los espectros de aceleraciones

Se ha mantenido esencialmente la misma forma de los espectros de diseño de la norma actual, excepto que la rama descendente es ahora más acentuada lo que se deriva del mayor valor del exponente r , que es más congruente con la forma de los espectros de los movimientos registrados. Los coeficientes sísmicos c ahora especificados para las cuatro subzonas de la zona de lago reflejan diferencias en la amplificación máxima de las ondas sísmicas, y los límites de la zona plana del espectro corresponden a las diferencias de periodos dominantes dentro de cada subzona, ampliadas para considerar incertidumbres sobre todo en la determinación del período fundamental de la estructura.

La figuras siguientes muestran la comparación de los espectros que se derivan de la aplicación de las expresiones anteriores con los de la norma actual, para la zona de lago

y para la zona de transición; para la zona de lomas el espectro permanece igual.



4. REDUCCIÓN DE FUERZAS SÍSMICAS

No hay modificaciones relevantes.

5. FACTOR DE COMPORTAMIENTO SÍSMICO

5.1 Requisitos para $Q = 4$

5.2 Requisitos para $Q = 3$

5.3 Requisitos para $Q = 2$

5.4 Requisitos para $Q = 1.5$

5.5 Requisitos para $Q = 1$

Se han incluido algunos casos adicionales sobre todo para estructuras de acero pero no se proponen modificaciones sustanciales a los factores de reducción por comportamiento inelástico, Q .

6. CONDICIONES DE REGULARIDAD

6.1 Estructura regular

6.2 Estructura irregular

6.3 Estructura fuertemente irregular

6.4 Corrección por irregularidad

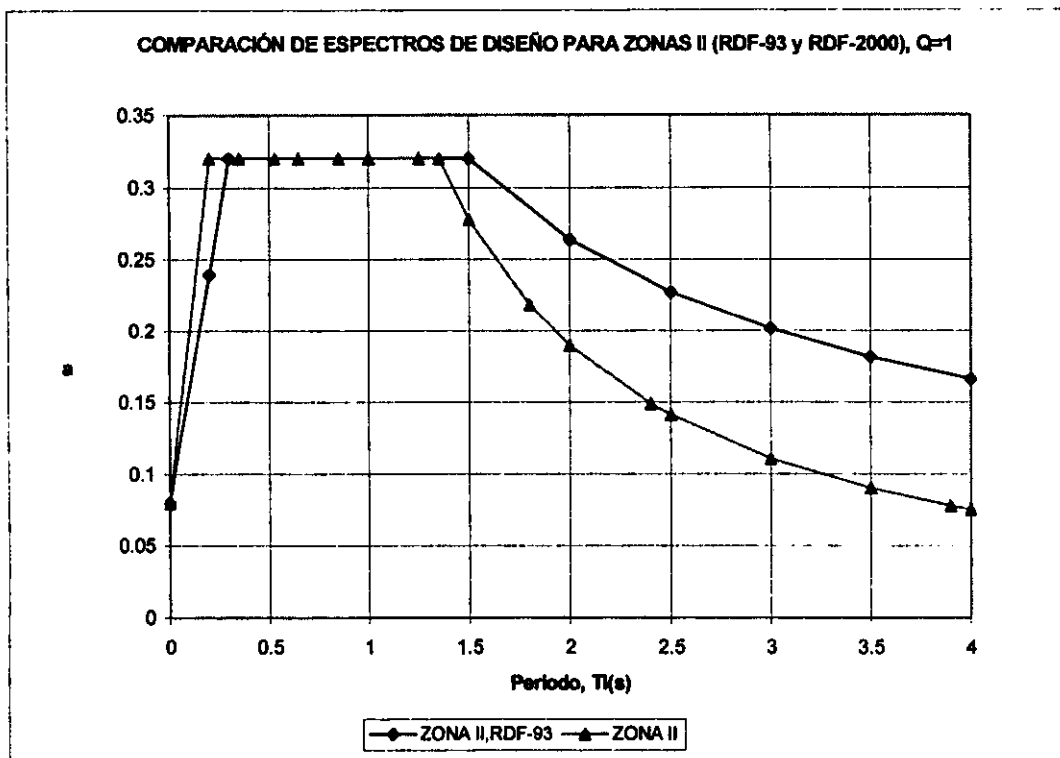
6.2 ESTRUCTURA IRREGULAR

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.

Se ha incluido una distinción entre las estructuras que dejan de cumplir sólo uno de los requisitos de regularidad y las que incumplen más de uno de ellos. Los requisitos básicos se mantienen

esencialmente iguales, aunque se han hecho algunas precisiones para más claridad de aplicación. Se ha aumentado una nueva categoría, la de las estructuras fuertemente irregulares, para las cuales los castigos son mayores.

7. MÉTODO SIMPLIFICADO DE ANÁLISIS

No hay modificaciones relevantes en este capítulo y los coeficientes sísmicos permanecen iguales.

8. ANÁLISIS ESTÁTICO

8.1 Fuerzas cortantes

8.2 Reducción de las fuerzas cortantes

8.3 Péndulos invertidos

8.4 Apéndices y diafragmas

8.5 Efectos de torsión

8.6 Efectos de segundo orden

8.7 Efectos bidireccionales

8.8 Comportamiento asimétrico

8.2 REDUCCIÓN DE LAS FUERZAS CORTANTES

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_0 .

Se han corregido las fórmulas 8.4 y 8.5 que contienen un error en la versión actual

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 , calculado para los entrepisos que se hallan abajo del que se considerará, 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.

Se ha eliminado lo relativo a la excentricidad de resistencia que complicaba innecesariamente el análisis y se agregado el último párrafo relativo a que no debe tomarse en cuenta el efecto de la torsión cuando éste es de signo contrario y reduce la fuerza cortante directa.

9. ANÁLISIS DINÁMICO

9.1 Análisis modal

9.2 Análisis paso a paso

9.3 Revisión por cortante basal

9.4 Efectos bidireccionales

9.1 Análisis modal

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

$$W_{ei} = \frac{\left(\{\phi_i\}^T [W] \{J\} \right)^2}{\{\phi_i\}^T [W] \{\phi_i\}} \quad (9.1)$$

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.

Se ha incluido como criterio para definir el número de modos a considerar en el análisis modal el de que tienen que representar al menos 90 % del peso modal. Este concepto es más racional y su determinación está prevista en todos los paquetes de cómputo de uso común en la práctica.

10 ANÁLISIS Y DISEÑO DE OTRAS CONSTRUCCIONES NUEVAS

10.1 Tanques, péndulos invertidos y chimeneas

10.2 Muros de contención

11. ESTRUCTURAS EXISTENTES

Los dos capítulos anteriores no contienen modificaciones relevantes.

CAPÍTULO 4

ESTUDIO ESTADISTICO COMPARATIVO DEL TÍTULO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL PARA DIVERSOS REGLAMENTOS DEL PAIS

4.1 INTRODUCCIÓN

La ciudad, como hábitat urbano del hombre, es un ente dinámico que se va adecuando a sus necesidades mediante la incorporación de servicios y nuevos edificios o la modificación de su trazo vial, con la consecuente transformación de su fisonomía. La regulación de estos procesos, así como la seguridad de las estructuras existentes o por construir requiere un marco legal que oriente el desarrollo de la ciudad y garantice la estabilidad, operación y conservación de los inmuebles y las instalaciones que la integran. Dentro de las disposiciones que deben expedirse es fundamental la de un reglamento de construcciones; frecuentemente, por economía, las ciudades aprovechan de otras de mayor importancia y tamaño su reglamento, adaptándolo a sus necesidades. En este trabajo se presenta un diagnóstico general del título sexto que se refiere a la seguridad estructural de las construcciones del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, el cual se realizó en conjunto con una muestra de 39 reglamentos de construcción de diferentes estados y ciudades importantes de acuerdo a sus datos de población dentro de la república mexicana. La información recopilada se resume de la siguiente forma:

- a) Se proporciona una breve explicación de cada capítulo componente del Reglamento del Distrito Federal.
- b) Se indican los porcentajes de aquellos reglamentos que presentan una carencia total de algún capítulo.
- c) Se presenta el porcentaje de reglamentos en los que para algún capítulo en particular no incluyen todos los artículos mencionados dentro del RCDF.

4.2 FORMATOS DE COMPARACIÓN

Los formatos se seleccionaron por SEDESOL y CENAPRED de manera que se pudieran comparar todos los reglamentos del acervo e identificar fácilmente cuales son las deficiencias de los mismos con respecto al Reglamento del Distrito Federal.

La información del formato de comparación incluye los siguientes datos :

- a) Nombre del Estado al que pertenece.
- b) Localidad a la que pertenece en caso de ser Reglamento Municipal.
- c) Clave asignada al estado.
- d) Título del reglamento.
- e) Fecha de expedición.

En el cuerpo principal del Reglamento se dividieron en seis columnas en las que se identifica el Título al que pertenece, el nombre del Título, el Tema del Título, y por último la Descripción del mismo en forma resumida. Al final de la revisión se incluyó un recuadro de Notas u Observaciones en las que se menciona los datos más relevantes del reglamento analizado, como por ejemplo: algún artículo importante que se haya excluido o algún Capítulo que no se incluya así como la tendencia del mismo reglamento en el sentido de completez comparado con el R.C.D.F.

ESTADO	CLAVE	RCF6
LOCALIDAD		
TÍTULO	REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES	
FECHA DE EXPEDICIÓN	JUNIO 2000	

TÍTULO	NOMBRE	CAPÍTULO	TEMA	SECCIÓN	ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN
vi		i	DISPOSICIONES GENERALES		172	ALCANCE DEL TÍTULO
					173	EXPEDICIÓN DE NORMAS TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS
					174	CLASIFICACIÓN DE LAS EDIFICACIONES
					175	ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA
					176	PROYECTO ARQUITECTÓNICO
					177	SEPARACIÓN ENTRE EDIFICACIONES
					178	FIJACIÓN DE RECUBRIMIENTOS
					179	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES
					180	INSTALACIÓN DE ANUNCIOS
					181	ALOJAMIENTO DE INSTALACIONES EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

4.3 DIAGNÓSTICO

CAPÍTULO I. Disposiciones generales. Contiene los requisitos a cumplir en el proyecto y en la edificación para lograr un nivel de seguridad adecuado contra fallas estructurales, mencionando sobre la expedición de las NTC para definir los requisitos relacionados con los materiales y sistemas estructurales, Presenta la clasificación de las construcciones de acuerdo a su uso y zonificación geotécnica.

ESTADÍSTICAS DEL CAPÍTULO I			
DISPOSICIONES GENERALES			
REGLAMENTOS SIMILARES EN CONTENIDO CON RESPECTO AL RCDF	REGLAMENTOS CON CARENCIA TOTAL	ARTÍCULOS DEL RCDF NO INCLUIDOS EN OTROS REGLAMENTOS	
		ARTICULO RCDF	% DE REGLAMENTOS
28.20%	7.69%	172	12.82
		173	25.64
		174	25.64
		175	66.66

CAPÍTULO II. Características generales de las edificaciones. Con este capítulo se pretende asegurar que el proyecto converja una estructuración eficiente, sencilla y segura se admiten niveles de holgura entre edificaciones vecinas, también señala los lineamientos para estabilidad de acabados y elementos no estructurales sobre, el diseño de los anuncios y la prohibición de las perforaciones dentro de la estructura.

ESTADÍSTICAS DEL CAPÍTULO II			
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS EDIFICACIONES			
REGLAMENTOS SIMILARES EN CONTENIDO Y REDACCIÓN CON RESPECTO AL RCDF	REGLAMENTOS CON CARENCIA TOTAL	ARTÍCULOS DEL RCDF NO INCLUIDOS EN LOS REGLAMENTOS ANALIZADOS	
		ARTICULO RCDF	% DE REGLAMENTOS
25.64 %	28.20 %	176	46.15
		177	64.10
		178	51.28
		179	58.97
		180	41.02
		181	43.58

CAPÍTULO III. Criterios de diseño estructural. En este capítulo se especifican los requisitos estructurales, definición de estado límite de falla y de servicio, consideraciones de las cargas de diseño, la clasificación de las acciones, la seguridad de las construcciones tomando en cuenta el efecto simultáneo de las acciones que tengan probabilidad de ocurrir, el análisis de las fuerzas internas y las deformaciones, la definición de resistencia, procedimientos para la determinación de la resistencia, la revisión de la resistencia de diseño, el factor de carga y la utilización de otros criterios para análisis y diseño bajo la aprobación del Director Responsable de Obra.

ESTADÍSTICAS DEL CAPÍTULO III			
CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL			
REGLAMENTOS SIMILARES EN CONTENIDO Y REDACCIÓN CON RESPECTO AL RCDF	REGLAMENTOS CON CARENCIA TOTAL	PORCENTAJE DE ARTÍCULOS DEL RCDF NO INCLUIDOS EN OTROS REGLAMENTOS ANALIZADOS	
		ARTICULO RCDF	% DE REGLAMENTOS
48.15 %	0.00 %	182	23.07
		183	17.94
		184	17.94
		185	12.82
		186	17.94
		187	20.51
		188	15.38
		189	30.76
		190	25.64
		191	23.07
		192	30.76
		193	23.07
		194	23.07
		195	38.46

CAPITULO IV. Cargas muertas. En este capítulo se indica que se considerarán como carga muerta los pesos de todos elementos constructivos y todos los elementos que ocupan una posición permanente y tienen un peso que no cambia con el tiempo. Además, se menciona que se deberá considerar el posible incremento del peso muerto de una losa.

