

34
24



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

ASPECTOS TECNICOS Y JURIDICOS
EN LA CONSTRUCCION URBANA.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

I N G E N I E R O C I V I L

P R E S E N T A :

LEOPOLDO GARCIA SEPULVEDA



ASESOR: ING. ALBERTO CORIA ILIZALITURRI

MEXICO, D. F.

NOVIEMBRE DE 1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-182/95

Señor
LEOPOLDO GARCIA SEPULVEDA
Presente.

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

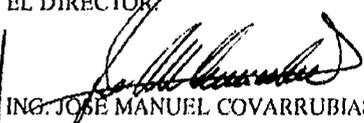
"ASPECTOS TECNICOS Y JURIDICOS EN LA CONSTRUCCION URBANA"

- INTRODUCCION**
I. SUPERVISION
II. FALLAS EN LA CONSTRUCCION
III. DEMOLICION Y RECONSTRUCCION DE EDIFICIOS

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 6 de marzo de 1996.
EL DIRECTOR


ING. JOSÉ MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP*nl

A MIS PADRES :

POR SU VALIOSO E INCONDICIONAL APOYO SIN EL
CUAL NO HABRERA JAMAS CUMPLIDO EL MAS
ANHELO DE MIS DESEOS EL TERMINAR MI
CARRERA UNIVERSITARIA.

A MIS HERMANOS :

POR SU APOYO, CONSEJOS Y MOTIVACIONES
QUE SIEMPRE ME BRINDARON.

A MIS ESTIMADOS AMIGOS:

ALICIA, LAZO, JUAN CARLOS Y TODOS AQUELLOS
QUE CONTRIBUYERON EN MADURAR MI FORMA
DE PENSAR.

A MIS PROFESORES:

POR SU INCANSABLE LABOR Y EMPLEO EN MI
FORMACION Y EN ESPECIAL AL ING. ALBERTO
CORIA LAZALMARRI.

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO:

POR HABERME BRINDADO LA OPORTUNIDAD DE
REALIZARME PROFESIONALMENTE.

A LA FACULTAD DE INGENIERIA:

POR DARNME LOS RECURSOS NECESARIOS PARA
ENFRENTAR LOS RETOS PRESENTES Y FUTUROS.

ESTA TESIS ES FORMA DE LA CONCEPCIÓN
DE UN TEXTO QUE SE DENOMINARÁ INGENIERÍA
Y ARQUITECTURA LEGAL Y CONSTITUYE UN
ESLABÓN DE CONOCIMIENTOS NECESARIOS QUE
DEBEN IMPARTIRSE EN LAS FACULTADES DE
INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y DERECHO.

I N D I C E

PAG.

INTRODUCCION.....1

I.-SUPERVISION

**I.1.- DEFINICIÓN Y FUNCIONES
DEL SUPERVISOR.....2**

**I.2.- ELEMENTOS DE APOYO EN
LA SUPERVISIÓN.....5**

**I.3.- SU PARTICIPACIÓN EN LA ADMINISTRACIÓN
GENERAL DE LA OBRA.....7**

I.4.- ÁREA DE RESPONSABILIDAD.....11

**I.5.- ESPECIALISTAS DE CARRERA EN LA
SUPERVISIÓN DE OBRAS.....14**

II.-FALLAS EN LA CONSTRUCCION

II.1.- DEFINICIÓN DE FALLA.....18

II.2.- CAUSAS DE FALLA Y CLASIFICACIÓN.....19

**II.3.- CONSECUENCIAS JURÍDICAS POR LA
APARICION DE FALLAS.....47
(DAÑOS Y PERJUICIOS)**

III.- DEMOLICIONES Y RECONSTRUCCION DE EDIFICIOS

III.1.- ANTECEDENTES.....	49
III.2.- EVALUACIÓN TÉCNICA Y JURÍDICA DE DAÑOS..... - DICTÁMENES PERICIALES -	54
III.3.- ANÁLISIS FINANCIERO DE LA RECONSTRUCCIÓN.....	73
III.4.- SECUELA DE TRAMITES PARA LA OBTENCIÓN DE PERMISOS PARA RECONSTRUIR Y DEMOLER.....	75
III.5.- PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS EN LA DEMOLICIÓN DE EDIFICIOS.....	86
 CONCLUSIONES.....	 103
 BIBLIOGRAFIA.....	 105

INTRODUCCION

El presente trabajo representa conjuntamente con el desarrollo de otras ocho tesis, la culminación del esfuerzo realizado por el Ing.civil Alberto Coria Ilizaliturri (*), por dar principio y consolidar la estructura general de una rama de la ingeniería que fue desconocida e ignorada por algún tiempo, me refiero a la ingeniería y arquitectura legal en México.

Los capítulos desarrollados en este trabajo de tesis ponen de manifiesto, aquellos aspectos fundamentales de carácter técnico y jurídico que deben ser del conocimiento de aquellos profesionistas presentes y futuros que se involucren en la construcción urbana.Pretendiendo proporcionar a especialistas, profesores y estudiantes de las carreras afines al proyecto y ejecución de obras, elementos necesarios en lo que a supervisión, fallas en la construcción, demolición y reestructuración se refiere.

El primer capitulo con titulo " supervisión ", pretende mostrar cual es la importancia de esta actividad durante el desarrollo de cualquier obra civil.Proporcionando en forma concreta que funciones y actividades debe desempeñar, así como las posibles responsabilidades que debe asumir en su momento el profesional que se emplea para proporcionar los servicios como supervisor de obras.

El siguiente capitulo denominado " fallas en la construcción ", pretende brindar apoyo a quienes en el ejercicio de su profesión se encuentren ante construcciones que por diversas causas hayan sufrido fallas.Las causas que las originan y su clasificación son el principal objeto de estudio, ya que de éste dependerá básicamente el aplicar las medidas correctivas posteriores.

Cualquier obra urbana que haya sufrido daños como la consecuencia inmediata del efecto de algún fenómeno natural o de algún error humano, exige de una evaluación de su estado actual con el propósito de ordenar su demolición o en su caso la reestructuración.Ante esta situación se necesitan realizar trámites de carácter legal y desarrollar procedimientos constructivos adecuados durante la realización de las obras.Estos aspectos constituyen el fundamento del tercer capitulo denominado "demoliciones y reconstrucción de edificios".

(*) Profesor del Departamento de Construcción en la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M

I.- SUPERVISION

I.1 DEFINICIÓN Y FUNCIONES DEL SUPERVISOR

DEFINICIÓN.

La importancia de la supervisión se demuestra al ser ella encargada de inspeccionar y asesorar todas y cada una de las actividades que se suceden a lo largo de un determinado proceso constructivo así como llevar un control estricto y ordenado de los trabajos que se realicen diariamente dentro y fuera de la obra.

La supervisión no había tenido el crédito que merecía, sin embargo su importancia se vio evidenciada a raíz de los trágicos acontecimientos sísmicos ocurridos en 1985.

Para enfatizar el papel preponderante que la supervisión desempeña en una obra, basta conceptuar que el mejor proyecto, el análisis estructural más acucioso, el diseño más eficiente y el apego más riguroso a reglamentos y normas técnicas, resultan insuficientes, si no son llevados a la práctica por una supervisión eficaz y cuidadosa.

El soporte fundamental para desarrollar la supervisión de cualquier obra civil está constituido por el recurso humano conocido en la práctica profesional como "supervisor".

Definición.- Es un profesional especializado, con los conocimientos técnico-administrativos actualizados, que le permiten involucrarse en la supervisión de cualquier obra civil; siendo responsable de verificar que las actividades desarrolladas en obra se realicen de acuerdo al proyecto ejecutivo, especificaciones y procedimientos constructivos adecuados.

Tiene la obligación de conocer y aplicar la ley, su reglamento y normas técnicas complementarias, así como revisar el proyecto ejecutivo y el desarrollo de la obra de acuerdo a este último.

FUNCIONES DEL SUPERVISOR

Para llevar a buen fin su cometido, el supervisor realizará una serie de funciones las cuales serán todas aquellas acciones que debe llevar a cabo de manera completa y sistemática; ya que cada una de ellas constituye un paso obligado dentro del sistema completo de supervisión de obras.

Entre las funciones, como parte del sistema existe una interrelación secuencial, de tal manera que el ejercicio de cada una de ellas incluyendo sus apoyos, resulta de suma importancia para obtener un óptimo resultado en su aplicación.

Previamente al desempeño de sus funciones deberá tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- El supervisor debe conocer el proyecto en todos sus aspectos.
- Debe conocer el contrato en todos sus aspectos.
- Debe conocer las especificaciones generales de construcción y las particulares de la obra por iniciar.
- Debe conocer el programa al que deberá sujetarse el desarrollo de la obra.
- Recabar todos los planos; arquitectónicos, estructurales, de instalación, de albañilería, de acabados, de carpintería, de herrería, de terracerías y de pavimentos, de instalación hidráulica y sanitaria, así como de estudios especiales cuando la obra en cuestión lo requiera.
- Para obra de urbanización deberá recopilar información sobre planos de ejes, trazos topográficos, lotificación, perfiles y secciones, red de alcantarillado y agua potable, etc.

1.- Funciones de representación:

El supervisor es el encargado de representar a la dependencia o propietario en todo lo relativo a la obra que supervisa, en el lugar donde se ejecuta, apoyarla(o) para efecto de toma de decisiones en la dirección y coordinación.

2.- Funciones de tramitación:

En coordinación con el contratista, el supervisor deberá recabar los requisitos que exigen las dependencias gubernamentales para obtener las licencias y permisos correspondientes.

3.- Funciones de asesoría:

a) Técnica.- El conocer las especificaciones y normas técnicas que rigen el proyecto le permiten estar en condiciones de discutir problemas que se presenten, y sus posibles soluciones.

b). Legal.- Deberá conocer reglamentos y leyes para estar en condiciones de ayudar a la dependencia y contratista a realizar los trámites necesarios.

4.-Funciones de autorización:

- Vigilará y autorizará el flujo oportuno de presupuesto y estimaciones.
- Autorización de colados.
- Ordenar la demolición de trabajos mal ejecutados.
- Exigir seguridad dentro y fuera de la obra.
- Evitar el uso de materiales y maquinaria que estén fuera de las especificaciones.

5.- Funciones de información:

Deberá mantener al propietario y constructor informados en todo lo relacionado acerca del acontecer diario de la obra en periodos previamente acordados.

6.- Funciones de inspección:

Vigilará y revisará detalladamente la ejecución de los trabajos durante el proceso constructivo, apoyándose en planos y especificaciones.

7.- Funciones de control:

Cuidará que la obra se lleve con la calidad, tiempo y costo planeado, así como la seguridad conforme a los alcances del contrato siguiendo el proyecto ejecutivo aprobado para efectos de construcción.

8.- Otras Funciones:

- Llevar un registro de las adecuaciones y modificaciones que tengan lugar durante el proceso constructivo, de esta forma mantener actualizados los documentos del proyecto y después corregir los planos definitivos.

- Llevar un libro oficial y legal, que sirva como elemento de comunicación y autorización entre supervisor y la contratista que ejecute la obra a este libro se le llama "Bitácora de Obra".

I.2 ELEMENTOS DE APOYO EN LA SUPERVISIÓN

Se han citado las funciones más relevantes que debe desarrollar un supervisor, sin embargo para el desempeño de estas requiere de una serie de apoyos como manuales, formatos, etc.; los cuales le permitirán establecer un sistema de control administrativo que estará moldeado conforme a los compromisos, las políticas, las responsabilidades asignadas y los requisitos de la dependencia o propietario.

Al requerir la participación de servicios de supervisión, el contratante proporcionará los elementos de apoyo clasificados como documentación contractual, los restantes serán elaborados por el o los supervisores.

A continuación se presenta la clasificación de dichos apoyos.

1.- Documentación contractual:

- a) Contrato.
- b) Catálogo de conceptos.
- c) Presupuesto.
- d) Especificaciones.
- e) Precios unitarios.
- f) Relación de equipo.
- g) Planos que integran el proyecto.
- h) Programa de utilización de equipo.
- i) Programa financiero.
- j) Programa de obra.

2.- Documental.

- a) Organigrama del proyecto.
- b) Informes de obra.
- c) Estimaciones de obra.
- d) Bitácora de obra.
- e) Estudio de mercado.
- f) Establecimiento de precios unitarios imprevistos.
- g) Catálogo de conceptos de obra extra.

3.- Actividades representativas:

- a) Juntas de trabajo con el contratista.
- b) Juntas de información con el contratante.
- c) Actualización de programas.

- d) Controles de laboratorio.
- e) Visitas a talleres , fábricas y bancos de materiales.
- f) Interpretación y aclaración de dudas.
- g) Archivar la documentación.

Estos apoyos conforman, gran parte del universo de la supervisión, los puede realizar una persona o un grupo de personas, ello en función del tamaño de la obra.

I.3 SU PARTICIPACIÓN EN LA ADMINISTRACIÓN GENERAL DE LA OBRA

CAMPOS DE LA SUPERVISIÓN.

La supervisión de las obras no se reduce exclusivamente a la "supervisión de campo", se llevan a cabo otras actividades que siendo parte de la supervisión misma no se realizan en el campo, pero sí se nutren del comportamiento de la obra en cuestión.

En general la supervisión se podría dividir en las siguientes partes:

a) Supervisión de campo:

La supervisión de campo se encarga de verificar que todos los procesos constructivos, materiales y componentes de la obra se realicen, mezclen y apliquen correctamente.

b) Supervisión de control de calidad:

La supervisión de control de calidad verificará que todos los materiales y productos cumplan con las políticas, prácticas y procedimientos de calidad requeridos en los documentos del contrato.

c) Supervisión de avance físico:

La supervisión de avance físico se encarga de comprobar que el avance real de la obra corresponda al programa de la misma.

d) Supervisión de avance financiero:

La supervisión del avance financiero se encarga de verificar que la obra cuente con los recursos económicos, planteados contractualmente, que garanticen el buen desarrollo de los trabajos por ejecutar.

e) Supervisión del control de la obra:

La supervisión del control de la obra se encarga de tomar las medidas necesarias preventivas y/o correctivas que aseguren el feliz término de la obra.

f) Supervisión del campo legal:

La supervisión del campo legal nos obliga a que todas las decisiones que se tomen estén encuadradas dentro de las leyes, reglamentos, contratos, etc.

ADMINISTRACIÓN GENERAL DE LA OBRA.

Se considera a la administración, como la integración dinámica y óptima de las funciones de planeación, organización, dirección y control para alcanzar un fin grupal, de la manera más económica y en el menor tiempo posible.

La supervisión de obras será por tanto, la medida del control de egresos definidos en la etapa administrativa de planeación, que garantice el beneficio esperado.

1.-Planeación de la obra:

Planear la construcción de una obra, a partir de su proyecto, es recopilar información suficiente y estudiarla para conocer el problema y valorar después diversas alternativas, definir procedimientos constructivos, costos y programas que se aplicarán durante la ejecución de la obra.

Las actividades para planear la construcción de una obra integran un proceso con objetivos precisos de las cuales se mencionan algunas: información, especificaciones, procedimiento constructivo, tiempo de ejecución, costo de ejecución, trámites oficiales, etc.

2.-Organización de la obra:

Para establecer un sistema de control se necesita una organización y ésta en una obra se presenta en dos aspectos: Organización del que ejecuta la obra (contratista) y organización del que tiene a su cargo la obra (supervisor).

Ambas partes deberán coordinar sus esfuerzos para alcanzar los objetivos básicos en una obra. De una buena organización que se tenga en la obra, dependerá en gran parte el éxito que tengan tanto el contratista como el supervisor en las tareas a realizar de cada uno.

Se deberá formar un organigrama del personal de acuerdo con los programas de obra, detallando el personal para cubrir adecuadamente todos los frentes de trabajo. En toda buena organización, las responsabilidades de los diferentes niveles ejecutivos y de los diferentes puestos están perfectamente definidas.

El ingeniero supervisor deberá tener una organización en la obra de tal forma que le permita establecer las políticas, los compromisos, las responsabilidades asignadas y los requisitos del propietario, que se han detallado en la etapa de planificación del proyecto.

3.-Dirección de la obra:

La dirección de la obra será la acción mediante la cual el supervisor deberá organizar, coordinar y dirigir, todos los elementos necesarios para la ejecución óptima de los trabajos, de acuerdo a lo proyectado.

Se deberán tomar en cuenta los siguientes puntos al iniciar la dirección de la obra.

- a) Planos arquitectónicos y constructivos.
- b) Especificaciones que involucren materiales de los procesos constructivos.

- c) Presupuestos con cantidades de obra, precios unitarios y análisis de los mismos.
- d) Programas que contengan la adecuada y oportuna asignación de recursos humanos, materiales y económicos.
- e) Programa de garantía de calidad.

4.-Control de la obra:

Una vez organizada una obra es importante contar con los datos necesarios para saber si está funcionando como se planeó.

A lo largo de la ejecución, el supervisor realizará la revisión del uso de los recursos, actividad que recibe el nombre de control administrativo. A la revisión de la calidad de la obra en todas sus partes a fin de que realmente ésta sea construida como se planeó se le denomina control de calidad. Estos controles serán llevados a cabo por el supervisor y consisten en tomar muestras a lo largo del proceso constructivo y compararlas con los estándares tomados de la planeación.

El siguiente esquema nos representa la interrelación de los elementos que intervienen en la construcción y de los controles antes citados.



Generalmente en las obras los factores más importantes que deben controlarse son: la calidad, el tiempo y el costo.

A continuación se enlistan las actividades de control más relevantes que tiene a su cargo el supervisor.

- a) Control de programa.
- b) Control de mano de obra.
- c) Control de materiales.
- d) Control de equipo y maquinaria.
- e) Control de costo.
- f) Control de calidad.

I.4 ÁREA DE RESPONSABILIDAD

Uno de los puntos específicos dentro de la relaciones Propietario-Supervisor que el interesado debe establecer fundamentalmente, con claridad y precisión desde un principio es la clase de normas a que se sujetará el supervisor.

Las normas de supervisión constituyen el conjunto de reglas, instrucciones, mandatos, condiciones y requisitos a los que deben apegarse los supervisores de obra.

El objetivo de unas normas de supervisión consiste en fijar los propósitos que tratan de lograrse con esa labor, para que resulte de utilidad tanto a quien encomienda tal labor como al sujeto supervisado.

Las normas van dirigidas a utilizarse fundamentalmente por el supervisor ya que establecen la forma en que debe realizar su trabajo. Sin embargo, las normas deberán ser cumplidas también por el propietario, en lo conducente, y por quien este realizando el trabajo objeto de la supervisión.

Tratándose concretamente de normas para supervisar y coordinar obras de construcción, sus objetivos serán lograr que las actividades que conforman la obra se realicen con apego al proyecto respectivo.

CONTENIDO DE LAS NORMAS DE SUPERVISIÓN.

Las normas deben contener los diversos temas que se pretenden reglamentar, para encuadrar en forma apropiada cada una de las labores de la supervisión, explicando que se espera como resultado de tales labores.

Parte importante del contenido de las normas son los campos de acción del supervisor dentro del proceso de desarrollo de un trabajo o una obra, es decir, precisar el servicio o servicios que deba prestar dentro de las diferentes etapas que componen el desarrollo del trabajo.

El contenido de las normas deberá mencionar las facultades que se otorgan al supervisor dentro de la autoridad que tenga. Estas facultades se refieren tanto a permitirle que trate determinados asuntos o aspectos del trabajo, como y con quienes puede tratarlos.

En cuanto a responsabilidad, las normas conviene que precisen en qué consiste tal y de ser posible, llegar a concretar la responsabilidad de los diferentes niveles de un grupo de supervisión.

Otro aspecto del contenido de las normas, y muy importante, es el de fijar limitaciones en las labores de supervisión. Para algunos casos y condiciones las normas podrían incluir sanciones por incumplimiento de las obligaciones del supervisor.

Cabe mencionar finalmente la conveniencia de que en las normas se incluyan elementos, requisitos y condiciones para la contratación de los servicios de supervisión.

RESPONSABILIDAD DEL SUPERVISOR

Es responsabilidad del supervisor como representante del propietario de la obra, vigilar que el trabajo se realice conforme a los requerimientos de los planos y las especificaciones, pero no le da el derecho de interferir o interrumpir las operaciones del contratista sin una razón grave. Cualquier omisión de su parte provocará defectos o fallas en la construcción.

Las normas recomendadas por el comité sobre ingeniería de la División de Construcción de la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles mencionan como responsabilidades específicas, las siguientes:

- Debe familiarizarse completamente con los planos y especificaciones a los que el contratista debe apegarse y deberá revisarlos frecuentemente.
- El supervisor debe ser capaz de reconocer inmediatamente si el trabajo a su cuidado cumple con los requerimientos establecidos.
- Cómo un miembro del equipo de construcción, el supervisor deberá desempeñar sus obligaciones de tal manera que promueva el avance de la obra.
- Deberá tener en cuenta que la terminación de la obra debe hacerse dentro del tiempo especificado en el contrato.
- El supervisor debe evitar cualquier actividad que haya sido asignada como responsabilidad al contratista, ya que afectaría al propietario en caso de reclamación o disputa.
- Cuando el supervisor esté asignado a alguna operación, deberá vigilarla durante todo el tiempo que dure el trabajo, o asignar otro supervisor que se haga cargo; en caso que tenga que alejarse.
- El informe diario del supervisor deberá incluir un registro de sucesos del día, de las actividades del contratista, de las instrucciones dadas a este y de los acuerdos tenidos con él.
- En el caso de pruebas en el sitio de la obra, éstas deberán realizarse en forma cuidadosa, las muestras deben manejarse y protegerse debidamente, y aquellas muestras que no pasen las especificaciones deberán reportarse al contratista sin demora.
- Las inspecciones deberán realizarse rápidamente y oportunamente.

- Los materiales deberán de revisarse tan pronto una vez que hayan sido entregados.
- Los trabajos preparatorios, tales como la protección del concreto contra la lluvia o el frío, se deberá revisar con la mayor rapidez para evitar demoras en las operaciones subsecuentes.
- El supervisor deberá estar disponible en toda ocasión para una revisión rápida y para dar visto bueno cuando así se requiera.
- Sí el supervisor considera que alguna tolerancia especificada en el proyecto esta fuera de la realidad debe informarle al propietario o al ingeniero.
- Los problemas deben prevenirse antes de que ocurran; de ser posible.
- Un trabajo mal ejecutado debe identificarse desde su etapa inicial y reportarlo al contratista antes que se convierta en una operación costosa y tardada.
- Deberán evitarse las decisiones apresuradas.El supervisor deberá investigar la situación y las consecuencias de posibles acciones.
- Cuando se tenga que corregir algún trabajo por parte del contratista, el supervisor deberá estar al tanto de dicha corrección, para evitar que quede oculto el avance de obra.
- El supervisor debe mantener siempre conciencia de la seguridad, si nota alguna condición peligrosa en el trabajo, es su responsabilidad llamar la atención al contratista y anotarlo en la Bitácora.
- El supervisor tiene la responsabilidad de mantener alerta y vigilar, a fin de reportar al propietario cualquier situación que pueda causar demoras, problemas administrativos, técnicos o de seguridad.

Debemos enfatizar en un punto que es de vital importancia dentro de lo que es la responsabilidad del supervisor, como es el de cuidar dentro de la obra, la verificación, la calidad, inspección y control que se lleve acabo, cuidando la calidad, costo, tiempo y seguridad.

-Debe apoyar al contratista para la correcta interpretación de los planos y especificaciones del proyecto, tratando de resolver los problemas constructivos de orden técnico o solicitando la ayuda de especialistas cuando el problema lo amerite.

1.5 ESPECIALISTAS DE CARRERA EN LA SUPERVISIÓN DE OBRAS

Cualquier persona que pretenda desarrollar la función de supervisor, debe de poseer los conocimientos necesarios y suficientes para llevar a buen fin su participación. Estos conocimientos los dividiremos en dos rubros. Primero se mencionará lo referente al área de conocimientos técnicos y el segundo lo relacionado con el aspecto jurídico o legal.

CONOCIMIENTOS TÉCNICOS

Ya que toda persona que preste los servicios de supervisión debe estar preparada, ser pasante por lo menos de alguna de las carreras afines a este tipo de actividades; deberán poseer una serie de conocimientos que le permitan efectuar dicha actividad de una manera satisfactoria. Estos podrán variar dependiendo de la experiencia que se tenga, así como del tipo de obra por supervisar. Para cada caso la persona o empresa responsable de realizar la supervisión deberá presentar ciertos conocimientos que le permitan cumplir con su labor satisfactoriamente; y en caso de no poseerlos es obligación de éste el prepararse y actualizarse en lo referente al tipo de obra por ejecutar, para evitar que se realice una deficiente supervisión. Esto trae como consecuencia que mientras más experiencia vaya adquiriendo el supervisor, más conocimientos tendrá y por lo tanto, mejor cumplirá con su labor.

Independientemente del tipo de obra por supervisar, es importante el establecer un sistema de control administrativo que cumpla con los compromisos, políticas, responsabilidades y requisitos del propietario.

Se considera a la administración, como la integración dinámica y óptima de las funciones de planeación, organización, dirección y control, para alcanzar un fin grupal, al menor costo y tiempo posible. Las funciones generales de la administración se dividen en planeación, organización, dirección y control de las cuales fueron ya analizadas cada una de ellas en capítulos anteriores.

CONOCIMIENTOS JURÍDICOS

Como todo profesionista que presta sus servicios y adquiere una serie de responsabilidades, el supervisor de obra también las tiene y están señaladas en el código civil.

Toda persona física o moral encargada de la supervisión de una obra, deberá tener en cuenta la existencia de la Ley de Obras Públicas y su Reglamento de Construcción, así como sus respectivas Normas Técnicas Complementarias.

Dentro de todo el proceso constructivo debe cumplirse con una serie de requisitos legales que el supervisor debe conocer, sobre todo en lo relacionado a contratación y ejecución de obras.

Un especialista de carrera en la supervisión de obras tiene una serie de actividades bien definidas que debe desempeñar.

A continuación se mencionan algunas de las más relevantes.

Deberá efectuar las siguientes actividades antes de iniciar con sus servicios.

- Visitar el sitio de la obra para conocer las características relevantes del mismo y la infraestructura existente.
- Presentar a la dependencia la plantilla de los profesionales y técnicos asignados a la supervisión de la obra y su curriculum vitae.
- Establecer conjuntamente con la dependencia y la contratista un directorio de la obra, con los datos de los funcionarios y representantes respectivos.
- Proponer a la dependencia el laboratorio que utilizara para la obra, además la ubicación de sus instalaciones.
- Establecer el archivo de obra en sus Oficinas Centrales y en campo, con la debida clasificación de expedientes.
- Recabar de la dependencia los documentos relativos a la ejecución del proyecto: Planos, Especificaciones y Normas, el Catálogo General de Conceptos y Precios Unitarios, Planos Oficiales de Instalaciones Subterráneas de la Dependencia; en su caso, los Documentos Correspondientes a Permisos y Licencias Oficiales.
- Obtener de la dependencia, o en su caso preparar la papelería y formatos que se utilizarán en el control y verificación de obra.
- Recabar de la residencia la información concerniente al lugar y fecha de apertura de los diferentes frentes; la ubicación de oficinas, bodegas e instalaciones de campo y de los bancos de tiro de materiales producto de la excavación o demolición.
- Revisar el contrato de obra, el régimen del mismo, precios unitarios o alzado, sus alcances y anexos.
- Verificar que el proyecto ejecutivo contenga la información completa, agrupando los planos y especificaciones por especialidades arquitectónicas y de ingeniería e indicando posibles incongruencias entre los mismos.
- Revisar conceptualmente los procedimientos constructivos establecidos por el proyectista.
- Revisar los presupuestos base; a partir de ellos, integrar el presupuesto totalizado de la obra.
- Obtener la relación de materiales, productos, equipos o sistemas que sean suministrados por la dependencia y su programa de desarrollo de ingeniería básica, fabricación y entrega.
- La supervisión colaborará con la dependencia para gestionar y obtener en el plazo

más breve posible, las autorizaciones, licencias y permisos que se necesiten para la ejecución de la obra.