ESTADÍSTICAS DEL CAPÍTULO IV			
CARGAS MUERTAS			
REGLAMENTOS SIMILARE EN CONTENIDO Y REDACCIÓN CON RESPECTO AL RCDF	REGLAMENTOS CON CARENCIA TOTAL	PORCENTAJE DE ARTÍCULOS DEL RCDF NO INCLUIDOS EN OTROS REGLAMENTOS ANALIZADOS	
		ARTICULO RCDF	% DE REGLAMENTOS
64.10 %	7.69 %	196	10.25
		197	30.76

CAPITULO V. Cargas vivas. Son las fuerzas que se presentan por el uso y ocupación de las edificaciones y que no tienen carácter permanente. Se consideran tres posibilidades de carga:

- carga viva máxima W_m , b) carga instantánea W_a y c) la carga media W . Además se presenta una tabla donde se especifican las cargas vivas unitarias para distintos tipos de construcciones: Se
- especifica también el tipo de consideraciones, que respecto a las cargas vivas, se deberán hacer durante el proceso de edificación, así como la responsabilidad del propietario por el cambio de uso de la construcción.

ESTADÍSTICAS DEL CAPÍTULO V			
CARGAS VIVAS			
REGLAMENTOS SIMILARES EN CONTENIDO Y REDACCIÓN CON RESPECTO AL RCDF	REGLAMENTOS CON CARENCIA TOTAL	ARTÍCULOS DEL RCDF NO INCLUIDOS EN LOS REGLAMENTOS ANALIZADOS	
		ARTÍCULO	% DE REGLAMENTOS
74.35 %	5.12 %	198	7.69
		199	12.82
		200	12.82
		201	17.94

CAPITULO VI. Diseño por sismo. En este capítulo se establecen los requisitos mínimos de diseño ante los efectos del sismo; entre los que se pueden mencionar, por ejemplo, que el análisis de las estructuras se realizará bajo la acción de dos componentes horizontales ortogonales del movimiento del terreno, los lineamientos y recomendaciones para la utilización de muros divisorios, la zonificación geotécnica, la definición de los coeficientes sísmicos y los valores del mismo de acuerdo al tipo de suelo sobre el que se desplantará la estructura, los factores de reducción de las fuerzas sísmicas, la verificación de la resistencia de la estructura y su cimentación ante fuerzas cortantes y momentos, los límites permisibles para los desplazamientos laterales de pisos consecutivos, la holgura entre vidrios y marcos, los límites de separación de la edificación con sus linderos vecinos y el procedimiento para análisis y diseño de estructuras especiales.

ESTADÍSTICAS DEL CAPÍTULO VI			
DISEÑO POR SISMO			
REGLAMENTOS SIMILARES EN CONTENIDO Y REDACCIÓN CON RESPECTO AL RCDF	REGLAMENTOS CON CARENCIA TOTAL	ARTÍCULOS DEL RCDF NO INCLUIDOS EN LOS REGLAMENTOS ANALIZADOS	
		ARTÍCULO	% DE REGLAMENTOS
28.20 %	20.51 %	202	41.02
		203	28.20
		204	56.41
		205	58.41
		206	30.76
		207	48.71
		208	56.41
		209	48.15
		210	48.71
		211	48.71
		212	51.28

CAPITULO VII. Diseño por viento. En este capítulo se indica que las estructuras se analizarán para resistir los efectos de viento provenientes de cualquier dirección horizontal. El reglamento especifica la velocidad mínima de diseño en el D.F, el proceso de considerar los efectos del viento

por medio de presiones estáticas equivalentes para estructuras con periodo de vibración menor de dos segundos, así como el requerimiento de procedimientos especiales para otras estructuras.

ESTADÍSTICAS DEL CAPÍTULO VII DISEÑO POR VIENTO			
REGLAMENTOS SIMILARES EN CONTENIDO Y REDACCIÓN CON RESPECTO AL RCDF	REGLAMENTOS CON CARENCIA TOTAL	ARTÍCULOS DEL RCDF NO INCLUIDOS EN LOS REGLAMENTOS ANALIZADOS	
		ARTÍCULO	% DE REGLAMENTOS
53.84 %	20.51 %	213	38.46
		214	20.51
		215	28.20
		216	25.64

CAPÍTULO VIII. Diseño de cimentaciones. Capítulo donde se disponen los requisitos mínimos para el diseño y construcción de las cimentaciones, las condiciones del terreno de cimentación, la zonificación geotécnica, los procedimientos para investigación del subsuelo. además establece indicaciones sobre la presencia de instalaciones y otras edificaciones, el hundimiento regional, la revisión de la seguridad de las cimentaciones, la revisión de los estados límite, las acciones de diseño, la capacidad de carga del suelo, los estados límite en excavaciones, el diseño de muros de contención, la memoria o bitácora de diseño y nivelaciones en caso de que sean necesarias.

ESTADÍSTICAS DEL CAPÍTULO VIII DISEÑO DE CIMENTACIONES			
REGLAMENTOS SIMILARES EN CONTENIDO Y REDACCIÓN CON RESPECTO AL RCDF	REGLAMENTOS CON CARENCIA TOTAL	ARTÍCULOS DEL RCDF NO INCLUIDOS EN LOS REGLAMENTOS ANALIZADOS	
		ARTÍCULO	% DE REGLAMENTOS
6.12 %	6.12 %	217	30.76
		218	17.94
		219	58.97
		220	23.07
		221	35.89
		222	89.74
		223	46.15
		224	33.33
		225	41.02
		226	30.76
		227	53.84
		228	35.89
		229	30.76
		230	46.15
		231	38.46
		232	38.46

CAPÍTULO IX. Construcciones dañadas. El reglamento indica que el propietario del inmueble dañado denunciará, ante el Gobierno, los daños debidos a cargas accidentales u otras que los

hayan provocado, motivo por el cual deberá recabar un dictamen sobre la estabilidad y seguridad estructural elaborado por un Corresponsable en Seguridad Estructural, para aprobar o no su reparación. Los requisitos del proyecto de revisión y refuerzo deberán alcanzar al menos los niveles de seguridad establecidos por el Reglamento. Antes de iniciar el proceso de refuerzo se verificará que la edificación original pueda resistir las cargas verticales del nuevo proyecto y un treinta por ciento de las cargas laterales.

ESTADÍSTICAS DEL CAPÍTULO IX			
CONSTRUCCIONES DAÑADAS			
REGLAMENTOS SIMILARES EN CONTENIDO Y REDACCIÓN CON RESPECTO AL RCDF	REGLAMENTOS CON CARENCIA TOTAL	ARTÍCULOS DEL RCDF NO INCLUIDOS EN LOS REGLAMENTOS ANALIZADOS	
		ARTÍCULO	% DE REGLAMENTOS
46.15 %	41.02 %	233	46.15
		234	41.02
		235	51.28
		236	53.84

CAPÍTULO X. Obras provisionales y modificaciones. En este capítulo del Reglamento se establecen los requisitos a cumplir por todo tipo de obras provisionales las cuales también deberán cumplir con los requisitos de seguridad que establece el Reglamento. Toda modificación que altere el funcionamiento estructural será objeto de un proyecto que garantice la seguridad de la estructura y de su cimentación.

ESTADÍSTICAS DEL CAPÍTULO X			
OBRAS PROVISIONALES Y MODIFICACIONES			
REGLAMENTOS SIMILARES EN CONTENIDO Y REDACCIÓN CON RESPECTO AL RCDF	REGLAMENTOS CON CARENCIA TOTAL	ARTÍCULOS DEL RCDF NO INCLUIDOS EN LOS REGLAMENTOS ANALIZADOS	
		ARTÍCULO	% DE REGLAMENTOS
41.02 %	43.58 %		
		237	41.02
		238	58.96

CAPÍTULO XI. Pruebas de carga. En esta parte se establecen los requisitos para pruebas de carga en edificaciones de recreación y donde puedan estar más de cien personas, cuando no exista suficiente evidencia teórica o experimental de seguridad y cuando el Gobierno lo estime conveniente. El reglamento muestra también el procedimiento para la realización de dichas pruebas.

ESTADÍSTICAS DEL CAPÍTULO XI			
PRUEBAS DE CARGA			
REGLAMENTOS SIMILARES EN CONTENIDO Y REDACCIÓN CON RESPECTO AL RCDF	REGLAMENTOS CON CARENCIA TOTAL	ARTÍCULOS DEL RCDF NO INCLUIDOS EN LOS REGLAMENTOS ANALIZADOS	
		ARTÍCULO	% DE REGLAMENTOS
69.22%	23.07%	239	28.20
		240	30.76

4.4 COMENTARIOS GENERALES Y CONCLUSIONES

En su Título sexto, el RCDF contiene los requisitos a cumplir en el proyecto y ejecución de una edificación para lograr un nivel de seguridad adecuado contra fallas estructurales.

CAPÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES.

En lo concerniente a la Expedición de las Normas Técnicas Complementarias el 30% de los reglamentos analizados no cuenta con las NTC propias. Algunos de los reglamentos indican que en tanto no se cuente con ellas, se debe utilizar las correspondientes del D.F. con las adaptaciones pertinentes a parámetros específicos como coeficientes sísmicos o velocidades básicas del viento, solo el 22.5% indica que utiliza las Normas del D.F o cuenta el Estado con las Normas propias. En otros casos se indican que también podrían utilizarse en lugar de NTC, los Manuales de Diseño de Obras Civiles de C.F.E, publicaciones del Instituto de Ingeniería de la UNAM en algunos casos se adoptan criterios y Normas de Códigos y Manuales de Sociedades Técnicas Reconocidas; Otros reglamentos indican que el uso fundamentado y correcto de normas y criterios manuales y códigos reconocidos, se considera como evidencia de buenas prácticas de construcción y factor favorable en el otorgamiento de autorizaciones y licencias de construcción.

Finalmente aquellos reglamentos que no se apoyan en NTC, las incluyen dentro del título de Seguridad o diseño Estructural. El grado o nivel de detalle con que aparecen estas especificaciones así como la manera de considerar acciones como sismo o viento, varía entre los reglamentos, existiendo una consistencia entre la antigüedad de los reglamentos y su escaso nivel de detalle.

CAPITULO II

CARACTERISTICAS DE LAS EDIFICACIONES.

Con respecto a la clasificación de las edificaciones, un 67.5% de los reglamentos analizados se basa en el Manual de Diseño de Obras civiles de C.F.E. o en la clasificación del RCDF. Clasifican con fines de diseño sísmico a las estructuras en grupo A, B, C, de acuerdo a su importancia, uso y rango de magnitud.

Un 5% las clasifica con criterios particulares, por ejemplo existen casos en los que la categorización se basa únicamente en el uso de la edificación y se dan hasta 10 grupos.

Otros reglamentos únicamente mencionan dos grupos de construcciones, el estado de Nuevo León por ejemplo tiene cinco tipos diferentes de edificaciones.

Las edificaciones de hasta dos niveles y las de mayor altura y en un Estado del Norte del país la clasificación depende de la relación de rigideces de columnas y de trabes de la edificación el 27.5 % restante no incluye algún tipo de clasificación. Para diseño por viento todos los reglamentos manejan en general, una categorización de cuatro tipos, que se basa en el manual de C.F.E y que depende de su estructuración y respuesta a los efectos del viento principalmente.

ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA.

El 66.66% de la muestra no incluye el artículo correspondiente a la zonificación geotécnica esto representa un grave problema dado que se utiliza este artículo para el análisis Sísmico y para el diseño de la cimentación de la estructura.

Un 33.34 % de los reglamentos analizados incluye una zonificación geotécnica, en su mayoría basada en la regionalización sísmica y en la clasificación de terrenos de cimentación del Manual de C.F.E.

PROYECTO ARQUITECTÓNICO.

El 46.15% de los reglamentos no incluye recomendaciones sobre el proyecto arquitectónico en cuanto a su regularidad y eficiencia para resistir acciones sísmicas. El 64.10% de los documentos no menciona el requisito de separación entre edificios.

Aquellos que indican la separación permisible, en su mayoría no manejan valores similares a los del RCDF, en algunos casos aún cuando se menciona cumplir con una separación mínima entre edificaciones, en ninguna parte del reglamento se indica como evaluarla. En cuanto a fijación de acabados y elementos no estructurales los porcentajes que no incluyen estos artículos son 51.28% y 58.97% respectivamente, dado que los porcentajes son altos se deberá asignar especial importancia a la participación de elementos no estructurales y a los ciudadanos que deben tenerse para evitar que se dañen o que puedan desprenderse algunos acabados durante algún sismo.

CAPITULO III

CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

Un 67.5% de reglamentos son consistentes en la filosofía de estados límite. Son explícitos en que el diseño deberá proveer de una seguridad adecuada contra la aparición de Estados Límite de Falla (ELF) y que no se rebase ningún Estado Límite de servicio (ELS). A diferencia del RCDF algunos Estados indican que los ELF pueden ser de tipo Frágil y Dúctil y se proporcionan para su revisión factores de resistencia (FR) específicos para cada tipo de estado límite. El 32.5% restante no contempla los criterios de diseño, en los reglamentos analizados se observa que los procedimientos de diseño estructural pueden utilizar desde criterios elásticos basados en esfuerzos permisibles, hasta diseños por resistencia última.

Algunas veces se indica la libertad de aplicación de otros criterios que conlleven a factores de seguridad al menos iguales a los que se obtendrían al aplicar el RCDF. En el caso particular del Estado de México no cuenta con capítulos para diseño por sismo y viento.

ESTADOS LÍMITE POR DESPLAZAMIENTO.

La revisión de ELS de acuerdo con el RCDF para elementos estructurales, se basa en no exceder los desplazamientos horizontales y verticales de dichos elementos.

Un 70% de reglamentos se basan en los mismos estados límite del RCDF. Un 25% no incluye alguna especificación de este tipo y el 5% sólo recomienda que no debe excederse las deformaciones que puedan afectar el funcionamiento de instalaciones o equipos o causar inseguridad a los ocupantes, dentro de este porcentaje se encuentra el Estado de Chihuahua con dos Mpios. Hidalgo del Parral y Cuahutémoc.

ACCIONES PARA DISEÑO

En general hay consistencia en cuanto a los tipos de acciones que deben considerarse para el diseño. Obviamente de acuerdo con las características de la región se asigna mayor detalle a las intensidades de ciertas acciones. En el estado de Baja California se consideran importantes los efectos de temperatura (contracción ó expansión) e incluso se proporcionan mapas de isotermas para temperaturas máximas y mínimas del Estado.

En el Estado de Chihuahua se hace énfasis en la densidad de carga de nieve y la distribución de la carga en función del tipo de cubierta y pendiente de la misma.

COMBINACIÓN DE ACCIONES Y RESISTENCIA DE DISEÑO

Un 77.5% de reglamentos considera la misma combinación de acciones así como los factores de carga del RCDF. Los siguientes estados no consideran este artículo en sus reglamentos lo cual es algo muy grave Tamaulipas, Chihuahua, Durango y Tuxtla Gutiérrez, algunos otros reglamentos se basan en las cuatro combinaciones de acciones del ACI -318- 83 y el restante también se basa en las combinaciones particulares que indican los factores de carga de las Normas Técnicas Complementarias.

CAPITULO VI

DISEÑO POR SISMO

EL Artículo 203 del RCDF indica que las estructuras se analizarán bajo la acción de dos componentes horizontales no simultáneos de movimiento del suelo. Los resultados se combinarán con los de otras acciones. Atendiendo a las características de las estructuras, éstas podrán analizarse con el Método simplificado, estático ó dinámico. Debe considerarse todo elemento con rigidez significativa, así como efectos de flexión, cortante, torsión y efectos de segundo orden.

Sobre estos aspectos un 60% de los reglamentos incorporan una descripción similar. Aún cuando la mayoría de los municipios incluidos en este grupo están sujetos a una importante actividad sísmica, existen reglamentos municipales de estados con peligro sísmico importante y que muestran obsolescencia o asignan poca importancia a estos aspectos.

En aquellos estados con menor peligro sísmico como en el norte del país las especificaciones sobre análisis y diseño sísmico son escasas. Por ejemplo en Coahuila en Tlaxcala la única disposición sobre diseño sísmico indica que " El análisis y diseño de construcciones sometidas a sismos o vientos, requerirá la aprobación de la dirección de Obras. Por último un 40% de los reglamentos analizados no incluyen artículos sobre el tema.

COEFICIENTES SÍSMICOS (CS)

Un 25% de reglamentos no especifica coeficientes sísmicos (estados de Tlaxcala, Coahuila, Durango, municipios de Salamanca, Meoquí, Chihuahua, Zapopan, Tlaquepaque y Toluca) el 75% restante los coeficientes sísmicos son consistentes con los del Manual de la C.F.E.

En casi todos los casos existe la tendencia de reducir los valores de C.F.E. Los reglamentos que no cuentan con NTC, especifican en el mismo artículo de coeficientes sísmicos a los correspondientes del Método simplificado (también basados en el Manual de CFE)

Aquellos reglamentos que si cuentan con NTC, como es el caso del RCDF no presentan la lista de Cs para método simplificado en el cuerpo principal de reglamento y los remiten a las NTC de sismo. Como se sabe, los Cs especificados corresponden a edificaciones del grupo B y para estructuras del grupo A éstos deben incrementarse. Según el Manual de CFE y el RCDF y la mayor parte de reglamentos analizados, el incremento es del 50%.

Sin embargo el incremento puede variar para otras localidades, por ejemplo 33% para tres Municipios de Colima y 30% para los Reglamentos de Guadalajara, Morelia y el Municipio de Puebla.

Para el Estado de Chihuahua los coeficientes sísmicos dependen de diferentes parámetros.

$$C_s = ZIKCS$$

Z= Factor de Sismicidad de la zona que es igual a 0.19

I = Factor de importancia que puede tomar valores de 1.0, 1.25 y 1.5.

K= Factor de Estructuración que puede tomar valores desde 0.67 para marcos dúctiles hasta 2.5.

S= factor que refleja el tipo de suelo, toma valores de 1.0 para suelos duros y 1.5 para arcillas blandas.

C= coeficiente que refleja la rigidez de la estructura $C = (1/15)T^{0.5}$, siendo T el periodo de

Limites de deformación lateral de entrepiso

La diferencia entre desplazamientos laterales de pisos consecutivos debidos a fuerzas laterales de acuerdo con el RCDF no excederá los valores siguientes, de 0.006h hasta 0.012h a menos que se aplique el Método Simplificado, en cuyo caso podrá omitirse dicha revisión.

Un 32.5% de la muestra analizada retoman estos mismos límites, otro 47.5% de la muestra no menciona límites y el 20% restante indica valores distintos a los del RCDF como es el caso de Michoacán en donde se consideran 0.006h y 0.023h, y Tamaulipas que considera 0.008h como máximo, Puebla, Jalisco, Nayarit, Sinaloa, Zacatecas entre otros, consideran 0.006h y 0.0016h, se muestra que para algunos Estados podrían resultar excesivos estos valores y para otros deficientes, dado que muchas estructuras se construyen en distintos estados con materiales comunes.

SEPARACIÓN ENTRE EDIFICACIONES Y DE SUS LINDEROS

Para el Capítulo I de Disposiciones Generales los requisitos que se deben cumplir en las edificaciones se encontraron en la muestra analizada una carencia en el artículo 175 que se refiere a la clasificación Geotécnica y más del 66% de los reglamentos no incluye este artículo que se considera importante ya que utiliza tanto para el Análisis Sísmico como para el diseño de las Cimentaciones.

El 37.5 % indica que se utilizan las NTC del D.F. de carácter suplementario, el 25% de la muestra no contempla el artículo.

El 27.5% indica que se utilizan las NTC para el artículo 175 que se refiere a la clasificación Geotécnica más del 66% de los reglamentos no lo incluye, se considera que uno de los más importantes, por presentarse en los criterios de Análisis Sísmico y Diseño de Cimentaciones.

Las Normas Técnicas Complementarias especifican el uso adecuado y los requisitos que deben cumplir los diferentes materiales, esto significa que el usar la NTC D.F., no se consideran los cambios que puedan tener el concreto, la madera, la mampostería, en sus propiedades.

En el Capítulo II sobre Características Generales de las Edificaciones el 25.64% de los reglamentos contempla este artículo en tanto que el 28.20% carece de este capítulo.

El 64.10% no contempla los niveles adecuados de separación entre las edificaciones .

El 43.58% que representa el porcentaje menor en este capítulo considera el alojamiento de instalaciones en elementos no estructurales, por lo que se podría esperar que no se contemplan los criterios.

En el capítulo III sobre Clasificación de las Edificaciones de la muestra se tiene que

La mayoría de los reglamentos analizados el 66% no incluye alguna zonificación geotécnica algunos estados utilizan la regionalización usada por la C.F.E

Para el Capítulo III sobre el Criterio de Diseño Estructural el 46.15% de la muestra presenta el 15.38% .

En la revisión de estados límite se tiene un porcentaje bajo en la utilización de los mismos.

Para el capítulo de Diseño por sismo. El 28.20% de la muestra analizada contempla los reglamentos que son similares en relación con respecto al reglamento y el 20.51% carecen del capítulo.

De los reglamentos analizados el 56.41%no incluye especificaciones sobre muros ligados y desligados, este mismo porcentaje no contempla la zonificación geotécnica.

El 51.28% no incluyen separaciones entre edificaciones y de sus linderos.

Un porcentaje alto implica que se deben aplicar la acción combinada de dos componentes horizontales.

Para estados del norte de la República las especificaciones sobre diseño sísmico son escasas.

El 76.93 % de la muestra contempla en su reglamento los mismos valores para estados límite que el RDF el 23.67% indica que no contemplan este artículo dentro. La mayoría de los reglamentos contempla las cargas muertas y él 40.77% no contemplan los incrementos de cargas muertas en losas.

En el capítulo V sobre Cargas vivas un 18% no contempla la responsabilidad por cambio de uso, es decir que se presenta que algunos reglamentos estas.

A raíz del sismo de 1985 algunos de los edificios que se colapsaron fueron por haber cambiado el uso de la edificación y la falta de un DRO. que especifica este cambio en la muestra analizada.

DISEÑO POR SISMO

El 28.20% de la muestra analizada contempla los reglamentos que son similares en redacción con respecto al reglamento y 20.51% carecen de este capítulo; de los artículos el 56.41% no incluye especificaciones sobre muros ligados y desligados, este mismo porcentaje no contempla a la zonificación geotecnia.

VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA

El 51.28% no incluyen separaciones entre edificaciones y de sus linderos.

Un porcentaje alto implica que se deben aplicar la acción combinada de dos componentes horizontales. Para estados del Norte de la República las especificaciones sobre diseño sísmico son escasas.

CAPITULO VIII

DISEÑO DE CIMENTACIONES

El Capítulo VIII que trata del Diseño de Cimentaciones está incompleto en la mayoría de los reglamentos; el artículo que no es considerado en un 60% (aproximadamente) es el 219, y en un 55% aproximadamente el artículo 227, y que se refieren a la zonificación geotécnica y esfuerzos y deformaciones en la frontera suelo-estructura respectivamente, además alrededor del 40% de los Reglamentos no consideran la presencia de instalaciones, los estados límites de la estructura y en excavaciones, las acciones de diseño, el diseño de los muros de contención, proceso constructivo y nivelaciones.

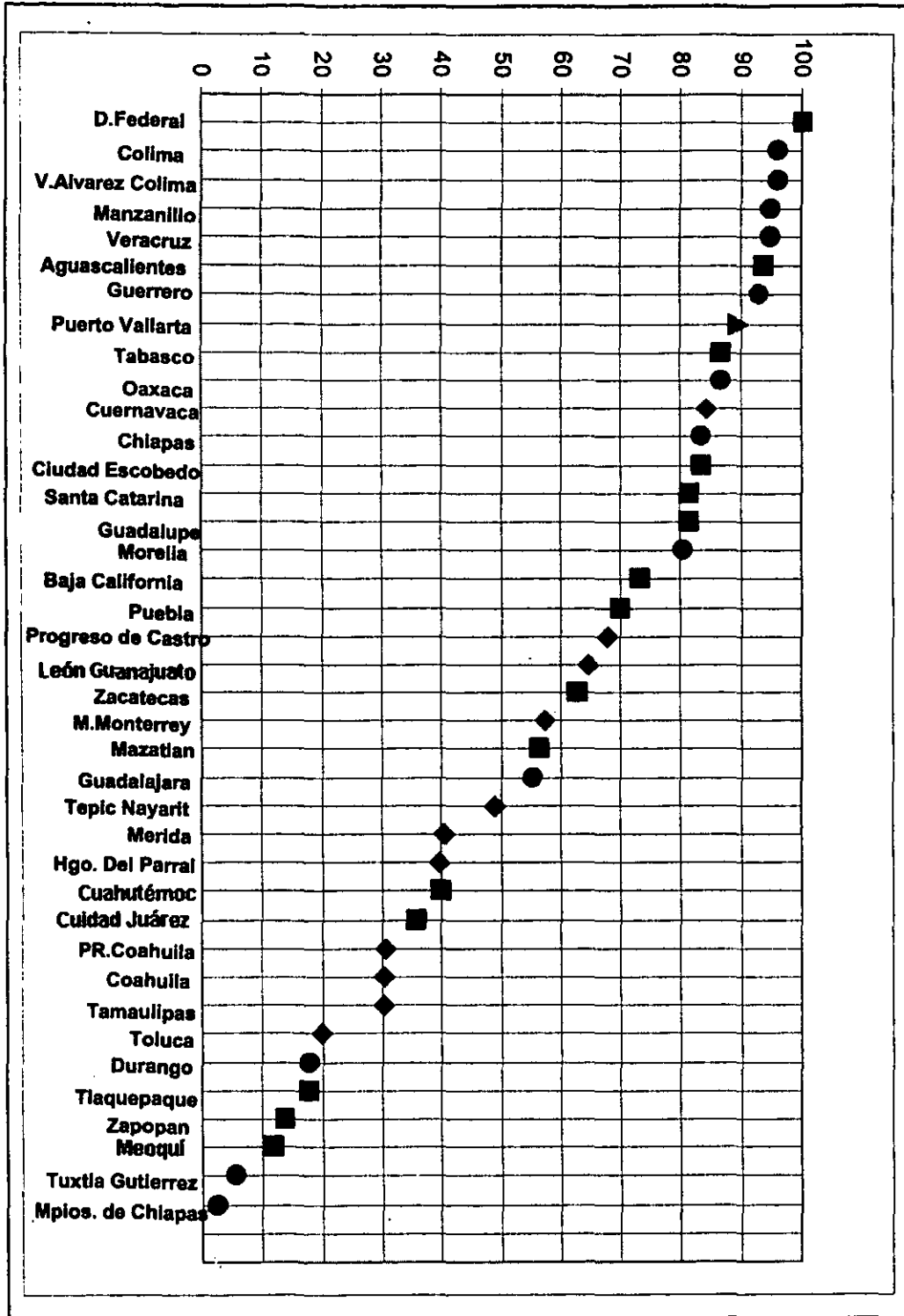
El Capítulo IX de las Construcciones Dañadas alrededor de un 40% de los Reglamentos analizados no hacen ninguna mención sobre este capítulo; en un 50% (aproximadamente) de los Reglamentos que consideran estos artículos presentan los requisitos del proyecto y la capacidad remanente del mismo.