Durante la ejecución de la obra, la supervisión desempeñará las siguientes actividades generales.

- En base a los proyectos ejecutivos, la supervisión recibirá conjuntamente con la contratista, en el sitio de la obra, las referencias de trazo y bancos de nivel de partida.
- Detectar físicamente, con el apoyo de la contratista, las instalaciones subterráneas existentes en el sitio.
- Proporcionar a la contratista el apoyo técnico que requiera para interpretar los documentos del proyecto y detectar los posibles faltantes.
- Dar solución a los problemas constructivos de orden técnico siempre que no signifiquen un cambio de proyecto.
- Programar conjuntamente con la contratista las etapas de aprobación de las inspecciones que efectúe, para no interferir con el proceso constructivo.
- Verificar el cumplimiento de los requisitos de calidad establecidos en los planos, especificaciones particulares del proyecto.
- Exigir a la contratista o proveedor designado por la dependencia, que entregue con la debida anticipación, el programa de suministros, para su aprobación.
- Recabar de la contratista o del proveedor, muestras representativas, con objetivo de someterlas a las pruebas que la dependencia juzgue pertinentes.
- Llevar a cabo oportunamente la pruebas de verificación de calidad con el apoyo en el laboratorio del proveedor, calificando los resultados obtenidos comparándolos con los requisitos de calidad y tolerancias.
- Cuando los resultados de las pruebas no sean satisfactorios, informar a la dependencia o proveedor que los trabajos, materiales y equipos se rechazan, explicando los motivos de su decisión con el debido respaldo técnico e indicando si es necesario proceder a su demolición, retiro, reemplazo o corrección.
- Exigir a la contratista la presentación de planos auxiliares de trabajo que queden bajo su responsabilidad como son los referentes a cimbras, fabricación y montaje de estructura metálica, etc.
- Inspeccionar los bancos de tiro y los requisitos establecidos para su manejo; en su caso, para evitar contaminaciones o afectaciones.
- Solicitar a la contratista que entregue dentro del plazo que le haya fijado la dependencia, los programas detallados de construcción para cada frente de trabajo.
- Recabar de la contratista, como mínimo; los siguientes subprogramas:

- a) De maquinaria y equipo de construcción.
- b) De suministro de materiales.
- c) De recursos humanos.

- Analizar conjuntamente con la contratista las alternativas de reprogramación de la obra, en caso de que la dependencia cambie los plazos pactados contractualmente.
- Actualizar los presupuestos conjuntamente con la contratista cuando se presenten cambios o adecuaciones al proyecto, cancelación de trabajo, realización de trabajos extraordinarios, ajuste de precios unitarios, etc.
- Con base en las unidades de medición establecidas en el catálogo de conceptos y precios unitarios; llevar a cabo la cuantificación de la obra a medida que se vaya ejecutando.
- Entregar mensualmente y en la fecha pactada contractualmente un concentrado de las cantidades de obra, para efecto de la revisión de la estimación de pago respectiva.
- Informar a la dependencia sobre los trabajos extraordinarios que no estén comprendidos en el proyecto.
- Comparar el importe de los trabajos realizados con los que debieron haberse ejecutado según el programa de montos de obra.

La supervisión deberá realizar las siguientes actividades para efectuar el finiquito de la obra.

- Elaborar y autorizar la liquidación de los trabajos ejecutados .
- Certificar el cumplimiento de todos los compromisos contractuales.
- Recabar de la contratista la relación de estimaciones o gastos aprobados, monto ejercido, crédito a favor o en contra y saldos.
- Cerrar las Bitácoras de obra y entregarlas a la dependencia.
- Recabar las garantías correspondientes a equipos, instalaciones, instructivos y manuales de operación y mantenimiento.

Para finiquitar sus servicios de supervisión llevará acabo las siguientes actividades.

- Entregar a la dependencia para su custodia la documentación que respalde su actuación: Bitácoras de obra, informe de terminación de obra, finiquitos, actas de recepción-entrega, licencias y permisos, inventario de instalaciones, y balance de suministros hechos por la dependencia , manuales e instructivos.
- Entregar a la dependencia los levantamientos referentes a la actualización del proyecto: Adecuaciones, Modificaciones y cancelaciones.

II.- FALLAS EN LA CONSTRUCCION

II.1 DEFINICIÓN DE FALLA

Las fallas como son colapsos estructurales, agrietamientos, grandes deflexiones, vibraciones excesivas, desprendimiento de aplanados, etc. Pueden aparecer en cualquier construcción

Es importante mencionar que en construcciones de poca envergadura como suele ser la vivienda es donde más frecuente se presentan el mayor número de fallas, ya que generalmente debido a sus escasos recursos económicos, ellos mismos autoconstruyen sus viviendas sin ningún asesoramiento técnico, o la mandan a construir por albañiles que si no son supervisados, suelen cometer muchas irregularidades.

Técnicamente no existe una idea única de lo que es falla, así hay quienes la definen como la ruptura o colapso completo de una estructura, algunos más la definen como un comportamiento estructural. Comportamiento que hace necesarias las reparaciones respectivas y también existen quienes aseguran que es un comportamiento de una construcción que no cumple con la condiciones de funcionalidad.

Integrando cada una de ellas en una sola, definamos falla como: **TODA DISCREPANCIA ENTRE LOS RESULTADOS ESPERADOS EN UN PROYECTO Y LOS QUE EN REALIDAD SE OBTIENEN.**

Esta ultima definición permite afirmar que una falla puede ser desde un pequeño desprendimiento de acabados; agrietamiento o disgregación de un aplanado, hasta daños graves en la cimentación y estructura , así como un mal funcionamiento de la construcción.

Ya que limitar la definición a un colapso parcial o total de cimentación o estructura nos llevaría a mencionar que las fallas resultarían ser muy pocas.

II.2 CAUSAS DE FALLA Y CLASIFICACIÓN

La falla en una estructura se podrá reparar a un costo menor, si la " causa " que la produce se diagnostica acertadamente, y ello se logra si se cuenta con toda la información de los " síntomas ", así como de su correcta interpretación.

Las fallas son producto de una gran cantidad de causas, ya sean propias de la naturaleza o producto de errores humanos.

El origen de estas pueden ubicarse en cualquiera de las etapas del proyecto como son:

a) En la etapa de planeación.

Causa de falla debida a :

a.1.- Errores de diseño.

a.2.- Errores en los planos.

b) En la etapa de construcción o ejecución de la obra.

b.1.- Mano de obra no calificada.

b.2.- Material defectuoso.

b.3.- Retiro prematuro de cimbras.

b.4.- Negligencia y deshonestidad.

b.5.- Falta de supervisión.

b.6.- Cambios técnicos significativos, sin la previa consulta de los especialistas.

c) Durante el tiempo de servicio.

c.1.- Humedad

c.2.- Fenómenos naturales (sismos)

c.3.- Vibraciones de maquinaria.

c.4.- Falta de mantenimiento.

c.5.- Cambio de uso de la estructura.

a) CAUSAS DE FALLA EN LA ETAPA DE PLANEACIÓN

a.1.- Errores de diseño: Hoy en día en la práctica ingenieril ya es muy común el empleo de programas de cómputo para análisis estructural, para el dimensionamiento, elaboración de planos estructurales, diseño estructural y hasta para la elaboración de especificaciones.

Y es muy cierto que el empleo de las computadoras trajo consigo muchos beneficios para el análisis y diseño estructural, pues se tiene con ellos mucha rapidez y precisión, pero se suelen cometer errores graves cuando el diseñador pierde el control del significado de los números que se están generando en el programa, además que de que se cometen errores graves por no conocer que limitaciones existen para su uso y por una mala interpretación de los resultados que se han generado.

Por otra parte durante el proceso de diseño, existen incertidumbres y errores que ponen en riesgo la integridad de la estructura que se está diseñando, los cuales se derivan de la variabilidad de las propiedades (Mecánicas y Geométricas) de los materiales empleados, el empleo de modelos muy simplificados para la representación de acciones y de la estructura así como la falta de precisión de los métodos de cálculo de la resistencia que usualmente tiene expresiones cuya teoría hace uso de hipótesis simplificadoras. Igualmente podemos afirmar que muchas de las fallas estructurales significativas que afectan la integridad de las estructuras, se pueden deber entre otras causas a un diseño realizado por personas que desconocen el R.C.D.F y sus respectivas N.T.C, así como a precipitaciones para entregar el proyecto y a honorarios insuficientes para realizar un diseño que sea profundo y exhaustivo. (Ver figs. 1.II Y 2.II)

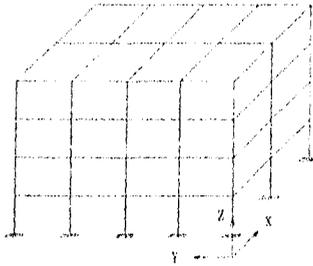
a.2.- Errores en los planos: Los planos estructurales del proyecto de una estructura son uno de los documentos más importantes, pues a través de estos se muestra la posición, tamaño y demás características que deben tener los elementos estructurales.

Los errores más frecuentes que se cometen en su elaboración son: Asignar dimensiones equivocadas a los elementos estructurales (ancho y peralte), o indicar incorrectamente alguna especificación tal como f_c y f_y , longitud, cantidad y colocación del acero de refuerzo y sobre todo los diámetros.

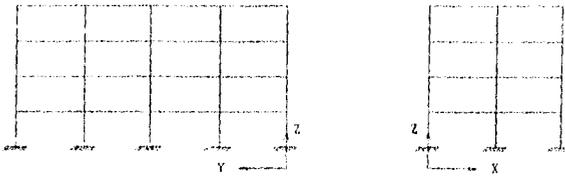
b) CAUSAS DE FALLA EN LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN O EJECUCIÓN DE LA OBRA.

b.1.- Mano de obra no calificada: es práctica ingenieril que en zonas donde no existen trabajadores especialistas en la construcción de obras civiles, se haga uso de la mano de obra local, con la contratación de personas cuya actividad varía completamente. Ello conduce a que los trabajos realizados en muchas ocasiones carezcan de la calidad adecuada en su elaboración y en consecuencia a errores que pueden producir fallas.

b.2.- Material defectuoso: El material que más frecuentemente presenta graves defectos es el cemento como producto de un almacenamiento muy prolongado o inadecuado que trae como consecuencia una disminución de la resistencia de los concretos y morteros que producen elementos estructurales poco resistentes y poco duraderos, otro material es el acero de refuerzo que por oxidación sufra una disminución en su resistencia a tensión, el uso de cimbras en mal estado es frecuente.



A) MODELO TRIDIMENSIONAL.

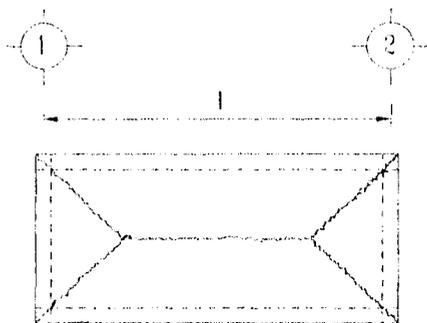


B) MODELO COMO MARCO PLANO.



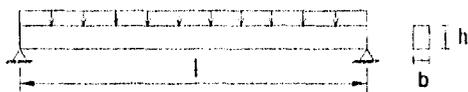
C) MARCO ELEMENTAL PARA UN ANALISIS DE SISTEMA DE PISO.

FIG. 1.II DIFERENTES MODELOS PARA EL ANALISIS DE UN EDIFICIO.



TABLERO DE LOSA PERIMETRALMENTE APOYADO.

VIGA LONGITUDINAL



A) CARGA SIMPLIFICADA UNIFORMEMENTE REPARTIDA.



B) CARGA REAL TRAPEZIAL.

FIG. 2.II DIFERENCIA EN LA IDEALIZACION DE LAS CARGAS QUE ACTUAN SOBRE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

b.3.- Retiro prematuro de cimbra: El retiro prematuro de las cimbras es otra causa que produce fallas, las cuales pueden ir desde pequeños agrietamientos y deflexiones, hasta colapsos graves de la estructura. Los errores pueden ser originados por los mismos trabajadores al quitar algún puntal que se requiere en otra parte de la obra o bien puede ser retirada por presiones de tiempo o económicas.

b.4.- Negligencia y deshonestidad: Las fallas que ocurren por esta causa son sumamente frecuentes principalmente en construcciones pequeñas, donde no se cuenta con supervisión, ya que cuantas veces nos hemos encontrado con columnas y trabes que tienen menos acero de refuerzo o que a una columna no se le colocó cimentación, que el material se está desapareciendo, que los elementos estructurales están desplomados o flechados, etc., causas que generalmente se delatan al aparecer ciertos desperfectos.

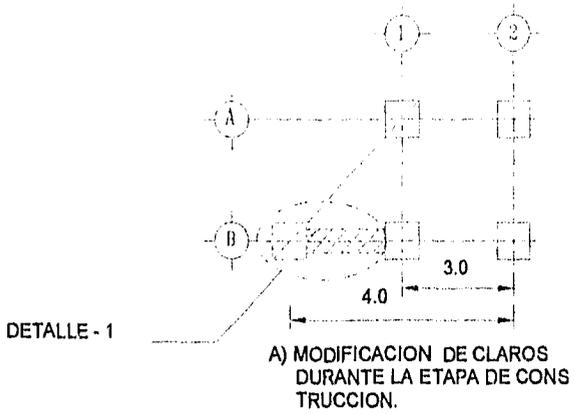
b.5.- Falta de supervisión: Muchas de las fallas ocurren principalmente en la etapa de la construcción, durante o después de ella, debidas a una mala supervisión. y los casos más comunes son por una mala colocación de acero de refuerzo, concretos hechos en obra mal dosificados, curado insuficiente, mala interpretación de planos, disgregación del concreto, uso incorrecto o excesivo de aditivos, etc.

b.6.- Cambios técnicos significativos sin la previa consulta de los especialistas: Es muy común que por cuestiones de tiempo, en la obra se realicen modificaciones substanciales al diseño estructural original como suelen ser la amplificación de los claros, reducción de secciones transversales e incluso la eliminación de elementos estructurales o la colocación de estos en lugares donde dejan de ser requeridos y que inclusive perjudican el comportamiento general de la estructura. (Ver fig. 3.11)

C). CAUSAS DE FALLA DURANTE EL TIEMPO DE SERVICIO.

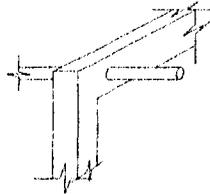
c.1.- Humedad: Es uno de los problemas que más frecuentemente se presentan en los edificios, creando graves daños a su aspecto y el que más nos interesa es el deterioro que produce a los materiales de construcción. Y es una de las más problemáticas en lo referente a la localización de su origen. Como consecuencia las humedades producen los siguientes desperfectos, que pueden deteriorar a tal grado al edificio, que le pueden ocasionar daños de diferente magnitud; destrucción del yeso, aplanados y recubrimientos decorativos; desprendimiento de plafones por falta de adherencia, disgregación superficial por dilución; corrosión de muros y tabiques con la posterior aparición de grietas, etc.

c.2.- Sismos: Los sismos podemos afirmar que es uno de los fenómenos naturales, que ha sido causante de un gran número de daños a las estructuras, y a continuación hablaremos un poco de sus efectos sobre las construcciones.



DETALLE - 1

B) CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES NO CONSIDERADOS.



C) PERFORACION DE ELEMENTOS PARA EL PASO DE DUCTOS.

FIG. 3.II MODIFICACIONES IMPORTANTES DEL PROYECTO ORIGINAL.

Origen: un sismo se origina en un plano de debilidad o en una fractura de la corteza terrestre, llamada falla. El deslizamiento a lo largo de una falla ocurre súbitamente. Es una liberación de energía que en forma gradual se acumula en la corteza terrestre.

Efectos: las vibraciones y aceleraciones sobre los edificios son los más importantes efectos de un sismo, sin embargo existen otros efectos sísmicos excepcionales que no dependen de las aceleraciones; estos son debidos principalmente a la inestabilidad del suelo sobre la que está desplantada la estructura.

Ejemplos claros de daños los vimos en los sismos ocurridos el 19 y 20 de septiembre de 1985 en la Ciudad de México, donde un gran número de edificios se vinieron abajo y otros más sufrieron diferentes fallas, edificios que se desplomaron verticalmente, otros se inclinaron, algunos desfasaron sus pisos intermedios y excepcionalmente algunos se voltearon completamente.

En realidad el comprender adecuadamente el fenómeno sísmico, permite al humano diseñar las estructuras para que estas se adapten y respondan adecuadamente. Estudios realizados por el Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M, concluyeron que los edificios dañados tenían las siguientes características inadecuadas.

- Cambios bruscos de rigidez estructural y resistencia de un nivel a otro.
- Pisos innecesariamente pesados.
- Carencia de integridad estructural caracterizada por un detallado inadecuado en las conexiones.
- Separación inadecuada de edificios colindantes.
- etc.

c.3.-Vibraciones de maquinaria: La maquinaria produce vibraciones excesivas. Las cuales producen una fatiga por acción cíclica sobre los materiales y elementos estructurales, teniendo como consecuencia la aparición de grietas y falla de elementos cuando no son diseñados para resistir este tipo de acciones.

c.4.- Falta de mantenimiento: Cuando una obra durante la etapa de servicio no tiene un mantenimiento adecuado, es presa de agentes externos que deterioran los materiales sufriendo en ocasiones cuando el descuido es importante daños que pueden ser causa de falla.

c.5.- Cambio en el uso de la estructura: Cuando no se pone cuidado en el uso para el que fue diseñada una estructura suele dársele el uso según el dueño del inmueble, originando en ocasiones exceso de cargas a estructura y cimentación lo que produce fallas en los elementos estructurales que tienen capacidad limitada para resistir acciones externas.

CLASIFICACIÓN DE FALLAS

A.-FALLAS EN LA CIMENTACIÓN

Un gran número de fallas en la cimentación y por consiguiente en la estructura son generadas por un mal dimensionamiento por no determinar correctamente el tipo de ésta en función de los datos fundamentales de la mecánica de suelos, como son: (Ver figs. de 4.II.1 a 4.II.4)

a.1) Capacidad de carga del suelo:

Para realizar el diseño adecuado de la cimentación de una estructura, el dato fundamental que se necesita conocer es la capacidad de carga que soporta el suelo, pues sin este dato no será posible dimensionar las placas de cimentación de la zapatas aisladas ,corridas o del tipo de cimentación que se requiera.Esta capacidad de carga puede ser calculada con cualquier teoría reconocida y aceptada por los reglamentos locales de cada zona, o bien se puede calcular con el método empírico: basado en la experiencia adquirida en suelos similares.

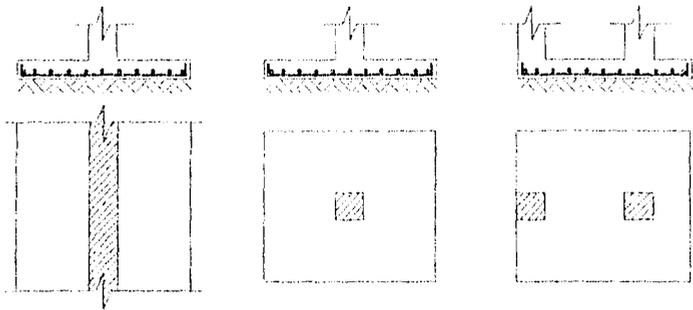
a.2) Asentamientos:

Las presiones que se aplican en el suelo producto de las descargas de la estructura, se traducen en un asentamiento inmediato o a largo plazo dependiendo de las características intrínsecas de los materiales que lo conforman.Si la estructura es simétrica en sus cargas y en su geometría, el asentamiento producido será uniforme sin perder su verticalidad.En caso contrario ocurrirán asentamientos diferenciales que generan una pérdida de verticalidad.

Estos asentamientos generan alteraciones en la estructura como son problemas en el nivel de acceso peatonal o vehicular, fallas en las tuberías hidro-sanitarias y contrapendientes que impiden el flujo de agua con las consecuencias subsecuentes, al perder su verticalidad se generan sobreesfuerzos en algunas zonas de la estructura con las consecuencias como la aparición de fisuras inclinadas en muros y en general en toda la estructura.

a.3) Desconocimiento del terreno:

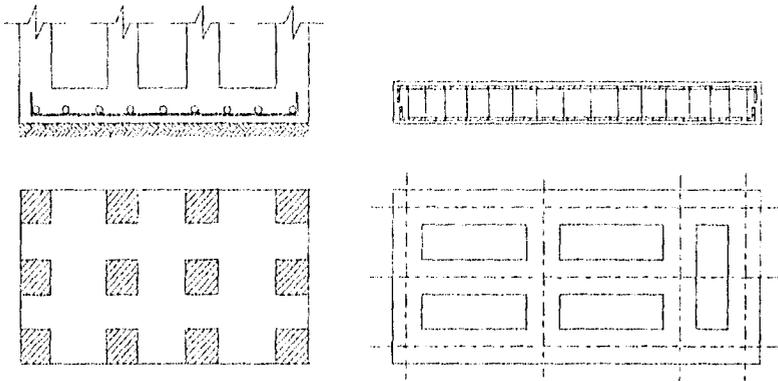
Por otra parte un gran número de fallas en la cimentación se deben al desconocimiento de las características e historia de cargas del suelo sobre el que se pretende edificar, por no realizar ningún reconocimiento de terreno previo a la construcción de la obra; es decir no se investiga si el predio fue usado como depósito de desechos, o fue nivelado con rellenos colocados sin compactación, o si el terreno presenta grietas u oquedades subterráneas.



A) ZAPATA CORRIDA

B) ZAPATA AISLADA

C) ZAPATA COMBINADA



D) LOSA DE CIMENTACIÓN

E) CIMENTACIÓN BASADA EN CONTRATRABES

FIG. 4.II.1 CIMENTACIONES SUPERFICIALES

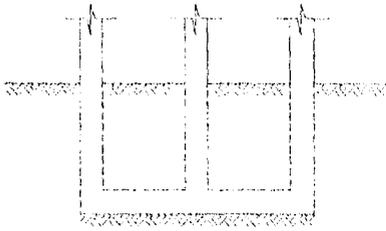


FIG. 4.II.2 CIMENTACIONES SEMIPROFUNDAS.

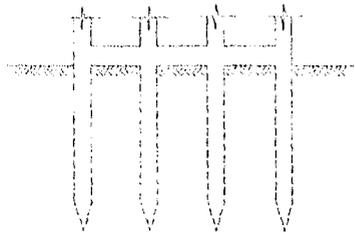


FIG. 4.II.3 CIMENTACIONES PROFUNDAS.

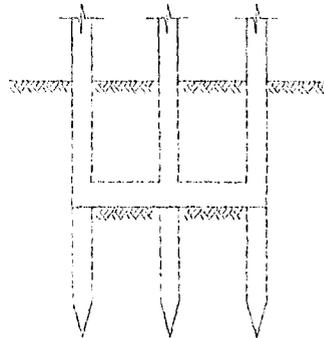
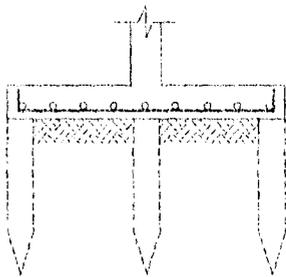


FIG. 4.II.4 CIMENTACIONES COMBINADAS.

Y en términos generales los suelos que más problemas han causado a las construcciones por no haber conocido el terreno de cimentación son:

- 1.- Materiales de relleno.
- 2.- Terrenos inestables (zonas minadas).
- 3.- Terrenos alterados por la existencia de agua.
- 4.- Construcción de estructuras en zonas de suelos inestables (altamente compresibles, deslizables, etc.).
- 5.- Terrenos que presentan grietas de tensión.
- 6.- Otros.

a.4) Incorrecto diseño estructural:

Es común que el especialista en mecánica de suelos sea la misma persona que ejecute el análisis y diseño estructural de la cimentación. Ignorar los aspectos más fundamentales de diseño de acuerdo al reglamento y sus normas técnicas es realizar un diseño insuficiente e ineficiente por lo que se debe tener en cuenta las posibles revisiones como son los estados límite de falla y de servicio logrando una correcta transmisión de columnas y muros a cimentación y posteriormente al terreno.

B.- FALLAS EN LAS EXCAVACIONES

Durante las excavaciones previas para desplantar una estructura, se pueden presentar fallas de diferente clase y magnitud que pueden sobrepasar los estados límite como son para el caso de excavaciones:

El estado límite de falla que se presenta cuando hay colapsos de taludes, fallas en la cimentación de estructuras colindantes, falla de fondo, etc.

El estado límite de servicio que se refiere a los movimientos verticales y horizontales producidos por el área de excavación y sus alrededores.

Fallas que a continuación numeramos y comentamos brevemente:

b.1) La falla de taludes.- Se puede presentar porque sobre el terreno gravitan sobrecargas de gran magnitud que no se consideraron, como pueden ser vibraciones de la maquinaria de excavación y equipo como revolvedoras de concreto, perforadoras para la colocación de anclas, etc.

b.2) La falla de fondo.- Es una de las causas de falla más frecuentes y peligrosas en excavaciones además hechas en arcilla. Caracterizándose por un asentamiento del terreno vecino, y un levantamiento rápido del fondo de la excavación; aquí lo que sucede es que el material vecino fluye hacia el centro de la excavación, debido a una falla por cortante. (Ver fig. 5.II)

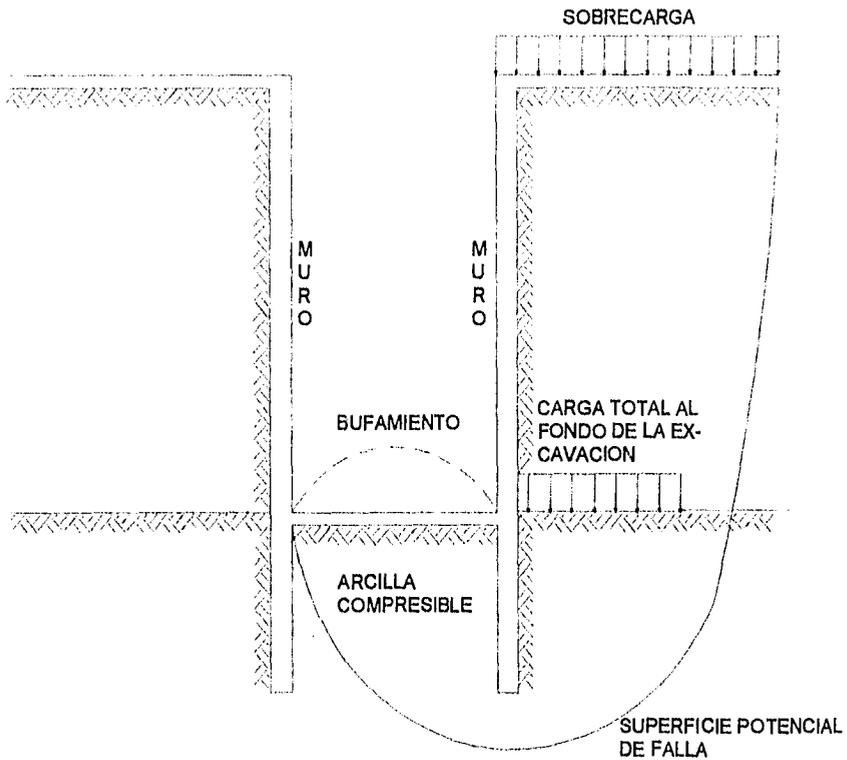


FIG. 5.II MECANISMO DE FALLA DE FONDO EN EXCAVACIONES.

b.3) La falla por subpresión.- Se puede producir en edificios a base de cimentaciones compensadas, y es el producto del empuje vertical de agua que los hace prácticamente flotar sobre el terreno.

b.4) Asentamiento del terreno natural adyacente a las excavaciones.- En el caso de los cortes ademados en arcillas blandas las fallas de las construcciones vecinas son ocasionadas por un asentamiento del terreno natural adyacente a las excavaciones, debido a un mal diseño de los soportes que permiten un movimiento horizontal muy grande.