El Capítulo X referente a las Obras Provisionales y Modificaciones no lo consideran un 40% de los Reglamentos, los que si consideran estos artículos un 50% (aproximadamente) toma en cuenta las modificaciones dentro del proyecto y un 33% requiere que las obras provisionales cumplan con los requisitos de seguridad que sus Reglamentos dispongan.

El Capítulo XI de las Pruebas de Carga considera las mismas disposiciones del RCDF en un 62% aproximadamente, el 25% no lo contiene y el 30% presenta la falta de alguno de los artículos.

4.4 MATRIZ DE CONTENIDO Y NIVEL DE COMPLETEZ

Para cada uno de los capítulos que conforman el Reglamento se asignó un puntaje adecuado de acuerdo al nivel de importancia del capítulo se elaboró de manera simplificada una Matriz de Contenido y se evaluó el nivel de completez en la que se le asigna a cada artículo un puntaje adecuado según el nivel de importancia con valores que van desde 0 a 4 y que corresponde al Capítulo VI que se refiere a Diseño sísmico, conjuntamente con el Diagnóstico General de Riesgos de cada estado atendiendo a los fenómenos geológicos como son vulcanismo, Sismicidad asignando un nivel de importancia a los estados, obteniendo así el nivel de completez de cada reglamento.



NIVEL DE COMPLETEZ DE REGLAMENTOS

4.6 PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN DE ARTICULOS DE LOS REGLAMENTOS ANALIZADOS DEL TITULO VI SEGURIDAD ESTRUCTURAL

	PORCENTAJE DE REUTILIZACIÓN DE ARTICULOS DE 39 REGLAMENTOS	NOMBRE DEL ARTICULO
CAPITULO I		
Disposiciones Generales		
Artículo No.		
172	87.18 %	Alcance del Título VI
173	74.36 %	Expedición de NTC
174	74.36 %	Clasificación de edificaciones
175	33.33 %	Zonificación Geotécnica del D.F
CAPITULO II		
Características Generales de las Edificaciones		
176	53.85 %	Proyecto Arquitectónico
177	35.90 %	Separación entre edificaciones
178	48.72 %	Fijación de Acabados
179	41.03 %	Elementos no estructurales
180	58.97 %	Anuncios
181	56.41 %	Alojamiento de instalaciones en elementos no estructurales.
CAPITULO III		
Criterios de Diseño Estructural		
182	76.92 %	Objetivo del Diseño Estructural.
183	82.05 %	Definición de Estado Límite de falla.
184	82.05 %	Definición de Estado Límite de Servicio
185	87.18 %	Acciones para Diseño.
186	82.05 %	Clasificación de Cargas
187	79.49 %	Intensidades no especificadas
188	84.62 %	Categorías de combinación de acciones.
189	69.23 %	Análisis Estructural
190	74.36 %	Definición de resistencia.
191	76.92 %	Resistencia de diseño y Factores de Resistencia
192	69.23 %	Determinación de resistencia mediante ensayos
193	76.92 %	Revisión de Estados Límite
194	76.92 %	Factores de Carga
195	61.54 %	Otros Criterios de diseño
CAPITULO IV		
Cargas Muertas		
196	89.74 %	Cargas Muertas
197	69.23 %	Incrementos de Cargas Muertas en losas.
CAPITULO V		
Cargas Vivas		
198	92.31 %	Cargas vivas
199	87.18 %	Aplicación de Cargas vivas
200	87.18 %	Cargas vivas Transitorias
201	82.05 %	Responsabilidad por cambio de uso

CAPITULO VI		
Diseño por Sismo		
202	58.97 %	Propósito del Capítulo VI
203	71.79 %	Análisis Sísmico
204	43.59 %	Muros ligados y Desligados
205	43.59 %	Zonificación Geotécnica.
206	69.23 %	Coefficiente Sísmico
207	51.28 %	Reducción de fuerzas sísmicas
208	43.59 %	Verificación de resistencia
209	53.85 %	Límites de Deformación Lateral de entrepiso
210	51.28 %	Holguras en cancelería y vidrios.
211	51.28 %	Separación entre edificaciones y de sus linderos
CAPITULO VII		
Diseño por Viento		
212	48.72 %	Edificaciones distintas a edificios.
213	61.54 %	Alcance
214	79.49 %	Consideraciones de diseño.
215	71.79 %	Características de las edificaciones
CAPITULO VIII		
Diseño de Cimentaciones		
216	74.36 %	Velocidad de diseño
217	69.23 %	Contenido del capítulo
218	82.05 %	Terreno de cimentación
219	41.03 %	Zonificación Geotécnica del D.F.
220	76.92 %	Investigación del Subsuelo
221	64.10 %	Presencia de Instalaciones y Otras Edificaciones
222	10.25 %	Hundimiento Regional
223	53.85 %	Revisión de la seguridad de cimentaciones
224	66.67 %	Estados Límite
225	58.97 %	Acciones de diseño.
226	69.23 %	Capacidad de carga del suelo
227	46.15 %	Esfuerzos y Deformaciones en la Frontera suelo-estructura
228	64.10 %	Estados Límite en excavaciones.
229	69.23 %	Muros de contención
230	53.85 %	Proceso constructivo
231	61.54 %	Memoria de diseño
CAPITULO IX		
Construcciones Dañadas		
232	61.54 %	Nivelaciones
233	53.85 %	Denuncia de daños.
234	58.97 %	Dictamen de evaluación.
235	48.72 %	Requisitos del proyecto
CAPITULO X		
Obras Provisionales y Modificaciones		
236	46.15 %	Capacidad remanente
237	66.67 %	Obras Provisionales
238	48.72 %	Modificaciones
CAPITULO XI		
Pruebas de Carga.		
239	71.79 %	Casos en que se requieren pruebas de carga
240	64.10 %	Procedimiento para realizar pruebas de carga.

REGLAMENTOS DE CONSTRUCCIONES

ESTADO	ESTATAL	MUNICIPAL	FECHA DE EMISION	ACTUALIZADO
Aguascalientes	X	Mpio. de Aguascalientes	24/08/1995	Parcialmente
Baja California	X		10/07/1976	No
Baja California Sur	X		15/11/1994	Parcialmente
Campeche		Mpio. De Campeche	28/12/1989	Parcialmente
Cochulla	X		29/12/1990	Parcialmente
	Proyecto de reglamento de construcción		02/1996	En Revisión
Colima		Mpio. De Villa de Alvarez Mpio. De Colima Mpio. De Marzanillo	27/11/1993 17/02/1990	Parcialmente Parcialmente
			08/12/1992	Parcialmente
Chiapas		Mpio. De Tuxtla Gutiérrez Mpio. De Tapachula Mpio. De San Cristobal de las Casas Mpio. De Tonalá Mpio. De Huixtla Mpio. De Arriaga Mpio. De Villa Flores Mpio de Ocozocoautla de Espinoza	01/03/1995 24/03/1971 24/03/1971 24/03/1971 " " " 06/06/1995	Parcialmente No " " " " Parcialmente
Chihuahua		Cd. Juárez Cd. Cuauhtemoc Mpio. De Chihuahua Mpio. De Hidalgo del Parral Mpio. De Meoqui	28/10/1989 Sin identificar 17/05/1995 11/06/1994 1985	Parcialmente Parcialmente Parcialmente No
Chihuahua		Cd. Juárez Cd. Cuauhtemoc Mpio. De Chihuahua Mpio. De Hidalgo del Parral Mpio. De Meoqui	28/10/1989 Sin identificar 17/05/1995 11/06/1994 1985	Parcialmente Parcialmente Parcialmente No
Distrito Federal	X		14/07/ 1993	
Durango	X	Mpio. De Durango	20/07/1969 02/09/1992	
Guanajuato		Cd. de Guanajuato y su Mpio. Cd. de León	27/04/1993 15/11/1988	Parcialmente Parcialmente
Guerrero			15/03/1996	Parcialmente
Hidalgo			01/10/1972	No
Jalisco		Mpio. De Guadalajara	02/03/1987	No
México		Mpio. De Toluca	08/12/1993	Parcialmente
Michoacán		Mpio. De Morelia	17/05/1994	Parcialmente
Morelos		Mpio. De Cuernavaca	08/05/1991	Parcialmente
Nayarit		Mpio. De Tepic Mpio. De Bahía de Banderas	02/05/1995 12/1990	Parcialmente Parcialmente
Nuevo León		Mpio. De Apodaca Mpio. General de Ecobedo Mpio. De Ciudad Guadalupe Mpio. De Santa Catarina Mpio. De Monterrey	13/11/1992 21/02/1992 11/10/1991 21/11/1991 24/08/1995	Parcialmente Parcialmente
Oaxaca	X	En trámite	20/05/1978	Revisión
Puebla		Mpio. De Puebla	22/04/1994	Parcialmente
Queretaro	X	Mpio. De Querétaro		
Quintana Roo		Mpio. De Benito Juárez Mpio. De Othon P. Blanco Mpio. De Cozumel	28/02/1991 11/01/1995 sin identificar	Parcialmente Parcialmente
	Proyectede Reglamento de Quintana Roo			
San Luis Potosi		Mpio. De San Luis Potosi	08/08/1995	Parcialmente
Sinaloa		Mpio. De Mazatlan	31/05/1995	Parcialmente
Sonora		Mpio. De Hermosillo	01/10/1987	No
Tabasco		Mpio. Del Centro Mpio. De Cárdenas Mpio. De Comalcalco Mpio. De Emiliano Zapata Mpio. De Canducan Mpio. De Huimanguillo	09/09/1995 01/02/1995 28/01/1995 08/01/1995 22/02/1995 05/04/1995	Parcialmente
Tamaulipas			13/11/1978	Parcialmente
Tlaxcala			27/10/1971	No
Veracruz	Proyecto de Reglamento del estado de Veracruz	Mpio. De Xalapa Mpio. De Córdoba	1985 1985	No En revisión No
Yucatán		Mpio. De Progreso de Castro Mpio. De Valladolid Mpio. De Mérida	21/06/1993 19712/1979 30/12/1987	Parcialmente No Parcialmente
Zacatecas			27/09/1983	

CAPÍTULO 5

DIAGNÓSTICO DEL TÍTULO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL Y PROPUESTA DE UN FORMATO DE CONTENIDO Y ACTUALIZACIÓN DEL MISMO

5.1 REQUISITOS GENERALES DEL TÍTULO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL.

El título de Seguridad Estructural es la parte técnica del Reglamento del Distrito Federal incluye disposiciones relativas a la responsabilidad que se deben de cumplir en el proyecto, ejecución y en el mantenimiento de cualquier edificación con el fin de lograr niveles de seguridad adecuados contra las fallas estructurales y garantizar así que la estructura tenga un comportamiento favorable durante algún evento importante, y durante su vida útil garantizando para los habitantes seguridad los criterios en que debe basarse la revisión de la seguridad de las mismas, los aspectos relativos al diseño de las estructuras los distintos materiales, y la cimentación, así como los que especifican la manera de tomar en cuenta los efectos de acciones como el sismo o el viento y cualquier modificación o alteración a el mismo.

5.1 A) DISPOSICIONES GENERALES

El reglamento incluye disposiciones relativas a las características del proyecto arquitectónico que inciden en la seguridad, otras que conciernen a la organización del proceso de diseño y ejecución de las obras, y que definen quienes deben ser responsables de los aspectos de seguridad estructural que aparecen en diversas etapas, así como disposiciones relativas a la verificación de calidad de materiales y a la ejecución y a la documentación del proceso.

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 se deberá aclarar que se deberá hacer uso obligatorio de la Normas Técnicas Complementarias parte del propio Reglamento.

Las Normas Técnicas complementarias se dividen en:

- 1.- Para diseño por viento.
- 2.- Para diseño por sismo.
- 3.- Para diseño y construcción de cimentaciones.
- 4.- Para diseño y construcción de estructuras de mampostería.
- 5.- Para diseño y construcción de estructuras de mampostería
- 7.- Para diseño y construcción de estructuras de madera.

Para efectos de las construcciones se clasifican en los siguientes grupos:

I.- GRUPO A Edificación cuya falla estructural podría causar la pérdida de un número elevado de vidas o pérdidas económicas o culturales provocando daños graves a la sociedad excepcionalmente altas.

II GRUPO B Edificaciones comunes destinadas a vivienda, se subdividen en:

- a) Subgrupo B1. Edificaciones de más de 30m de altura o con más de 6000m²
- b) Subgrupo B2. Las demás de este grupo.

Las primeras, por su tamaño en área construída o en altura, requiere de mayores cuidados en los aspectos de seguridad estructural, por lo que tanto para estas como para las del grupo A se exige la intervención de un Corresponsable en Seguridad Estructural, que tome las responsabilidades de las distintas partes que inciden en la Seguridad Estructural deberá por lo menos haber realizado y

revisado suficientemente a fondo estos rubros como para asegurarse y certificar que hay congruencia entre las diversas actividades y que se han seguido los criterios establecidos por este Reglamento.

La subdivisión de las construcciones del grupo B en B1 y B2 se relaciona con la exigencia de que para que las construcciones de mayor tamaño y en aquellas de alta ocupación se cuente con un Corresponsable en Seguridad Estructural y los requisitos de diseño son idénticos en los dos casos.