C.-FALLAS EN LAS ESTRUCTURAS

c.1)Falla de la cimentación.- Una de las principales causas que ocasionan desperfectos a las estructuras es la falla de la cimentación, pues de esta depende su estabilidad, es decir una falla en la cimentación se refleja inmediatamente en la estructura ya que aparecen grietas en los elementos estructurales y no estructurales.

c.2) Falla por flexión.- El proporcionar acero de refuerzo longitudinal insuficiente en los elementos estructurales es hacer que trabajen a tensión, y el concreto tiene una resistencia casi nula para soportar tensiones.

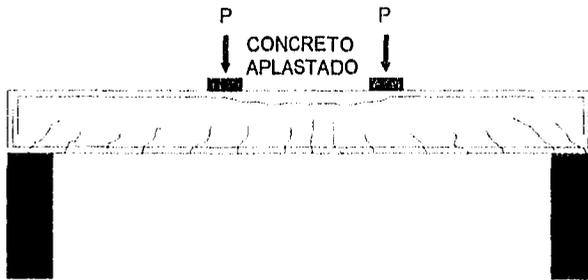
La falla por flexión se manifiesta por la formación de grietas verticales al centro de las vigas que se van incrementando tanto en número como en abertura, siendo esto síntoma de que el acero está fluyendo incrementándose notablemente la compresión hasta producir la falla.

En las fallas por flexión podemos distinguir dos tipos que son:

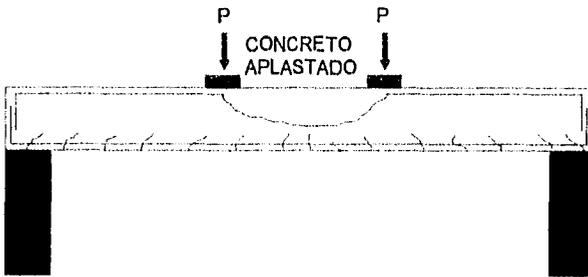
- Falla dúctil.- Un miembro tiene falla dúctil cuando en el momento de su colapso, presenta grandes deflexiones. Esto como resultado de que el acero de refuerzo longitudinal alcanzó a fluir antes de que se presentara la carga máxima de falla.

- Falla frágil.- Ocurre cuando el acero de refuerzo longitudinal no fluye antes del aplastamiento del concreto en compresión, ocasionándose con esto que se tenga una mínima deflexión del elemento antes de su colapso. (Ver fig. 6.II)

C.3) Falla por cortante.- En las fallas de este tipo se forman grietas inclinadas a 45° , antes de la falla la grieta inclinada puede aparecer súbitamente y extenderse inmediatamente hasta producir el colapso, esta falla es conocida como tensión diagonal. Existe otro tipo que se caracteriza porque la resistencia se alcanza cuando se presentan extensos agrietamientos longitudinales a nivel del acero de tensión y se denomina falla de adherencia por cortante. (Ver fig. 7.II)

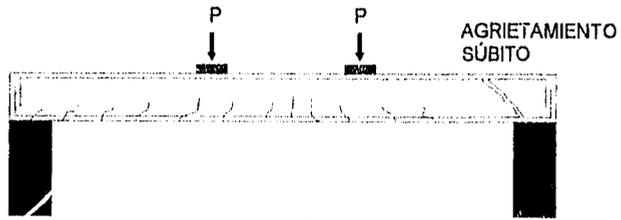


A) VIGA SUBREFORZADA

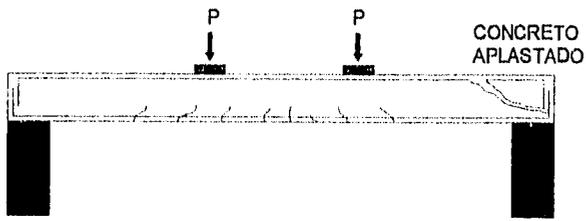


B) VIGA SOBREFORZADA

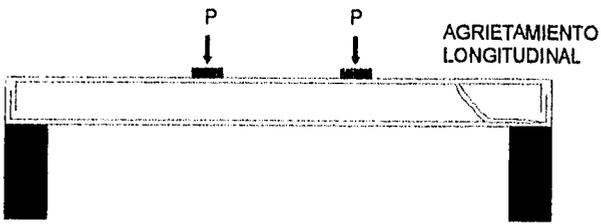
FIG. 6.II MECANISMO DE AGRIETAMIENTO DE FALLAS POR FLEXIÓN.



A) FALLA POR TENSIÓN DIAGONAL



B) FALLA EN COMPRESIÓN POR CORTANTE



C) FALLA EN ADHERENCIA POR CORTANTE

FIG. 7.II MECANISMO DE AGRIETAMIENTO DE FALLAS POR CORTANTE.

c.4) Falla por compresión.- Una falla por compresión puede significar la pérdida de estabilidad de la estructura y el desplome de ésta irremediablemente. Consiste en la pérdida de cohesión ya sea de muros de carga o de columna, lo que determina que este tipo de estructuras verticales ya no sean capaces de resistir carga axial, produciéndose como consecuencia un debilitamiento en sentido transversal. La formación de una grieta interna nace en el punto más débil de la zona aplastada y que se va abriendo poco a poco, provocando un ensanchamiento del muro o de la columna, hasta perder el equilibrio y caer. (Ver fig. 8.II)

c.5) Falla por torsión.- Se inicia formándose una grieta inclinada de tensión en una de las caras mayores de los elementos, esta grieta se abre rápidamente y se extiende a las caras menores de ésta y la falla ocurre por aplastamiento del concreto en la cara mayor opuesta. (Ver fig. 9.II)

c.6) Falla por efectos de esbeltez.- Se entiende por esbeltez como una característica de un elemento estructural cuya longitud es considerablemente mayor en comparación con las dimensiones de su sección transversal. Esta característica propicia que el elemento falle por inestabilidad y no por falta de resistencia, ya que se ha observado que cuando se le aplica una carga axial creciente se presenta una flexión súbita produciéndose el colapso inmediatamente por falta de estabilidad. (Ver fig. 10.II)

c.7) Falla por una mala estructuración.- El no procurar darle simetría en rigidez y geometría a la estructura, trae como consecuencia ante cargas laterales concentraciones de esfuerzos en determinadas zonas de algunos elementos que los llevan a la falla. El uso irracional de muros de rigidez y contraventeos, afectan el comportamiento general de la estructura provocando altas torsiones, exigiendo de algunas columnas mayor resistencia para la que fueron diseñadas. El no desligar adecuadamente elementos no estructurales, puede cambiar el comportamiento y respuesta sísmica de cualquier estructura.

d.-FALLAS EN MUROS DE MAMPOSTERÍA

Los muros de mampostería como son los muros diafragma, los muros confinados y los muros reforzados interiormente, son los más empleados en México, aun cuando tienen el inconveniente de sufrir grandes agrietamientos al presentarse deformaciones angulares.

Se presenta a continuación una breve descripción de ellos.

Muros Diafragma

Son muros que llenan claros entre columnas de marcos de concreto o acero, formando

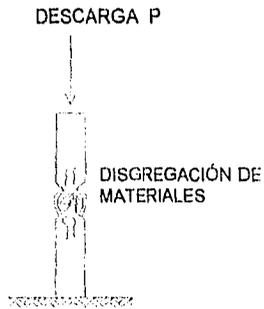


FIG. 8.II FALLA POR COMPRESIÓN.

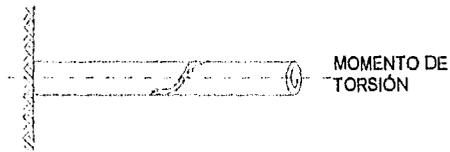


FIG. 9.II FALLA POR TORSIÓN.

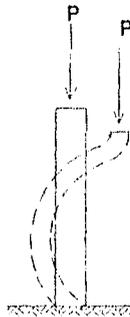


FIG. 10.II FALLA POR ESBELTEZ.

un diafragma que incrementa notablemente la rigidez del conjunto ante cargas laterales, funcionando como puntal de compresión. (Ver fig. 11.II)

Muros Confinados

Este tipo de muros son muy empleados en México por su buen comportamiento sísmico en edificios de hasta seis niveles, construidos a base de muros de carga, y cuyo refuerzo esta perfectamente establecido en el R.C.D.F. (Ver fig. 12.II)

Muros con Refuerzo Interior

Son muros de piezas huecas con refuerzo interior, el cual consiste en colocar varillas verticales en los huecos de estas piezas, así como un refuerzo horizontal en las juntas entre hiladas. (Ver fig. 13.II)

Por otra parte la falla en muros se caracteriza principalmente por la aparición de grietas diferentes según la causa que las produce por lo que se hace necesario realizar una investigación de estas.

INVESTIGACIÓN DE LAS GRIETAS

La investigación de la grieta comprende los siguientes pasos fundamentales.

- 1.- Investigación de la dirección de la grieta, es decir si es vertical, horizontal o diagonal y entre estas si es recta, quebrada; variable o irregular. (Ver fig. 14.II)
- 2.- Se investigará si fractura las piezas, tales como tabicones, bloques, etc. o corre por su contorno, y lo importante es averiguar si la grieta atraviesa la cimentación.
- 3.- Se analizará si el ancho de la grieta es variable, registrando hacia que dirección disminuye o aumenta.
- 4.- Se investigará la profundidad de la grieta, es decir si solo afecta el recubrimiento del muro o lo penetra completamente, para conocer la magnitud del daño.
- 5.- Se observará la alineación de los materiales de ambos lados de la grieta, pues ésta nos dará una idea si la grieta es producto de un empuje paralelo o perpendicular al muro.
- 6.- Se investigará si los bordes de la grieta son agudos, redondos o irregulares; pues los bordes agudos son por tensión, los redondos son por una vibración y los irregulares son por compresión.
- 7.- Se observará por medio de una lupa, si la grieta esta sucia por polvo, insectos, hongos, etc., que nos sirve para saber si la grieta es reciente o no lo es.
- 8.- Finalmente es recomendable tenerla en observación para saber si presenta cambio tanto en longitud como en abertura durante el transcurso de los días y esto se hará mediante el uso de testigos.

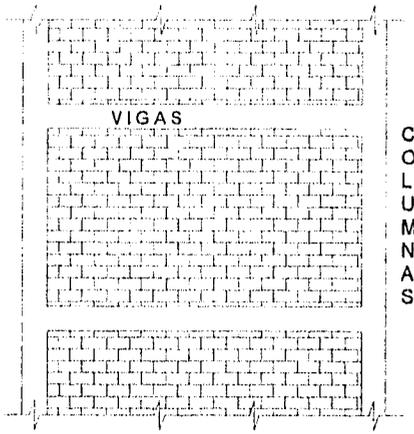


FIG. 11.II MURO DIAFRAGMA.

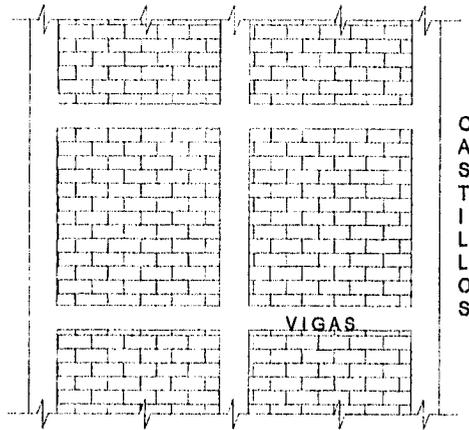


FIG. 12.II MURO CONFINADO.

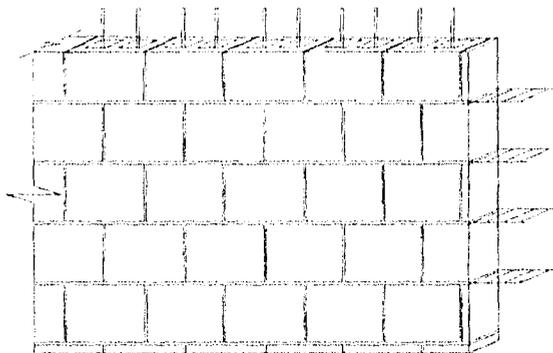


FIG.13.II MURO REFORZADO INTERIORMENTE.

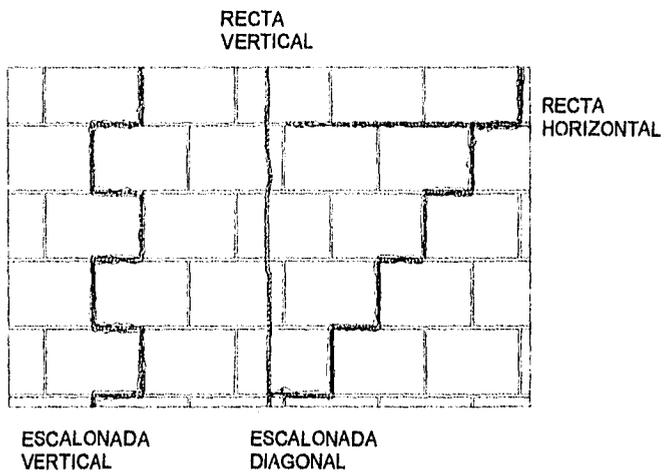


FIG. 14.II TIPOS DE GRIETAS.

Las fallas que se presentan en los muros tienen su origen en errores que se cometen durante su construcción, brevemente se mencionaran los más comunes.

- En ciertas ocasiones se ha visto que los trabajadores usan el mortero de cemento para pegar tabiques después de una hora, cuando éste ya ha alcanzado un estado avanzado de fraguado y que por supuesto presentará escasa adherencia.

- Cuando se trata de tabiques de barro recocido, las piezas se deben humedecer perfectamente para que no absorban el agua de fraguado del mortero, lo cual en muchas ocasiones no se realiza.

- Otro error igualmente grave es el desplome original del muro que muchas veces supera el máximo tolerable, y el trabajador lo trata de enderezar golpeándolo con martillo lo cual le resta cohesión.

- Igualmente se ha visto que en los muros confinados, cuando las varillas de algún castillo están desplazadas de su eje, los trabajadores las doblan para alinearlas, dejándolas inservibles.

- Otro error común es que cuando se hace el colado de los castillos, no se limpia la junta de los residuos de mortero que allí se acumula, ocasionando fallas locales ante alguna distorsión.