La zonificación incide en los coeficientes sísmicos y en otros requisitos para diseño sísmico de las construcciones, en los aspectos de mecánica de suelos así como en los que conciernen la supervisión de calidad de obra. Se imponen condiciones más estrictas de supervisión y de seguridad a las construcciones ubicadas en la zona de lago zona III, donde son más severos los efectos sísmicos y los problemas de cimentaciones. En las normas de diseño sísmico se hace una subdivisión más adecuada de estas zonas.

Se imponen requisitos de diseño estructural más estrictos en la zona de lago, los que hacen más costosa la construcción en esa zona especialmente para edificios altos. Para sistemas de construcción poco eficientes se han hecho mucho más eficientes para resistir acciones sísmicas, de manera que es antieconómico su empleo en construcciones de ciertas características.

5.1.b) CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS EDIFICACIONES.

Este apartado se refiere a los aspectos ligados al proyecto arquitectónico con esto se presenta especial atención en que los proyectos cumplan con una estructuración eficiente para que no se recurra a soluciones que no sean aptas para la seguridad de las mismas, se destaca con importancia que se consideren aquellos factores que inciden en la seguridad y se optará por evitar que existan elementos que no cumplan con el proyecto original y que puedan restringir las deformaciones consideradas como pueden ser no considerar las separaciones adecuadas y evitar choque entre las construcciones. Se evitará con esto que se recurra a soluciones no aptas y antieconómicas para proporcionar seguridad a construcciones cuya forma y distribución de elementos resistentes son poco favorables.

Los elementos estructurales que puedan afectar al comportamiento de la estructura estén definidos desde el proyecto estructural y tomados en cuenta en este y que además cualquier modificación que a ellos se haga, sea tomada en cuenta en el diseño y aprobada por el Corresponsable en Seguridad Estructural. Los más críticos de estos elementos no estructurales son los muros divisorios o de fachada, de mampostería, que se usan normalmente en las construcciones con estructura de concreto o acero; si estos elementos no se desligan de la estructura principal modifican radicalmente su rigidez y su comportamiento ante cargas laterales.

Es muy importante que la posición y condiciones de liga de estos elementos con la estructura principal sean congruentes con lo supuesto en el proyecto estructural.

5.1.c) CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL.

En este apartado se pretende que no aparezcan estados límite de falla es decir que no se presente colapso, inestabilidad, fatiga o daño irreversible durante la vida de la estructura y evitar daños de cualquier tipo ante sismos moderados, y que no se rebase ningún estado límite de servicio es decir que no se presenten flechas, desplazamientos horizontales, vibraciones y agrietamientos que causen pánico a los ocupantes o que puedan interferir en el funcionamiento de equipos e instalaciones ni daños en elementos estructurales dentro de las consideraciones mismas del diseño tomar las acciones a las que se encuentran sometidas las estructuras considerando que la magnitud de estas puede variar como:

Cargas vivas, Cargas muertas, Sismo y Viento se tomará en cuenta el efecto simultáneo de las acciones que tengan la probabilidad de ocurrir y las diferentes combinaciones de las mismas.

Los métodos utilizados de diseño son: el simplificado, estático y los dinámicos, se incluyen los requisitos de carácter general y se hace una descripción detallada de las NTC para diseño sísmico.

Se utiliza para la obtención de la acción sísmica el coeficiente sísmico C que representa el coeficiente del Cortante Basal, el cual define por la fuerza cortante horizontal, V que actúa en la base del edificio como una fracción del peso total del mismo W .

$$C = V/W$$

el coeficiente sísmico también sirve de base para la construcción de los espectros de diseño, este coeficiente varía en función de las diferentes zonas del D.F y del tipo de construcción.

Los coeficientes sísmicos par el D.F. son los siguientes:

GRUPO	ZONA		
	I	II	III
A	0.24	0.32	0.40
B	0.16	0.48	0.60

Para estructuras del grupo A se incrementa el C en 50% y por el método simplificado de análisis se aplican los coeficientes sísmicos fijados por NTC.

Las fuerzas sísmicas se reducirán en el método estático o dinámico como lo indican las NTC, los desplazamientos calculados se deberán multiplicarse por el Q correspondiente que dependerá de el tipo de estructuración y de las dimensiones de la estructura.

5.1.d) DISEÑO POR VIENTO

Las estructuras deberán diseñarse para establecer y resistir los efectos del viento de cualquier dirección horizontal. Se revisará la estabilidad ante volteo, el efecto de presiones interiores y estabilidad de cubiertas y anclajes

El diseño por viento dependerá de la velocidad de diseño asignada a la zona en que se encuentre la estructura de la altura de la edificación sobre el nivel del terreno, la topografía y de la importancia de la estructura.

5.1.e) DISEÑO DE CIMENTACIONES

Se establecen los requisitos mínimos de diseño y construcción que debe cumplir una cimentación para estos fines se considerará las características generales de las zonas en que se divide el D.F

ZONA I . Lomas formada por rocas o suelos firmes.

ZONA II. Transición formada por estratos arenosos y limoarenosos que se encuentran a 20 m, y en las que puede existir capas de arcilla lacustre intercaladas.

ZONA III. Lacustre con depósitos de arcilla altamente compresible con espesores de hasta 50 m o más.

Se verificará la seguridad de la cimentación de manera que no se presente ningún estado límite de falla y tampoco de servicio, para lograr esto se deberán cumplir con requisitos como los siguientes: la exploración adecuada al suelo se definirán los parámetros para su diseño y construcción, el análisis se menciona que se deberá tener especial atención en el proceso constructivo y llevar un control del comportamiento de la misma a través del tiempo por medio de las nivelaciones y algunos mecanismos que permitan observar el comportamiento de la misma de manera que no se rebasen los valores máximos permisibles , se deberá incluir los métodos usados de análisis y una revisión de los estados límite.

5.1.f.) CONSTRUCCIONES DAÑADAS

En este capítulo se especifica que es obligación del propietario de un inmueble denunciar los daños debidos a las cargas accidentales u otras que los hayan provocado, estos recibirán un dictamen de estabilidad y seguridad por medio de un CSE, por lo que se decidirá si se repara o no la edificación de lo contrario se debe ejecutar un proyecto de rehabilitación por medio del cual se alcancen los niveles mínimos de seguridad, establecidos en este reglamento.

5.2 PROPUESTA DE CONTENIDO Y ACTUALIZACIÓN DEL TÍTULO DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL

La propuesta de formato del Reglamento de Construcciones en la República Mexicana se encuentra en el Apéndice.

CAPÍTULO 6

RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 RESUMEN

Debido a que un Reglamento de Construcciones es el cuerpo normativo que marca los niveles mínimos de seguridad que deben tener los proyectos de edificación; el objetivo de este trabajo es elaborar una propuesta de formato único de Reglamento para el Título correspondiente a la Seguridad Estructural, de modo que los niveles de seguridad considerados en el diseño y construcción en cualquier parte de la República Mexicana resulten uniformes y congruentes con la realidad geo-económica de cada región.

Considerando que en los últimos años se ha hecho evidente un incremento notable y en ocasiones desordenado de asentamientos humanos ubicados en zonas propensas a la incidencia de fenómenos naturales, sin tener una implementación de reglamentos y normas para la construcción que vaya a la par de la explosión demográfica; se investigó e hizo, para los 32 estados de la República, una clasificación porcentual de los materiales (sólidos y precarios) utilizados en muros y techos de las edificaciones con objeto de tratar de relacionar este concepto con el nivel de vulnerabilidad de las mismas ante los eventos perturbadores. Además, se trata de establecer una relación comparativa entre los niveles porcentuales de material precario empleado en las viviendas para cada región, con los respectivos coeficientes de diseño por sismo, así como con las velocidades de diseño por viento; esto con el objeto de establecer la relación entre vulnerabilidad y peligro.

De el estudio vulnerabilidad-peligro mencionado y considerando como evento perturbador al sismo, se obtuvieron cinco casos importantes a mencionar: 1) estados con coeficiente sísmico (peligro) alto y porcentaje de vivienda precaria (vulnerabilidad) alto, como fue Guerrero; 2) estados con un coeficiente sísmico bajo y porcentaje de vivienda precaria alta, como Chiapas y Michoacán; 3) estados con coeficiente sísmico medio y porcentaje de vivienda precaria media como Puebla, el Municipio de Cuernavaca, Aguascalientes, Colima y Nayarit; 4) estados con coeficiente sísmico bajo y porcentaje de vivienda precaria medio, como Jalisco; y, 5) estados con coeficiente sísmico bajo y porcentaje de vivienda precaria bajo, como el Estado de México, Yucatán y Nuevo León.

Considerando como evento perturbador al viento se detectaron dos casos a mencionar: 1) estados con velocidades de viento (peligro) altas y porcentajes de material precario en techos (vulnerabilidad) alta, como el estado de Chiapas, Oaxaca y Veracruz; y, 2) estados con bajas velocidades de viento y porcentajes bajos de material precario en techos como el estado de Chihuahua, Tamaulipas, Tabasco, los municipios de Manzanillo e Hidalgo del Parral.

Posteriormente se evaluó el Nivel de Completez que guardan los Reglamentos de diferentes partes de la República Mexicana, comparándolos con el formato del Reglamento de las Construcciones para el Distrito Federal. Para cada uno de los Capítulos que conforman el Reglamento se asignó un puntaje de acuerdo al nivel de importancia del capítulo, elaborándose una matriz de completez clasificando el Reglamento del Distrito Federal como el que cumple con el 100% de completez.

Finalmente se obtuvo una función denominada Índice o factor de vulnerabilidad, en donde se observan claramente los estados identificados como de riesgo alto, concluyendo que en aquellos estados que tengan un índice alto se revise y actualice su reglamento de manera que este concuerde también con las necesidades de los asentamientos de vivienda de bajo costo (incluyendo autoconstrucción), tratando que se construya en un marco en el que se satisfagan las necesidades de la sociedad de manera óptima, económica y segura.

Del estudio diagnóstico de Reglamentos en la República Mexicana, se detectaron factores que se consideran importantes para la conformación del formato reglamentario general, y que se plantean y explican en el Capítulo IV del presente trabajo.

6.2 CONCLUSIONES

Se ha revisado el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y algunos Reglamentos de Construcciones de algunos estados de la República. A medida que evolucionan los medios de información ahora existen más herramientas para determinar el Índice de Vulnerabilidad de algún estado ó municipio pero siguen sin tomarse en cuenta algunos factores que son importantes para su actualización como pueden ser: su población; el tipo de materiales que utilizan en sus viviendas; los fenómenos a los que se puede ver afectado, que pudieran ser eventos sísmicos o vientos fuertes; el Nivel de Completez de su Reglamento otras características del estado en cuanto a el tipo de materiales que se utilizan y el comportamiento de los mismos.

Con todos estos elementos se puede identificar mejor cuáles son los estados que presentan un nivel de vulnerabilidad alto y cuales se pueden encontrar sometidos a un nivel de riesgo alto.

De manera general se puede decir que la mayoría de los reglamentos en la República Mexicana presentan un Nivel de Completez inadecuado y la utilización de artículos a nivel del Título de Seguridad Estructural es regular en casi todos los capítulos.

Del estudio diagnóstico que se realizó se detectaron los siguientes aspectos que son de suma importancia para el Título Sexto de Seguridad Estructural:

- En General se detectó que varios reglamentos no cuentan con Normas Técnicas Complementarias, no incluyen una Zonificación Geotécnica, los requisitos para el Proyecto Arquitectónico y los Criterios de Seguridad Estructural son bajos en la mayoría de los reglamentos.
- La mayoría de los reglamentos consideran el diseño Los Estados Límite de Desplazamientos, establecen las Acciones para Diseño y, específicamente para el Capítulo VI se refiere a un procedimiento de Diseño por Sismo.
- También establecen las condiciones mínimas para los coeficientes sísmicos de diseño y la separación entre edificaciones y sus linderos.
- Presentan las condiciones de Diseño de Cimentaciones y los procedimientos de cálculo y verificación del nivel máximo admisible para los Hundimiento Regional.

6.3 RECOMENDACIONES

Mediante algunos programas que pudiera realizar los Gobiernos Federal y Estatales, junto con las Universidades, Institutos y Dependencias de Investigación, se recomienda promover la formación de cuadros técnicos que Revisen y Actualicen los Reglamentos que se encuentren incompletos y que presentan un Nivel de completez bajo. Mediante este trabajo se pretende dar una visión del grado de actualización de los reglamentos a nivel nacional promoviendo que estas actualizaciones correspondan cada vez más con la realidad geo-económica del estado.

Es importante contemplar que el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, desde su versión de 1976, ha adoptado en su parte de seguridad estructural, el formato de estados límite que coinciden con los criterios de diseños por desempeño que ahora se están promoviendo e incorporando lentamente en los reglamentos de otros países.

REFERENCIAS

- 1.- Meli Piralla Roberto Diseño Estructural, 1993, Editorial Limusa.
- 2.- Colegio de Ingenieros Civiles de México A.C. Revista de Ingeniería Civil .
Febrero 2000 No. 370.
- 3.- Memorias del Simposium Internacional. Seguridad Sísmica en la Vivienda
Económica, Febrero
1991, México.
- 4.- Eibenschtz Hartman Bases para la Plantación del Desarrollo Urbano en la Ciudad de México ,
Tomo I Universidad Autónoma Metropolitana 1999
- 5.- Eibenschtz Hartman Economía y Sociedad en la Metrópoli,
Universidad Autónoma Metropolitana, 1999.
- 6.- Comisión Federal de Electricidad Manual de Diseño de Obras Civiles.
- 7.- INEGI Características de la vivienda , Tabulados Temáticos XI Censo General de Población
y vivienda 1990.
- 8.- Roberto Meli 2000 VI Simposio Nacional de Ingeniería sísmica Actualización de las Normas
Técnicas Complementarias para Diseño Sísmico. Instituto de Ingeniería
- 9.- M.I. Tomás A. Sánchez Pérez Reglamentos de Construcciones en la República Mexicana,
Centro Nacional de Prevención de Desastres , CENAPRED.
Av. Delfín Madrigal No. 665.
- 10.- Gilmore Terán Amador , Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco
Depto. De Materiales Av. San Pablo No. 180 C.P.02200 col. Reynosa, México
D.F.
- 11.- Comisión Federal de electricidad Manual de Viento C.F.E
- 12.- Ingenieros Civiles Asociados Experiencias Derivadas del Sismo de 1985 ICA
- 13.- SEDESOL, Guía para la elaboración , revisión y actualización de disposiciones
sobre Reglamentos de Construcción", México 1994.
- 14.- Instituto de Ingeniería, Comentarios al Título Sexto de Seguridad Estructural de las
Construcciones del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, Diciembre 1991.
- 15.- Reglamento de Construcciones de 1920.
- 16.- Reglamento de Construcciones de 1942.
- 17.- Normas de Emergencia de 1957.
- 18.- Reglamento de Construcciones de 1976.
- 19.- Reglamento de Construcciones de 1987.
- 20.- "Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal", México, 1997.
- 21.- Bando y Reglamento del Municipio de Aguascalientes, 1995.
- 22.- Reglamento de la Ley de Edificaciones del Estado de Baja California , 1976,
(Estatal)
- 23.- Reglamento de Construcción para el Estado de Baja California Sur, 1994, (Estatal)
- 24.- Reglamento de Construcción para el Municipio de Campeche.
- 25.- Ley de Construcciones para el Estado de Coahuila, 1990, (Estatal).
- 26.- Proyecto de Reglamento de Construcciones para el Estado de Coahuila, 1996,
(Estatal)
- 27.- Reglamento de Desarrollo Urbano y Seguridad Estructural para el Municipio de
Villa de Alvarez, 1993.
- 28.- Reglamento de Desarrollo Urbano y Seguridad Estructural para el Municipio de Colima, 1990.
- 29.- Reglamento de Desarrollo Urbano y Seguridad del H. Ayuntamiento Constitucional de
Manzanillo.
- 30.- Reglamento de Construcción de Servicios Urbanos, 1971.
- 31.- Proyecto del Reglamento de construcción para el Estado de Chiapas (Doc.
Preliminar) (Estatal).
- 32.- Reglamento de Construcción para el Municipio de Tuxtla Gutiérrez, 1993.
- 33.- Reglamento de Construcción de Ciudad Juárez, 1989.
- 34.- Reglamento de Construcción de Ciudad Cuauhtémoc.
- 35.- Reglamento de Construcción para el Municipio de Chihuahua.
- 36.- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal

- 37.-Reglamento para las Construcciones y Servicios Urbanos en el Estado de Durango, 1969, (Estatal).
- 38.-Reglamento de Construcciones para le Municipio de Durango, 1993.
- 39.-Reglamento de Construcciones para la Ciudad de León, 1989.
- 40.-Reglamento de Construcción del Municipio de Irapuato, 1995.
- 41.-Reglamento de Construcción para la ciudad de San Francisco del Rincón, 1991.
- 42.-Reglamento de Construcción del Municipio de Celaya
- 43.-Reglamento de Construcción y conservación de la Fisonomía para la Capital del Estado de Guanajuato y su Municipio.
- 44.-Reglamento de Construcciones para los Municipios del Estado de Guerrero, 1994, (Estatal).
- 45.-Ley sobre Obras Públicas Construcciones y Agua Potable, 1972, (Estatal).
- 46.-Reglamento de Construcción para el Municipio de Guadalajara Jalisco, 1987.
- 47.-Reglamento de Construcción de Tlaquepaque Jalisco, 1995.
- 48.-Reglamento de Construcciones y Desarrollo Urbano del Municipio de Zapopan, Jalisco, 1987.
- 49.-Reglamento de Construcción de Inmuebles en Condominio en el Municipio de Toluca, 1993.
- 50.-Reglamento de Construcción de los Servicios Urbanos para el Municipio de Morelia, 1994.
- 51.-Reglamento de Construcción para el Municipio de Cuernavaca, 1991.
- 52.-Reglamento de Construcción, Desarrollo Náutico Turístico Nuevo Vallarta.
- 53.-Reglamento de Construcción y Seguridad Estructural para el Municipio de Tepic, 1995.
- 54.-Reglamento de Desarrollo urbano y Construcción para el Municipio de Bahía Banderas, 1990.
- 55.-Reglamento de Obras Públicas y Construcción del Municipio de Apodaca, 1992.
- 56.-Reglamento de Construcción de Ciudad General Escobedo, 1992.
- 57.-Reglamento de Construcción del Municipio de Guadalupe, 1991.
- 58.-Reglamento de Construcción del Municipio de Santa Catarina, 1991.
- 59.-Reglamento para las Construcciones en el Municipio de Monterrey.
- 60.-Reglamento de Construcciones para el Estado de Oaxaca, 1978, (Estatal).
- 61.-Reglamento de Construcción para el Municipio de Puebla, 1994.
- 62.-Reglamento de Construcción y de los Servicios Urbanos para el Municipio de Querétaro, 1991.
- 63.-Reglamento de Construcción y de los Servicios Urbanos para el Municipio de Benito Juárez del Edo. De Quintana Roo, 1991.
- 64.-Reglamento de Desarrollo Urbano y Seguridad Estructural del Municipio de Othon P. Blanco.
- 65.-Proyecto de Reglamento de construcción para el Municipio de Cozumel.
- 66.-Reglamento de Construcciones del Municipio de San Luis Potosí, 1995.
- 67.-Reglamento de Construcción del H. Ayuntamiento de Mazatlán, 1995.
- 68.-Reglamento de Construcción para el Municipio de Hermosillo, 1987.
- 69.-Reglamento de Construcción del Municipio de Cárdenas, 1995.
- 70.-Reglamento de Construcciones del Municipio de Comalcalco, Edo. De Tabasco, 1995.
- 71.-Reglamento de Construcciones del Municipio de Emiliano Zapata, 1995.
- 72.-Reglamento de Construcciones del Municipio de Cunduacan, 1995.
- 73.-Reglamento de Construcciones del Municipio de Huimanguillo, 1995.
- 74.-Reglamento de Construcciones para el Estado de Tamaulipas, 1978, (Estatal).
- 75.-Ley Reglamentaria de las Construcciones en el Estado de Tlaxcala, 1971, (Estatal).
- 76.-Reglamento de Construcciones para el Municipio de Progreso de Castro, 1993.
- 77.-Reglamento de Construcciones del Municipio de Valladolid.
- 78.-Reglamento de Construcciones del municipio de Mérida.
- 79.-Reglamento y Normas Técnicas para la Construcción en el Estado de Zacatecas, 1989, (Estatal).

**PROPUESTA DE FORMATO PARA EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES
FORMATO 6. SEGURIDAD ESTRUCTURAL**

Estado	México DF.	Clave:	RCDF-F6
Localidad:			
Título	Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal		
Fecha de expedición	2000		

Título	Nombre	Capítulo	Tema	Sección	Artículo	DESCRIPCION
VI		I	Disposiciones Generales		1	Alcance del 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. Describe el uso de libro de bitácora.
					2	Expedición de Normas Técnicas Complementarias (NTC). El Estado y los Ayuntamientos expedirán las NTC para definir los requisitos específicos de los materiales y sistemas estructurales, así como los procedimientos de diseño ante acciones particulares. En el caso de que no expidan NTC deberá aclarar en cuáles utilizan como apoyo.
					3	Clasificación de las edificaciones: I.- Grupo A. Aquellas cuyo funcionamiento es esencial a raíz de una emergencia urbana, así como construcciones que tengan sustancias tóxicas o explosivas. II.- Grupo B. Construcciones comunes (viviendas, oficinas y locales comerciales) y aquellas construcciones comerciales e industriales no incluidas en el grupo A, se subdividen en: a).- Subgrupo B1. Construcciones con más de 25 metros de altura o más de 6000 m ² de área total construida, ubicadas en las zonas I y II, y construcciones de más de 15 metros de altura o 3000 m ² de área total construida en zona III. b).- Subgrupo B2. Los demás de este grupo.
6		II	Características Generales de las Edificaciones.		4	Proyecto arquitectónico. Este proyecto deberá permitir una estructuración eficiente para resistir las acciones que puedan afectar a la estructura con especial atención a los efectos sísmicos.
					5	Separación entre edificaciones. De debe respetar la separación entre edificaciones y sus linderos según el artículo 41 y se especificarán dichas distancias en planos. Los espacios entre construcciones vecinas y las juntas de construcción deberán quedar libres de toda obstrucción.
					6	Fijación de recubrimientos. Los acabados y recubrimientos cuyo desprendimiento pueda ocasionar daños a los ocupantes de la construcción, deberán fijarse mediante procedimientos aprobados por el DRO o el CSE en su caso.
					7	Elementos no estructurales. Los elementos no estructurales que puedan restringir las deformaciones de la estructura, o que tengan un peso considerable, deberán ser aprobados en sus características y forma de fijación por el DRO y por el CSE en obras en que este sea requerido. El mobiliario, los equipos y otros elementos cuyo volteo o desprendimiento pueda ocasionar daños físicos o materiales, deben fijarse para evitar dichos daños.
					8	Instalación de anuncios. Estos deberán ser diseñados estructuralmente especialmente contra efectos de viento, deberán diseñarse sus apoyos fijándose a la estructura principal y revisarse su efecto en la estabilidad de dicha estructura, aprobados y firmados por el DRO o CSE en su caso. Toda persona física o moral que pretenda llevar a cabo la instalación de cualquier tipo de anuncio en la vía pública, deberán solicitar permiso al Municipio o Ayuntamiento para su instalación y su diseño deberá apegarse a lo que dicten las NTC.

**PROPUESTA DE FORMATO PARA EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES
FORMATO 6. SEGURIDAD ESTRUCTURAL**

Estado	México DF.	Clave:	RCDF-F6
Localidad:			
Título	Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal		
Fecha de expedición	2000		

Título	Nombre	Capítulo	Tema	Sección	Artículo	DESCRIPCIÓN
					9	Alojamiento de instalaciones en los elementos no estructurales. Cualquier perforación o alteración en un elemento estructural para alojar ductos o instalaciones deberá ser aprobado por el DRO o CSE quienes autorizarán los planos de detalle. No se permitirá que las instalaciones de gas, y drenaje crucen juntas constructivas de un edificio, a menos que se provean de conexiones o de tramos flexibles.
6		III	Criterios de Diseño Estructural		10	Objetivos del diseño estructural. Toda estructura y cada una de las partes deberán diseñarse para cumplir los siguientes requisitos. I.- Tener seguridad adecuada contra la aparición de todo estado límite de falla posible ante las combinaciones de acciones más desfavorables. II.- No rebasar ningún estado límite de servicio ante combinaciones de acciones que correspondan a condiciones normales de operación.
					11	Definición de estado límite de falla: Se considerará cualquier situación que corresponda al agotamiento de la carga de la estructura o de cualquiera de sus componentes, incluyendo a la cimentación o presencia de daños irreversibles que afecten significativamente la resistencia ante aplicaciones nuevas de carga. Los estados límite se establecen en las NTC.
					12	Definición de estado límite servicio. Se considerará la ocurrencia de desplazamientos, agrietamientos, vibraciones o daños que afecten el correcto funcionamiento de la construcción sin perjudicar su capacidad de carga. Se consideran cumplida la revisión de los estados límites de deformaciones si no excede los siguientes valores. $\Delta v = \text{claro}/240 + 0.5 \text{ cm}$ cuando no se afecten elementos no estructurales $\Delta v = \text{claro}/480 + 0.3 \text{ cm}$ cuando si se afecten $\Delta h = h \text{ entrepiso}/500$ cuando existan elementos estructurales susceptibles de dañarse $\Delta h = h \text{ entrepiso}/250$ para otros casos En el caso de cálculo de flechas, cuando existan voladizos el valor del claro se duplica. Adicionalmente se respetarán los estados límite de servicio de la cimentación y los relativos al diseño sísmico.
					13	Acciones para diseño. Deben tomarse en cuenta los efectos de las cargas muertas, de las cargas vivas, del sismo y del viento cuando este último sea significativo. Cuando sean significativos deben tomarse en cuenta los efectos producidos por otras acciones.
					14	Clasificación de cargas. Se consideran tres categorías: I.- Acciones permanentes. Actúan en forma continua sobre la estructura y cuya intensidad varía poco con el tiempo. II.- Acciones variables. Son aquellas cuya intensidad varía significativamente con el tiempo. III.- Acciones accidentales. Aparecen durante lapsos breves de tiempo y alcanzan intensidades significativas.
					15	Consideración de acciones no especificadas.