Las fallas en muros serán reconocidas por el tipo de grieta que se produce en ellos.

TIPOS DE GRIETAS MAS COMUNES EN MUROS DE MAMPOSTERÍA

d.1) Muros que presentan grietas en diagonal.- Se trata de grietas en diagonal que cortan los dos muros de una de las esquinas de la estructura (edificio), la grieta es más ancha en la parte superior y va disminuyendo conforme se acerca al suelo, esta grieta es producida por un asentamiento de la cimentación en la parte dañada.

d.2) Muros agrietados diagonalmente.- La grieta puede aparecer en cualquier parte del edificio atravesando generalmente la cimentación, pero estas grietas son más anchas en la parte inferior del muro y disminuyen conforme se alejan de la cimentación. Puede ocurrir por el arrastre que ocasiona el levantamiento de la cimentación de un edificio que este cimentado con pilotes de punta.

d.3) Muros con grietas en diagonal.- Se trata de grietas que no atraviesan la cimentación. Son más o menos constantes en su ancho y sí el muro se hizo con mortero pobre la grieta bordeará los tabiques. Puede producirse por una dilatación.

d.4) Muros con grietas verticales.- Se trata de grietas verticales al centro del muro, partiendo de la barrera de impermeabilización, donde es más ancha, para luego ir disminuyendo. Una característica fundamental es que el muro presenta un ligero pandeo hacia afuera lo que produce que la grieta sea mucho mayor en el paramento exterior. Es muy común cuando se construye el muro con tabiques de arcilla con pocos días salidos del horno.

d.5) Muros con grietas verticales (otro caso) .- Se trata de una grieta vertical en la esquina de dos muros, que aparecen a los pocos días de construídos y no atraviesan la cimentación. Es debido a variaciones en la temperatura, produciéndose una compresión que fractura el muro por su parte más débil que es la esquina.

d.6) Muros con grietas horizontales.- Aparecen más frecuentemente en muros divisorios de tabiques que no soportan carga vertical. La grieta se presenta por lo regular al centro del muro debida a contracción durante el fraguado y su posterior envejecimiento.

d.7) Muros con grietas verticales o diagonales.- Se forman abajo de las esquinas de las ventanas y no atraviesan la cimentación, se producen por una contracción de los tabiques o por el envejecimiento de los mismos.

d.8) Muros con grietas horizontales.- Son grietas horizontales que aparecen en las juntas de los tabiques huecos de arcilla a cada cuatro hiladas y su trazo puede ser continuo o intermitente. Son ocasionadas por la oxidación que sufre el acero de refuerzo (escalerilla) que se coloca generalmente a cada cuatro hiladas.

E.- FALLAS EN CUBIERTAS

La cubierta es el elemento que tiene la finalidad de cubrir el edificio para proteger su interior de los agentes climatológicos.

Las cubiertas las podemos dividir en dos grupos que son:

- Cubiertas planas
- Cubiertas inclinadas

En lo referente a cubiertas planas trataremos las losas de concreto, que podemos definir las como: Elementos estructurales cuyas dimensiones en planta son relativamente grandes en comparación con su peralte, diseñadas principalmente para soportar cargas normales a su plano. Las que se pueden clasificar según su tipo de apoyo en:

- e.1) Losas apoyadas en vigas paralelas.
- e.2) Losas apoyadas en todo su perímetro.
- e.3) Losas apoyadas directamente en columnas.
 - e.3.1) Losas macizas.
 - e.3.2) Losas aligeradas.

COMPORTAMIENTO Y FALLA DE LOSAS

e.1) Losas apoyadas en vigas paralelas.- Este tipo de losas tienen un comportamiento similar al de una viga de concreto reforzado. (Ver fig. 15.II)

La falla a flexión se manifiesta por la formación de grietas verticales al centro de la losa llegando hasta el eje neutro, y en las losas continuas cerca de las columnas con recorrido de arriba hacia el eje neutro, que va incrementándose tanto en número como en abertura, siendo síntoma de que el acero está fluyendo, hasta que el concreto es incapaz de tomar la compresión y se aplasta llegándose así a la falla del elemento. La falla por cortante se produce por una escasez de peralte y ocurre en forma frágil.

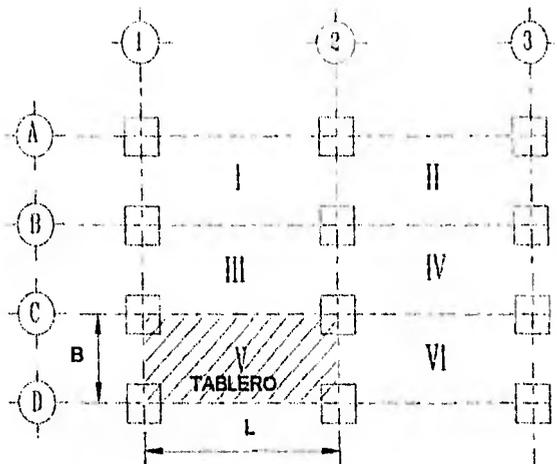
e.2) Losas apoyadas en todo su perímetro.- En México son las losas que más se emplean en la construcción de edificios de claros pequeños debido a su buen comportamiento y las fallas que pueden ocurrir en éstas son: (Ver fig. 15.II)

Grandes deflexiones.- Es una de las más comunes y puede ser atribuida a errores en el diseño que no cumplió con el peralte mínimo en función de su perímetro, esta falla se puede corregir colando una viga al centro de la losa.

Errores en el cálculo del acero de tensión.- En la mayoría de los casos son cometidos por personas que carecen de los conocimientos técnicos necesarios para poder calcularlo.

Agrietamientos.- El agrietamiento en losas perimetralmente apoyadas en la práctica se presenta raras veces y en los casos detectados son ocasionados por errores muy importantes y generalmente se deben a una incorrecta colocación del acero de refuerzo o debidos a no considerar efectos que a última hora se presentan. (Ver figs. 16.II.1 y 16.II.2)

e.3) Losas apoyadas en columnas.- Son losas que se apoyan sobre las columnas sin la intermediación de vigas, pudiendo tener ampliaciones en las columnas por medio de un capitel o de la losa con un ábaco. (Ver fig. 17.II)



ESTRUCTURALMENTE PARA CUALQUIER TABLERO DE LOSA SE TIENE QUE:

- SI $L/B \leq 2$ LOSA APOYADA PERIMETRALMENTE
- SI $L/B > 2$ LOSA APOYADA EN UNA DIRECCIÓN

FIG. 15.II CLASE DE LOSA SEGÚN EL TIPO DE APOYO.

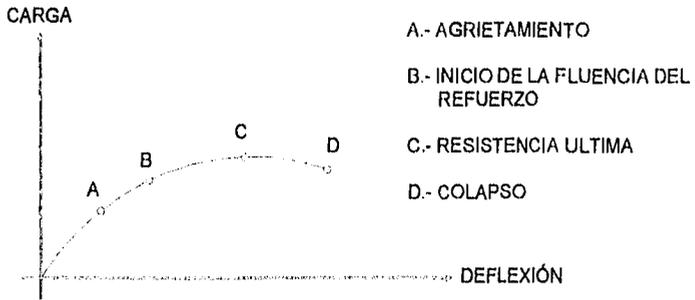


FIG. 16.II.1 GRAFICA CARGA-DEFLECCIÓN AL CENTRO DEL CLARO DE UNA LOSA PERIMETRALMENTE - APOYADA.

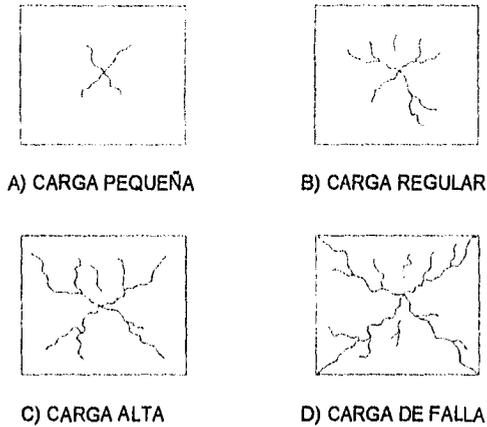


FIG. 16.II.2 AGRIETAMIENTO CARACTERISTICO EN LOSAS PERIMETRALMENTE APOYADAS.

Este tipo de losas planas pueden fallar en cortante por penetración o por flexión; la falla por cortante que es la más común consiste en la penetración de la columna dentro de la losa, formándose un cono o pirámide truncada (Ver fig. 18.II).Las fallas por flexión ocurren después de que las losas experimentan grandes deformaciones y de que el acero fluye en varias zonas.Existiendo dos configuraciones de agrietamiento.

- En la primera las grietas se forman en la cara superior de la losa a lo largo de los ejes de las columnas y en la cara inferior a lo largo de los ejes centrales.
- En la segunda se forman grietas radiales que parten de las columnas en la cara superior de la losa y grietas circunferenciales en la cara inferior. (Ver fig. 19.II)

Las fallas que se han analizado son de las más significativas dentro de la construcción urbana, ya que cualquiera de ellas representa que la posible restitución, indemnización y reparación de daños puede quedar económica y legalmente fuera del alcance de una sola persona que asuma la totalidad de la responsabilidad.

Existen fallas menores las cuales suelen no representar inversiones extraordinariamente significativas, ni peligro alguno, como suelen ser daños en acabados y revestimientos, deformaciones en puertas y ventanas, falla en pisos, rotura de vidrios por fuerza de causa mayor (sismos), así como fallas en instalaciones hidráulicas y sanitarias, etc.

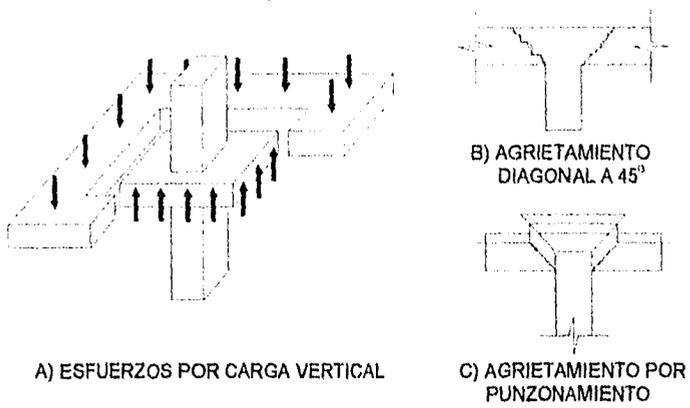


FIG. 18.II FALLA DE UNA LOSA PLANA POR CORTANTE.

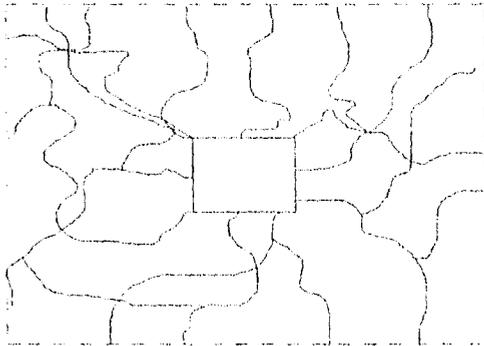


FIG. 19.II AGRIETAMIENTO DE UNA LOSA PLANA.

II.3 CONSECUENCIAS JURÍDICAS POR LA APARICION DE FALLAS (DAÑOS Y PERJUICIOS)

Siendo la construcción urbana una actividad dentro de la ingeniería civil de alto riesgo, en la cuál existe la intervención de una cantidad sumamente grande de participantes, los cuáles pueden ser personas físicas o morales de muy diversa actividad y especialización interrelacionadas en el proceso de planeación, construcción, operación y mantenimiento.

Y considerando que el tiempo de su intervención es tan variable para cada participante se deriva una situación muy incierta de riesgos de toda naturaleza que pueden desembocar en fallas y en daños significativos para la terminación adecuada de la construcción o en daños y perjuicios a terceras personas inclusive muchas veces ajenas completamente al proyecto, lo cuál puede ocasionar conflictos legales de muy difícil interpretación; ya que no existen normas jurídicas que observen en rigor está interrelación, ni deslinde responsabilidades, por tal razón pueden surgir entre ellos responsabilidades de todo orden.

Es necesario hacer mención que cada uno de los participantes desempeñan sus funciones bajo disposiciones particulares de sus propios convenios y contratos. Cualquiera de ellos pueden incurrir en actos dolosos, negligentes o imprudenciales que pueden traducirse en fallas de diversa naturaleza.

Desde aquellas fallas de poca importancia como el daño en los acabados, agrietamiento de pisos, etc. en cuyo caso la reparación o indemnización no representa una inversión significativa en comparación con la inversión del proyecto, ni peligra la seguridad de la construcción o vida humana alguna, hasta aquellas fallas cuya aparición pone en riesgo inminente la vida humana y la estabilidad de la estructura exigiendo la reparación inmediata o la demolición parcial o total en cuyo caso se hace necesaria la intervención de especialistas técnicos cuya finalidad es elaborar un dictamen técnico, el cuál ha de ventilar la causa posible que disparó o provoco la falla y permite de manera nítida el deslinde de responsabilidades con la consecuencia inmediata de que los participantes pueden verse demandados dentro del marco jurídico del derecho y desafortunadamente pueden afectar los intereses de personas totalmente ajenas durante y aún después de que el proyecto ha sido realizado.

Debido a la incertidumbre en la responsabilidad que les compete a cada uno de los múltiples participantes, es frecuente atribuirle a una sola persona a la cual se le adjudica un tiempo finito de responsabilidad administrativa, sin embargo esta debería ser compartida con todas las partes que intervienen en el proyecto, resulta inconcebible que una sola persona se le asigne la presunta culpabilidad de todo tipo (laboral, civil, penal, etc.).

En virtud de los costos de inversión tan elevados en la construcción de obras urbanas y que los de restitución, indemnización y de reparación de daños pueden ser ilimitados, no puede recaer tanta responsabilidad en una sola persona. Para lo cual se han de prever los derechos y obligaciones en forma clara y precisa con las respectivas formalidades que el derecho exige.