**PROPUESTA DE FORMATO PARA EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES
FORMATO 6. SEGURIDAD ESTRUCTURAL**

Estado	México DF.	Clave:	RCDF-F6
Localidad:			
Título	Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal		
Fecha de expedición	2000		

Título	Nombre	Capítulo	Tema	Sección	Artículo	DESCRIPCIÓN
						<p>I.- Para acciones permanentes. Se tomará en cuenta la variabilidad de las dimensiones de los elementos, de los pesos volumétricos y de las propiedades relevantes de los materiales se dará un valor máximo probable de la intensidad y si el efecto es favorable a la estabilidad de la estructura se determinará un valor mínimo probable de intensidad.</p> <p>II.- Para acciones variables. Se determinarán las intensidades siguientes:</p> <p>a).- Intensidad máxima. Es el valor máximo probable durante la vida esperada de la construcción, se empleará para la combinación con los efectos de acciones permanentes</p> <p>b).- Intensidad instantánea. Es el valor máximo probable en el lapso en que pueda presentarse una acción accidental, como el sismo, y se emplea para combinación de acciones accidentales o más de una acción variable.</p> <p>c).- Intensidad media. Se estimará como el valor medio que puede tomar la acción en un lapso de varios años y se empleará para efectos a largo plazo.</p> <p>En todos los casos de combinación los efectos de todas las acciones deberán multiplicarse por los factores de carga apropiados.</p>
					16	<p>Verificación de la seguridad de la estructura. La seguridad deberá verificarse por el responsable de obra para el efecto combinado de todas las acciones que tengan la probabilidad de ocurrir simultáneamente.</p> <p>I.- Para combinaciones que incluyan acciones permanentes y variables, tomándose en cuenta todas las cargas, la más desfavorable con su intensidad máxima y el resto con la mínima, o bien todas ellas con su intensidad media cuando se trate de evaluar efectos a largo plazo.</p> <p>II.- Para las combinaciones que incluyan acciones permanentes, variables y accidentales, se consideran todas las acciones permanentes, las variables con sus valores instantáneos y únicamente una acción accidental en cada combinación.</p> <p>En todos los casos los efectos de las acciones deben afectarse por los factores correspondientes.</p>
					17	<p>Fuerzas internas de la estructura. Se determinarán mediante un análisis estructural realizado con un método reconocido que tome en cuenta las propiedades de los materiales ante los tipos de carga.</p>
					18	<p>Definición de resistencia. Es 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 de sus componentes.</p>
					19	<p>Resistencia de diseño y factores de resistencia. Los procedimientos para la determinación de estos, correspondientes a los materiales y sistemas constructivos más comunes se establecerán en las NTC de este reglamento. En casos no comprendidos en las NTC, la resistencia se determinará con procedimientos analíticos basados en evidencia teórica y experimental. Cuando se siga un procedimiento no establecido en las NTC, los Municipios o Ayuntamientos podrán 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.</p>
					20	<p>Capacidad de resistencia. Se determinará por medio de ensayos, simulando en modelos físicos el efecto de las combinaciones para obtener las condiciones más desfavorables. 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 no estructurales.</p>

**PROPUESTA DE FORMATO PARA EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES
FORMATO 6. SEGURIDAD ESTRUCTURAL**

Estado	México DF.	Clave:	RCDF-F6
Localidad:			
Título	Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal		
Fecha de expedición	2000		

Título	Nombre	Capítulo	Tema	Sección	Artículo	DESCRIPCIÓN																																
					21	<p>Revisión de estados límite. Para cualquier estado límite de falla la resistencia de diseño deberá ser mayor ó igual al efecto de las acciones que intervengan en la combinación de cargas en estudio multiplicados por los factores de carga correspondientes. También se revisará que bajo el efecto de las posibles combinaciones de acciones sin multiplicar por los factores de carga no se rebase algún estado límite de servicio.</p>																																
					22	<p>Factores de carga. I.- Para combinaciones de acciones clasificadas en la fracción I del art. 16, se aplicará 1.4. Cuando se trate de estructuras que soporten pisos en los que pueda haber aglomeración de personas, el factor se tomará igual a 1.5. II.- Para combinación de acciones clasificadas en la fracción II del art. 16, se aplica 1.1. III.- Para acciones o fuerzas internas cuyo efecto sea favorable para la estructura, se toma 0.9. IV.- Para revisión de estados límites de servicio se tomará en todos los casos un factor de carga unitario.</p>																																
					23	<p>Otros criterios de diseño. El Municipio o Ayuntamiento los aceptará si se justifica que los procedimientos de diseño empleados dan lugar a niveles de seguridad no menores de los que se obtengan empleando este ordenamiento.</p>																																
		IV	Cargas Muertas		24	<p>Cargas muertas. Se consideran como tales el peso de todos los elementos permanentes en una edificación, cuando las cargas favorezcan la estabilidad estructural, se usarán valores mínimos probables.</p>																																
					25	<p>Incrementos de carga muerta en losas. El peso de las losas se incrementa en 20 kg/m² cuando sea colada en el lugar. Cuando se coloque sobre la losa una capa de mortero el peso se incrementará en 20 kg/m². Estos no se aplican cuando el efecto de la carga es favorable a la estabilidad de la estructura.</p>																																
		V	Carga Vivas		26	<p>Cargas vivas. Son aquellas fuerzas que se producen por el uso y ocupación de las edificaciones y que no tienen carácter permanente.</p>																																
					27	<p>Aplicación de cargas vivas. I.- La carga viva máxima Wm se empleará para diseño estructural por fuerzas gravitacionales y de cimentación para calcular asentamientos inmediatos en suelos. II.- La carga instantánea Wa se deberá usar para el diseño sísmico y por viento. III.- La carga media W se emplea para el cálculo de asentamientos y flechas diferidas. IV.- Cuando la carga viva sea favorable para la estabilidad de la estructura, como en el caso de problemas de flotación, volteo y de succión, su intensidad se considerará nula sobre el área. V.- Las cargas uniformes de la tabla se considerarán distribuidas sobre el área tributaria de cada elemento.</p> <p>Tabla de CV más usadas (kg/m²):</p> <table border="1"> <tr> <td>Destino</td> <td>W</td> <td>Wa</td> <td>Wm</td> </tr> <tr> <td>Habitación</td> <td>70</td> <td>90</td> <td>170</td> </tr> <tr> <td>Oficinas</td> <td>100</td> <td>180</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>Pasillos</td> <td>40</td> <td>150</td> <td>350</td> </tr> <tr> <td>Estadios</td> <td>40</td> <td>350</td> <td>450</td> </tr> <tr> <td>Templos</td> <td>40</td> <td>250</td> <td>350</td> </tr> <tr> <td>Bodegas</td> <td>0.8W</td> <td>0.9W</td> <td>W</td> </tr> <tr> <td>Azóteas</td> <td>15</td> <td>70</td> <td>100</td> </tr> </table> <p align="right">pendiente < 5%</p>	Destino	W	Wa	Wm	Habitación	70	90	170	Oficinas	100	180	250	Pasillos	40	150	350	Estadios	40	350	450	Templos	40	250	350	Bodegas	0.8W	0.9W	W	Azóteas	15	70	100
Destino	W	Wa	Wm																																			
Habitación	70	90	170																																			
Oficinas	100	180	250																																			
Pasillos	40	150	350																																			
Estadios	40	350	450																																			
Templos	40	250	350																																			
Bodegas	0.8W	0.9W	W																																			
Azóteas	15	70	100																																			

**PROPUESTA DE FORMATO PARA EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES
FORMATO 6. SEGURIDAD ESTRUCTURAL**

Estado	México DF.	Clave:	RCDF-F6
Localidad:			
Título	Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal		
Fecha de expedición	2000		

Título	Nombre	Capítulo	Tema	Sección	Artículo	DESCRIPCION															
						<table border="0"> <tr> <td></td> <td>5</td> <td>20</td> <td>40 *</td> <td>pendiente > 5%</td> </tr> <tr> <td>Volados</td> <td>15</td> <td>70</td> <td>300**</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Garage</td> <td>40</td> <td>100</td> <td>250***</td> <td></td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> Se considera una carga adicional de 100 kg/m para el diseño de pretilas y barandales. <p>** En el fondo de los valles de techos inclinados se considera una carga debida al granizo, de 30 kg por cada metro cuadrado de proyección horizontal del techo que desague hacia el valle. *** Mas una concentración de 1500 kg en el lugar más desfavorable del miembro estructural que se trate.</p>		5	20	40 *	pendiente > 5%	Volados	15	70	300**		Garage	40	100	250***	
	5	20	40 *	pendiente > 5%																	
Volados	15	70	300**																		
Garage	40	100	250***																		
					28	<p>Cargas vivas durante la construcción. Durante el proceso de construcción deberán considerarse cargas transitorias que puedan producirse (materiales, trabajadores o equipo).</p>															
					29	<p>Cargas de vibración. Aquellos edificios o estructuras con elevadores, o cuyo destino o uso tenga maquinaria o cargas móviles que produzcan vibración o fuerzas de impacto, deberán diseñarse para resistir dichas fuerzas de acuerdo con lo siguiente:</p> <p>a).- Deberá considerarse que las cargas de impacto para elevadores incrementan en un 100% el peso del elevador, y los soportes estructurales se diseñarán de acuerdo a sus límites de deflexión. b).- Las cargas de impacto para maquinaria de tipo rotativa deberán ser no menos que 20% mayores que el peso propio de la máquina, y las cargas de impacto para maquinaria de tipo recíproco deberán ser no menos que 50% mayores que el peso de la máquina, en ningún caso las cargas de impacto serán menores que las recomendadas por el fabricante de la maquinaria. c).- Las cargas estáticas de diseño para grúas viajeras deberán ser incrementadas de acuerdo con las siguientes consideraciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> Fuerza vertical igual al 25% de la carga máxima de las ruedas. Fuerza longitudinal igual al 10% de la carga máxima de las ruedas aplicadas a la parte superior de cada riel. Fuerza transversal igual al 10% de la suma de la capacidad de la grúa y el peso del conjunto del gancho cargador aplicados en la parte superior de cada riel. <p>d).- En donde existan balcones o secciones de piso suspendidas de los miembros estructurales, la carga de diseño para los colgantes deberá incrementarse en un 33% como factor de impacto.</p>															
		VI	Diseño por Sismo		30	<p>Cargas de nieve. En las ciudades donde se presente este fenómeno se diseñará por cargas de nieve. La carga mínima de nieve para el diseño de techos tanto ordinarios como de series múltiples, ya sean planos inclinados o curvos, se tomará de acuerdo a la intensidad con que se presente este fenómeno, el cual varía en cada estado de la República Mexicana. Los coeficientes básicos para carga de nieve C_s, se tomarán como 0.80 y se incrementarán o reducirán de conformidad con las siguientes condiciones:</p> <p>a).- Carga reducida debida al deslizamiento de nieve en techos con pendientes que excedan de 30 grados. b).- Carga incrementada debido a la acumulación no uniforme en techos inclinados o curvos. c).- Carga incrementada en los valles formados por series múltiples de techos. d).- Carga incrementada debido al deslizamiento de nieve desde techos con pendiente hacia áreas adyacentes. e).- Carga incrementada en los niveles inferiores de techos de varios niveles y sobre áreas adyacentes a proyecciones de techos, debida a acumulamiento de nieve movida por el viento.</p>															

**PROPUESTA DE FORMATO PARA EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES
FORMATO 6. SEGURIDAD ESTRUCTURAL**

Estado	México DF.	Clave:	RCDF-F6
Localidad:			
Título	Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal		
Fecha de expedición	2000		

Título	Nombre	Capítulo	Tema	Sección	Artículo	DESCRIPCION
						Se anexa tabla que muestra la distribución de cargas de nieve y los coeficientes para diferentes tipos de techos.
					31	Cambio de uso. El propietario será responsable de los perjuicios que ocasionen el cambio de uso de una construcción.
		VI	Diseño por Sismo		32	Propósito del capítulo. Este capítulo establece las bases y requisitos generales mínimos de diseño para que las estructuras tengan seguridad adecuada ante efectos de los sismos.
					33	Análisis sísmico. 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 NTC y se combinarán con los efectos de fuerzas gravitacionales y de las otras acciones que correspondan según los criterios de el capítulo III de este título. De acuerdo a las características de la estructura, ésta se analizará por sismo mediante el método simplificado, estático o uno de los dinámicos que describan las NTC. Se tomará en cuenta la rigidez de todo elemento, estructural o no, que sea significativa, incluyendo efectos de flexión, fuerza cortante, axial y de torsión de los elementos, así como los efectos de segundo orden. Para el diseño de todo elemento que contribuya en más de 35% a la capacidad total en fuerza cortante, momento torsionante o de volteo, se adoptarán factores de resistencia 20% inferiores a los que les corresponderían.
					34	Muros divisorios. I.- Los muros que contribuyan a resistir fuerzas laterales se ligarán adecuadamente a los marcos estructurales en todo el perímetro del muro, tomándose en cuenta su rigidez para el análisis sísmico y se verificará la resistencia de acuerdo con las normas correspondientes. 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. Estos muros serán de materiales muy flexibles.
					35	Zonificación geotécnica. En cada estado se considerarán los siguientes tipos de terreno atendiendo a su rigidez: Tipo I. Terreno firme tal como tepetate, arenisca medianamente cementada, arcilla muy compacta. Se incluye la roca basal. Tipo II. Suelo de baja rigidez, tal como arenas no cementadas o limos de mediana o alta compacidad. Depósitos aluviales. Tipo III. Arcillas blandas muy compresibles. Depósitos de barros en las costas. El tipo de terreno al que corresponde un predio se determinará a partir de investigaciones que se realicen del subsuelo de dicho predio.
					36	Coefficiente sísmico. El coeficiente sísmico, $C = V_b/W_T$ Existe una tabla de coeficientes sísmicos en la cual se asigna un valor que depende del tipo de construcción y la zona en la que se encuentre. En el caso de que se utilice el método simplificado de análisis, se aplicarán los coeficientes que fijen las NTC. Para las estructuras del grupo A se incrementará el coeficiente sísmico en 50%. Para diseño por sismo en algunos Estados de la República se presentan relaciones entre intensidades sísmicas y sus periodos de recurrencia, las cuales se expresan mediante mapas de aceleraciones máximas correspondientes al tipo de terreno y al tipo de estructura.