Las consecuencias por la repentina aparición de fallas son molestias de diversa índole que van desde conflictos internos entre los participantes por la falta de exactitud en sus alcances dentro de la obra, pérdida de tiempo cuando la situación asume un carácter jurídico pues es solicitada su presencia en los respectivos juzgados, multas económicas, y tal vez por que no mencionarlo el cese inmediato del cargo que se desempeñaba.

Generalmente ya sea por la poca importancia que se le da al control jurídico; por la simplicidad o bien por temor, nadie quiere asumir las futuras responsabilidades.

La ingeniería legal en México ha propuesto una estructura técnico-jurídica y administrativa que asigne y ubique la participación de cada persona o entidad, que deslinde sus responsabilidades y las extinga en su caso.

III.- DEMOLICIONES Y RECONSTRUCCION DE EDIFICIOS

III.1 ANTECEDENTES

Los movimientos que se asocian a un sismo son una de las principales causas del deterioro de estructuras, con consecuencias que pueden llegar a provocar el colapso total de la misma y en algunas otras ocasiones disminución significativa de la resistencia en sus principales elementos, a tal grado de que sea necesaria su remoción por motivos de seguridad, por lo tanto es necesario conocer y entender el fenómeno sísmico el cuál resulta ser un evento impactante por razones obvias, la descomunal energía que libera, su imprevisibilidad e inevitabilidad, la rapidez de sus efectos y por que una vez desencadenado en pocos segundos se derrumban las obras construidas por el esfuerzo de los hombres ello nos obliga a realizar una breve descripción de los sismos.

CAUSA DE LOS SISMOS

La teoría moderna de tectónica de placas sostiene que el cascarón o litosfera de la tierra está constituido por placas relativamente rígidas, denominadas Placas Tectónicas, las cuales tienen movimientos relativos una respecto a la otra, alcanzando desplazamientos relativos entre ellas desde décimas de milímetros hasta 10 cm por año próximamente.

De acuerdo con está teoría se concluye que un sismo ocurre cuando existe un desplazamiento de una falla del terreno; y por falla se entiende el área sobre la cuál se deslizan dos placas tectónicas. (Ver fig.1.III)

El movimiento de una placa bajo o sobre otra no es continuo, esto se debe a la fricción existente entre ambas placas, que impide el deslizamiento posteriormente se van acumulando fuerzas hasta exceder a las de fricción que hay en las placas produciéndose un deslizamiento súbito provocando las ondas sísmicas o vibraciones de la masa terrestre dando como consecuencia un temblor o terremoto.

En la actualidad se han identificado seis grandes placas y seis menores; en este sentido, las zonas altamente sísmicas de México se hayan asentadas en el borde de cuatro placas: la del Pacífico, la de Norte América, la del Caribe y la de Cocos, ésta última es la más activa de todas extendiéndose desde la costa de Colima hasta Centro América en el Pacífico, siguiendo aproximadamente el borde de la plataforma Continental Mexicana, y hacia el Sur la isla de Cocos muy cerca del Ecuador.

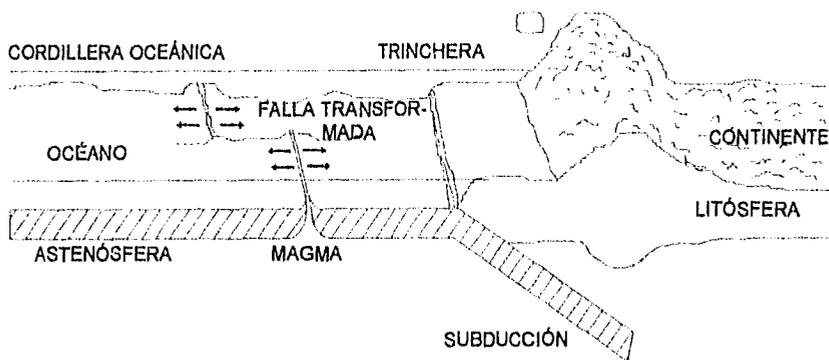


FIG. 1.III MOVIMIENTO DE PLACAS TECTÓNICAS.

México está situado en el extremo de la placa de Norte América, colindando hacia el - Sur con una ancha zona de fallas en la frontera con Guatemala. Hacia sus bordes Oeste y Sur a lo largo de la costa nuestro país colinda con la placa de cocos y la del pacífico.

De esta manera, las placas influyen en el comportamiento geológico mexicano, al interactuar en sus deslizamientos, ya que la placa norteamericana choca contra la placa del pacífico y la de cocos. En consecuencia, la placa de cocos choca contra el territorio mexicano.

EFFECTO DE LOS SISMOS EN LA CIUDAD DE MÉXICO.

En virtud de encontrarse en la zona de influencia de la placa de cocos y debido a las características geológicas del subsuelo de la ciudad de México, el área que ocupa la ciudad se ha visto afectada por movimientos sísmicos de gran magnitud. El efecto más importante es el conocido como "Ciudad de México", único en el mundo, en el que el acoplamiento de resonancias no solo se realiza entre sismo y el subsuelo, sino también entre subsuelo y edificio. La forma en que se expresó este efecto en 1985 fue la siguiente.

-Se produjo una caja de resonancia que amplificó de 5 a 20 veces el período de frecuencia de las ondas sísmicas, lo que provocó que el subsuelo de la zona centro oscilara en lapsos que van de tres segundos, y que el desplazamiento horizontal de la ciudad alcanzara de 10 a 40 centímetros hacia cada lado, con frecuencia de dos a cinco segundos.

LOS SISMOS DE SEPTIEMBRE DE 1985 EN LA CIUDAD DE MÉXICO Y LA MAGNITUD DE DAÑOS.

En la Ciudad de México se presentó un sismo de origen tectónico provocado por la incrustación de la placa de cocos por debajo de la placa continental, fenómeno mejor conocido como subducción. En este caso la ruptura de placas tectónicas se inició en la frontera con Colima y Michoacán, hacia Petatlán en el estado de Guerrero. El área de influencia de este terreno, partiendo de su epicentro fue de 800 kilómetros de radio, resultando afectadas parcial o totalmente las superficies de los estados de Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Colima, Chiapas, Tlaxcala, Puebla, Veracruz, México y en especial el Distrito Federal.

El 19 de septiembre de 1985 a las 07:17 horas comenzó el movimiento telúrico, alcanzando una magnitud de 8.1 grados en la escala de Richter, teniendo su epicentro localizado a los 17 grados 58 minutos de latitud Norte y a los 120 grados 47 minutos de longitud Oeste, a unos 30 kilómetros de las poblaciones de Lázaro Cardenas y -

Melchor Ocampo. A las 07:19 horas; después de haber viajado 360 kilómetros, las ondas sísmicas arribaron a la Ciudad de México.

La gran duración del terremoto de aproximadamente dos minutos, causó pérdida de vidas humanas y daños materiales, especialmente en la zona lacustre, ya que el terreno en ésta área tiene un período natural de vibración semejante al período del sismo, lo que provocó que con la llegada de cada nueva onda se incrementara la aceleración en un 20 por ciento de la gravedad asociada de un período largo de aproximadamente dos segundos, produciendo reverberaciones, debidas a la conformación geológica de la zona.

Los daños ocasionados por los sismos del 19 y 20 de septiembre a la Ciudad de México y a sus habitantes, han sido de los más importantes con respecto a otros fenómenos sísmicos. Se registraron más de 12 mil inmuebles afectados, presentando el 47% daños menores, el 38% fracturas y el 15% desplome con derrumbe parcial o total.

Los principales inmuebles que resultaron afectados eran de uso habitacional y representaron el 65.4% del total; en segundo término el comercial con el 14.0%; de uso educativo 13.0%; oficinas 6.0%; el 0.7% hospitalarios; 0.6% recreativo y 0.3% industrial.

El sistema de abastecimiento de agua potable dejó de proporcionar un gasto de 7600 litros por segundo a la Ciudad, debido a 38 fracturas en los acueductos del Sur-Oriente de la Ciudad.

En el sistema de drenaje se detectaron daños en estructuras importantes como el interceptor Centro-Poniente del drenaje profundo que presentó fisuras en una longitud de aproximadamente 300 metros, el emisor central del drenaje profundo presentó fisuras en el tramo comprendido de las lumbreras 9 a la 14.

La infraestructura de aguas tratadas presentó fugas en los conductos de las delegaciones Miguel Hidalgo e Iztapalapa. En las líneas que derivan de la planta de Cacán, se dañó un kilómetro de tubería de 50 centímetros de diámetro.

En lo que respecta a vialidad se registraron daños por fracturas, grietas y hundimientos en calles, avenidas, vías rápidas y ejes viales; en lo perteneciente a carpeta asfáltica o de concreto, banquetas y guarniciones, etc.

Sufrieron daños graves en su estructura las centrales telefónicas de San Juan Iztapalapa, Lindavista, Tlatelolco, Hidalgo y Victoria, esta última con daños importantes en sus tres primeros niveles.

El servicio de energía eléctrica, tras el primer temblor tuvo una merma en su capacidad de servicio del 40% aproximadamente.

Con respecto al transporte, del total de 220 rutas de autotransportes urbanos de pasajeros R-100, resultaron afectadas el 40% de la unidades. En el sistema de transporte colectivo metro fue disminuida su capacidad de servicio en un 32% del total. El servicio de transporte eléctrico resintió los efectos del sismo con daños en un 23% de su infraestructura y un gran número de vehículos particulares resultaron dañados debido a los derrumbes.

De esta manera y apartir de la catástrofe que cobró dimensiones inesperadas, la Ciudad de México se convirtió automáticamente en un laboratorio que albergó a peritos especialistas de otras naciones y que trabajando conjuntamente con profesionistas del país relacionados con el proyecto y construcción de obras urbanas se dieron a la tarea de realizar peritajes con el objeto de lograr la realización de evaluaciones técnicas de los daños en las estructuras.

III.2 EVALUACIÓN TÉCNICA Y JURÍDICA DE DAÑOS - DICTÁMENES PERICIALES -

Después de un sismo, se deben llevar a cabo una gran cantidad de inspecciones de edificios para determinar la magnitud de daños y para realizar una clasificación de los mismos. Posteriormente se deben realizar dictámenes técnicos para determinar las posibles soluciones o, en su caso, la demolición de edificios dañados.

La inspección preliminar consiste en una revisión ocular de toda la estructura para lograr la identificación de los daños existentes en la misma, así como para poder comprender el sistema estructural y su comportamiento ante los fenómenos sísmicos.

Es necesario que en la ejecución de un peritaje, el especialista se apoye en herramientas complementarias para obtener la información que se pretende en una inspección ocular, es bueno contar mínimo con los siguientes aparatos:

- Binoculares : Para inspeccionar las partes más altas del edificio.
- Grabadora portátil o libreta de apuntes : Para registrar la información oral.
- Cámara fotográfica o de video : Para tener un registro permanente de la información y que pueda ser transmitido de una persona a otra.
- Lupa : Para inspeccionar a detalle el estado de los materiales, por ejemplo si una grieta es reciente o no, mediante la observación de pintura en sus bordes y presencia de hongos, etc.
- Plomada : Que se empleara para checar la verticalidad del edificio en estudio.
- Otros que el especialista juzgue convenientes.

Para una correcta evaluación de los daños y sus causas es necesario identificar el sistema estructural utilizado en el edificio. También es importante tomar nota de los sistemas de cimentación empleados .

Para que la evaluación técnica de las edificaciones ante los sismos sea correcta se deberán conocer los diferentes tipos de estructuración y cimentación más comunes, además de su respuesta sísmica. Por tal motivo se presenta un breve resumen de dichas características.

TIPOS DE ESTRUCTURACIÓN USADOS EN MÉXICO

Son predominantes en la Ciudad de México seis tipos de estructuración que a continuación se describen brevemente :

El primero corresponde a edificios antiguos construidos con gruesos muros de carga de mampostería y sistemas de piso a base de vigas de madera o acero sobre las cuales se apoyan bóvedas de ladrillo o tablonés de madera, o a base de arcos y bóvedas de piedra (Ver fig. 2.III).El segundo tipo es la versión moderna del anterior, con muros de mampostería más delgados y reforzados con dadas y castillos de concreto y con sistemas de piso en base a losas de concreto reforzado perimetralmente apoyadas. (Ver fig. 3.III)

El tercer tipo de estructura corresponde a marcos formados por columnas y travesaños peraltados con sistemas de piso que consiste en losas de concreto reforzado perimetralmente apoyadas (Ver fig. 4.III).El cuarto tipo es a base de marcos formados por columnas y losas planas o aligeradas que en general resultan ser muy flexibles. (Ver fig. 5.III)

Los tipos de estructuración quinto y sexto son similares a los dos anteriores pero cuentan con elementos de rigidez adicionales como son muros de concreto o de mampostería o elementos diagonales de contraventeo de acero o de concreto, ubicados en algunas crujeas para reducir los desplazamientos laterales y mejorar el comportamiento general de la estructura. (Ver figs. 6.III Y 7.III)

COMPORTAMIENTO SÍSMICO Y ALGUNAS DESVENTAJAS

El primer tipo de estructura por contar con muros en ambas direcciones es muy rígida y sus períodos naturales de oscilación son virtualmente menores de 0.5 segundos por lo que su respuesta en terreno comprensible fue satisfactoria, sin embargo la falta de confinamiento adecuado en esquinas y remates generó algunas fallas menores.

El segundo tipo tuvo un comportamiento satisfactorio debido a que como en el caso anterior, sus períodos de oscilación son cortos y presentan la ventaja de tener muros confinados.Sin embargo algunas construcciones sufrieron daños por golpes recibidos de alguna estructura cercana y hundimiento diferencial.

EL tercer tipo de estructuración de forma esquelética es uno de los más comunes en la actualidad y pueden ser de material concreto reforzado ó acero estructural con uniones soldadas, remachadas ó atornilladas.Este tipo de construcción fue de los más afectados por el sismo ya que para muchos edificios su período natural de oscilación fue cercano al del movimiento del suelo y sus desplazamientos muy grandes por ser estructuras poco rígidas.