**PROPUESTA DE FORMATO PARA EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES
FORMATO 6. SEGURIDAD ESTRUCTURAL**

Estado	México DF.	Clave:	RCDF-F6
Localidad:			
Título	Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal		
Fecha de expedición	2000		

Título	Nombre	Capítulo	Tema	Sección	Artículo	DESCRIPCION
					37	Reducción de fuerzas sísmicas. Podrán reducirse las fuerzas sísmicas calculadas, empleando para ello los criterios que fijen las NTC, en función de las características estructurales y del terreno. Los desplazamientos calculados deben multiplicarse por el factor de comportamiento sísmico que marquen las normas. Los coeficientes que especifiquen las NTC tomarán en cuenta las reducciones que procedan por los conceptos mencionados.
					40	Verificación de resistencia. Se verificará tanto que a estructura como su cimentación resistan las fuerzas cortantes, momentos torsionantes de entrepiso y de volteo inducidos por sismo, combinados con los que correspondan a otras solicitudes y afectados del correspondiente factor de carga.
					41	Límites de desplazamiento lateral de entrepiso. Las diferencias entre los desplazamientos no excederá a 0.006 veces la diferencia de elevaciones correspondientes, cuando los elementos incapaces de soportar deformaciones apreciables, están separados de la estructura principal de manera que no sufran daños por deformaciones de ésta el límite será 0.012.
					42	Holguras en cancelería y vidrios. La colocación de vidrios en los marcos con la estructura serán tales que las deformaciones de ésta no afecten a los vidrios.
					43	Separación entre edificaciones. Toda construcción 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, este desplazamiento se multiplicará por el factor marcado por las normas, aumentándose en 0.001, 0.003 o 0.006 de la altura de dicho nivel sobre el terreno en las zonas I, II o III respectivamente. Cuando se emplee el método simplificado de análisis sísmico, la separación no debe ser en ningún nivel menor de 5 cm ni menor de la altura del nivel multiplicado por 0.007, 0.009 o 0.012 según que la construcción se halle en la zona I, II o III. Los espacios entre construcciones colindantes deben quedar libres de todo material. Si se usan tapajuntas, éstas deben permitir los desplazamientos relativos tanto en su plano como perpendicularmente a él.
					44	Construcciones distintas a edificios. Su análisis y diseño estructural se realizarán de acuerdo con lo que marquen las NTC y, en los aspectos no cubiertos, se harán de manera congruente con ellas y con este capítulo, previa aprobación del ayuntamiento.
					45	Efectos por Cambio de Temperatura. I. Se cuantificarán los cambios totales en longitud de los miembros estructurales antes de tener en cuenta las restricciones debidas a sus apoyos, mediante la expresión. $L2 - L1 = CL1 (T2 - T1)$ L1 y L2 son las longitudes del miembro que corresponde a las temperaturas T1, T2 y C es el coeficiente de expansión lineal. II. Cuantificación de los efectos de contracción por fraguado, los efectos de contracción se sumarán a los efectos de temperatura. III. Análisis de los efectos de deformaciones impuestas. Una vez calculados los cambios totales por longitud que no tienen en cuenta las restricciones provenientes de otros miembros estructurales y de los

**PROPUESTA DE FORMATO PARA EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES
FORMATO 6. SEGURIDAD ESTRUCTURAL**

Estado	México DF.	Clave:	RCDF-F6
Localidad:			
Título	Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal		
Fecha de expedición	2000		

Título	Nombre	Capítulo	Tema	Sección	Artículo	DESCRIPCION
		VII	Diseño por Viento		46	apoyos. Propósito. Aquí se establecen las bases para la revisión de la seguridad y condiciones de servicio de las estructuras ante los efectos del viento.
					47	Consideraciones de diseño. Las estructuras se diseñarán para resistir los efectos del viento provenientes de cualquier dirección horizontal. Deberá verificarse la estabilidad ante volteo, así como considerar el efecto de las presiones interiores revisando la estabilidad de la cubierta y de sus anclajes.
					48	Características de las edificaciones. En edificios con relación $H/b < 5$, $T < 2$ seg. y con cubiertas y paredes rígidas ante cargas normales en 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 para construcciones que no cumplan con lo definido en el párrafo anterior y aquellas cuyas cubiertas exteriores tengan poca rigidez ante cargas normales a su plano o cuya forma propicie la generación de vórtices.
					49	Velocidad del viento para diseño. Esta velocidad varía, siendo la velocidad mínima 80 km/h a 160 km/h que es la máxima, de acuerdo a la zona en que se encuentre.
		VIII	Diseño de Cimentaciones		50	Alcance del capítulo. Se fijan los requisitos mínimos para el diseño y construcción de las cimentaciones, así como los requisitos adicionales relativos a los métodos para el diseño y construcción y casos específicos normados por las NTC de este reglamento.
					51	Obligación de cimentar. 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.
					52	Protección del suelo de cimentación. 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.
					53	Zonificación geotécnica.
					54	Investigación del subsuelo. 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.
					55	Construcciones colindantes. Deberán investigarse el tipo y las condiciones de cimentación de las construcciones colindantes, así mismo como la localización y las características de las obras subterráneas cercanas.
					56	Hundimiento regional. Cuando exista un hundimiento regional se tomará en cuenta la evolución futura del proceso de hundimiento regional que afecte al municipio.
					57	Revisión de la seguridad de las cimentaciones. La revisión consiste en comparar la resistencia y las deformaciones máximas aceptables del suelo con las fuerzas y deformaciones inducidas por las acciones de diseño. Afectando estas acciones por los factores de carga y de resistencia especificados en las NTC.
					58	Estados límite.

**PROPUESTA DE FORMATO PARA EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES
FORMATO 6. SEGURIDAD ESTRUCTURAL**

Estado	México DF.	Clave:	RCDF-F6
Localidad:			
Título	Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal		
Fecha de expedición	2000		

Título	Nombre	Capítulo	Tema	Sección	Artículo	DESCRIPCION
						I.- De falla. Por flotación, desplazamiento plástico local o general del suelo bajo la cimentación y falla estructural de pilotes. II.- De servicio. Movimiento vertical medio con respecto al nivel del terreno circundante, inclinación media, deformación diferencial. Se considerarán el componente inmediato bajo carga estática, el accidental (sismo) y el diferido por consolidación, y la combinación de los tres.
					59	Acciones de diseño. Se considerarán las acciones señaladas en los artículos 22 a 25 de este título, así como el peso propio de los elementos estructurales de la cimentación, las descargas por excavación, efectos del hundimiento regional, pesos y empujes laterales de los rellenos y lastres que graviten sobre los elementos de la superestructura. En el análisis de los estados límites de falla o servicio se tomará en cuenta la subpresión del agua asignándosele un factor de carga unitario.
					60	Esfuerzos y deformaciones en la frontera suelo-estructura. La capacidad de carga 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 esta y las cimentaciones vecinas.
					61	Estados límite de excavaciones. 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 construcciones vecinas y falla de fondo por subpresión o por corte. II.- De servicio. Movimientos verticales y horizontales inmediatos diferidos y por descarga en el área de excavación y en los alrededores. Los valores de estos movimientos deben ser reducidos tales que no provoquen daños a las construcciones adyacentes. Los análisis de estabilidad se realizarán con base en las acciones aplicables señaladas en los capítulos 22 a 25, considerándose las sobrecargas que puedan actuar en la vía pública y otras zonas próximas.
					62	Muros de contención. 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 rotura estructural. Además se revisarán los estados límite de servicio como asentamiento, giro o deformación excesiva del muro. Los muros incluirán un sistema de drenaje.
					63	Procedimiento constructivo. Se deberá fijar el procedimiento constructivo de las cimentaciones, excavaciones y muros de contención que aseguren el cumplimiento de las hipótesis de diseño y garantice la seguridad durante y después de la construcción.
					64	Memoria de diseño. Deberá incluir: justificación del tipo de cimentación proyectada y de los procedimientos de construcción especificados y una descripción de los métodos de análisis usados y del comportamiento previsto para cada uno de los estados límite.
					65	Nivelaciones. En las estructuras del grupo A y subgrupo B1, deberán hacerse nivelaciones durante la construcción y hasta que los movimientos diferidos se estabilicen.
		IX	Construcciones Dañadas		66	Denuncia de daños. Todo propietario o poseedor de un inmueble, tiene obligación de denunciar ante el ayuntamiento los daños de que tenga conocimiento se presenten en dicho inmueble.
					67	Dictamen de evaluación.

**PROPUESTA DE FORMATO PARA EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES
FORMATO 6. SEGURIDAD ESTRUCTURAL**

Estado	México DF.	Clave:	RCDF-F6
Localidad:			
Título	Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal		
Fecha de expedición	2000		

Título	Nombre	Capítulo	Tema	Sección	Artículo	DESCRIPCION
						Los propietarios de inmuebles que presenten daños, recabarán un dictamen de estabilidad y seguridad por parte de un corresponsable en seguridad estructural. Lo cual determina si la construcción se deja en su estado actual o bien, repararse localmente, de lo contrario la construcción deberá ser objeto de un proyecto de refuerzo.
					68	<p>Requisitos del proyecto.</p> <p>I.- La construcción deberá alcanzar cuando menos los niveles de seguridad establecidos por este Reglamento.</p> <p>II.- Deberá basarse en una inspección detallada de los elementos estructurales y de sus instalaciones.</p> <p>III.- Considerará 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.</p> <p>IV.- Se basará en el diagnóstico del estado de la estructura dañada y en la cimentación.</p> <p>V.- Incluirá una revisión de la cimentación e instalaciones ante las condiciones que resulten.</p> <p>VI.- Será sometido al proceso de revisión que establezcan los Ayuntamientos.</p>
					69	<p>Capacidad remanente.</p> <p>Deberá demostrarse que el edificio dañado cuenta con la capacidad de soportar las cargas verticales estimadas y 30% de las laterales. Para alcanzar dicha resistencia será necesario recurrir al apuntalamiento o rigidización temporal de algunas partes de la estructura si así lo requiere.</p>
		X	Obras provisionales y modificaciones		70	<p>Obras provisionales.</p> <p>Las obras provisionales deberán proyectarse para cumplir los requisitos de seguridad de este Reglamento, las que puedan ser ocupadas por más de 100 personas antes de su uso se someterán a una prueba de carga.</p>
					71	<p>Modificaciones.</p> <p>Las modificaciones que alteren el funcionamiento estructural serán objeto de un proyecto estructural que garantice la seguridad de toda la estructura y su cimentación.</p>
		XI	Pruebas de carga		72	<p>Generalidades.</p> <p>Podrán efectuarse pruebas de carga:</p> <p>I.- En edificaciones de recreación y todas aquellas construcciones en las que pueda haber aglomeración de personas.</p> <p>II.- Cuando no exista suficiente evidencia teórica o experimental para juzgar en forma confiable la seguridad de la estructura.</p> <p>III.- Cuando los ayuntamientos lo estimen conveniente.</p>
					73	<p>Procedimiento.</p> <p>1.- Seleccionar una fracción representativa de ellos (no menos de tres).</p> <p>2.- La intensidad de la carga de prueba será 85% de la de diseño incluyendo factores de carga.</p> <p>3.- La zona en que se aplique deberá producir los efectos más desfavorables.</p> <p>4.- Antes de la prueba el Municipio o Ayuntamiento aprobará el procedimiento de carga y el tipo de datos que se recabarán en dicha prueba.</p> <p>5.- Para verificar la seguridad ante cargas permanentes la carga se dejará actuar sobre la estructura no menos de 24 horas.</p> <p>6.- Se considerará que la estructura ha fallado si ocurre colapso, falla local, además si después de haber quitado la sobrecarga, la estructura no muestra una recuperación mínima del 75% de sus deflexiones, se repetirá la prueba.</p> <p>7.-La segunda prueba no debe de iniciarse antes de 72 horas de haber terminado la primera.</p>

**PROPUESTA DE FORMATO PARA EL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES
FORMATO 6. SEGURIDAD ESTRUCTURAL**

Estado	México DF.	Clave:	RCDF-F6
Localidad:			
Título	Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal		
Fecha de expedición	2000		

Título	Nombre	Capítulo	Tema	Sección	Artículo	DESCRIPCION
						<p>8.-Se considerará que la estructura ha fallado, si después de la segunda prueba la recuperación no alcanza en 24 horas el 75% de las deflexiones debidas a dicha segunda prueba.</p> <p>9.-Si la estructura pasa la prueba de carga y como consecuencia de ello se observan signos de debilidad, deberá repararse localmente y reforzarse.</p> <p>10.-Podrá considerarse que los elementos horizontales han pasado la prueba de carga aún si la recuperación de las flechas no alcanzare el 75% siempre y cuando la flecha máxima no exceda dos milímetros + $L^2/20000h$ donde L es el claro del miembro que se ensaye y h su peralte total, en voladizos se tomará L como el doble del claro libre.</p> <p>11.-En caso de que la prueba no sea satisfactoria, deberá presentarse a los Ayuntamientos un estudio proponiendo las modificaciones pertinentes y llevar a cabo una nueva prueba de carga.</p> <p>12.-Durante la ejecución de la prueba de carga, deberán tomarse las precauciones necesarias para proteger la seguridad de personas y el resto de la estructura.</p> <p>13.-Cuando se requiere evaluar mediante pruebas de carga la seguridad de una construcción ante efectos sísmicos, deberán diseñarse procedimientos de ensayos y criterios de evaluación que tomen en cuenta las características peculiares de la acción sísmica.</p>