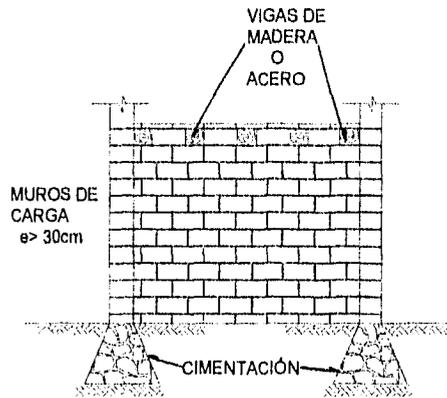
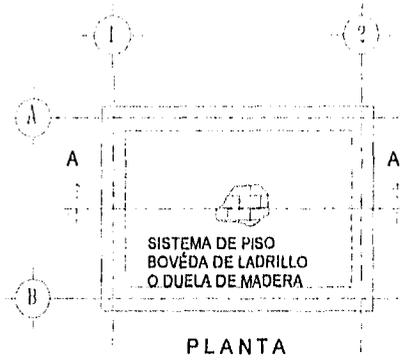


FIG. 2.III PRIMER TIPO DE ESTRUCTURACIÓN.

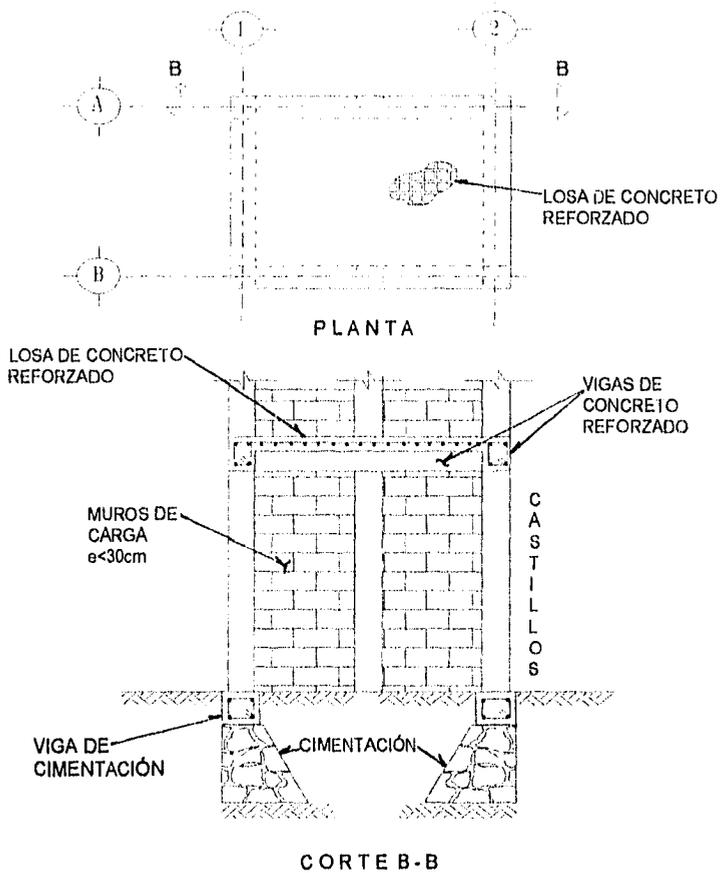


FIG. 3.III SEGUNDO TIPO DE ESTRUCTURACIÓN.

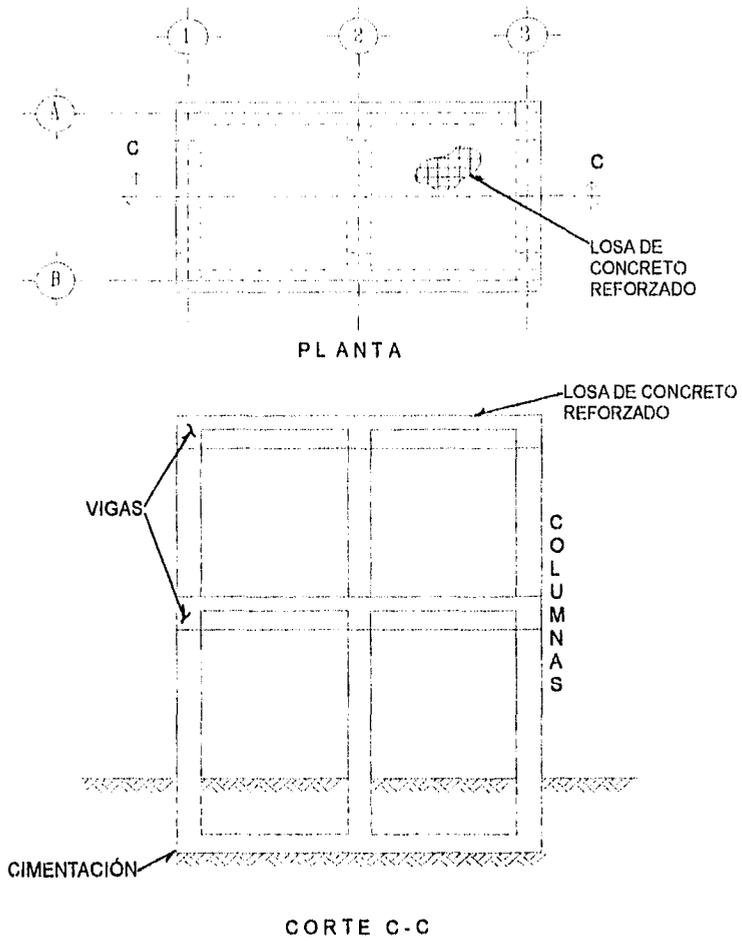


FIG. 4.III TERCER TIPO DE ESTRUCTURACIÓN.

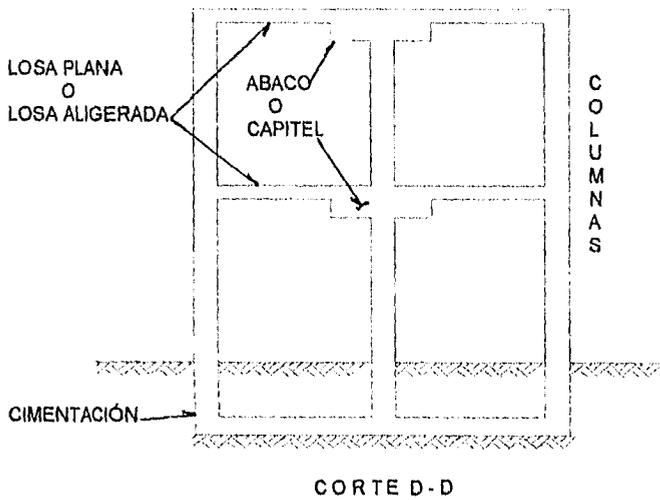
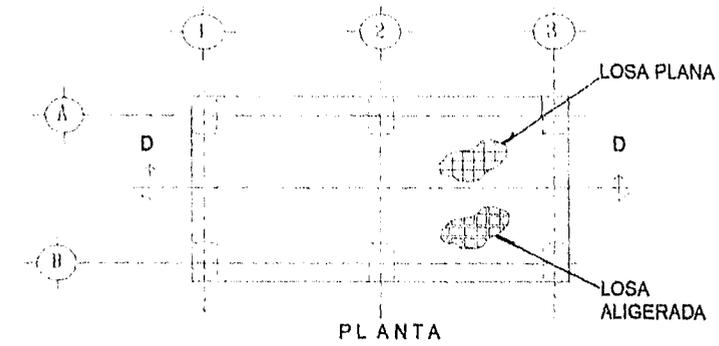


FIG. 5.III CUARTO TIPO DE ESTRUCTURACIÓN.

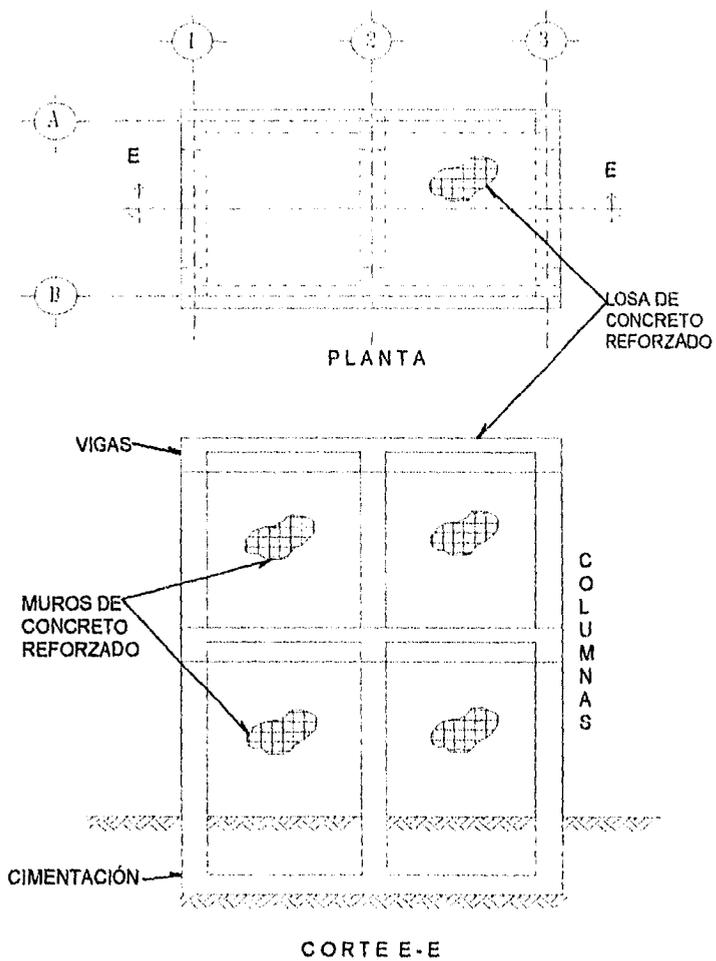


FIG. 6.III QUINTO TIPO DE ESTRUCTURACIÓN

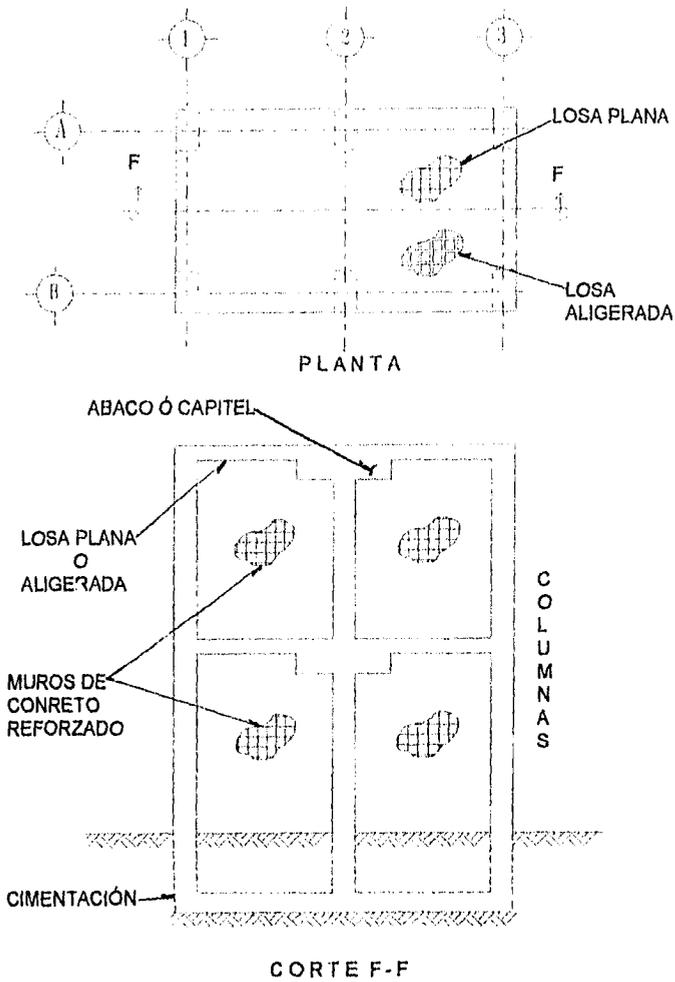


FIG. 7.III SEXTO TIPO DE ESTRUCTURACIÓN.

Los principales daños encontrados en edificios de concreto con este tipo de estructuración fueron: agrietamientos diagonales en vigas y en columnas debido a fuerza cortante, pérdida de concreto en unión viga-columna. También fue muy común la formación de grietas diagonales cercanas a las zonas de mediana altura de la columna.

Es notorio en este tipo de estructuras, que las columnas tuvieron un comportamiento poco deseado ya que en éstas se presentó la mayor cantidad de fallas en lugar de las trabes en ese aspecto, tuvieron mejor comportamiento las columnas de sección circular zunchada con refuerzo helicoidal. En cuanto a los edificios de estructura metálica, se observó que apesar de los grandes desplazamientos que sufrieron, se comportaron adecuadamente debido a la gran ductilidad del conjunto. Principalmente fueron severamente castigadas por el movimiento sísmico las estructuras de concreto reforzado comprendidos entre los seis y quince pisos, no así los de gran altura y muy flexibles.

El cuarto tipo de estructuración tuvo daños debido a su excesiva flexibilidad ya que la conexión entre losa plana y columna es poco efectiva para transmitir esfuerzos importantes provocados por fuerzas horizontales. Las fallas más representativas son la penetración de la losa a través de las columnas. La estructuración con losa plana aligerada ó maciza no es adecuada en zonas de alta sismicidad, a menos que se rigidicen los marcos mediante muros de cortante en ambas direcciones tratando de reducir en lo posible la asimetría.

El quinto y sexto tipo de estructuración en los que los muros que desde el diseño fueron considerados como parte integrante de la estructura, resultaron muy convenientes ya que además de rigidizar contra desplazamientos se observó que tiene una mejor distribución en planta que los de relleno, reduciendo con esto el efecto de torsión. En vista del porcentaje de daños sufridos en este tipo de estructura resulta muy conveniente para la construcción en zonas de alta sismicidad.

Adicionalmente a los aspectos que ya se han mencionado, existen varios factores que contribuyeron a que gran cantidad de los edificios dañados sufrieran colapso total, parcial o daño estructural grave. Ellos son:

- 1.- Cargas excesivas. En muchos edificios destinados a oficinas y a bodegas se observó que en algunos pisos se habían acumulado una gran cantidad de archiveros, papel, rollos de tela o costales de granos. Este incremento exagerado en el peso de la construcción condujo a que la acción de fuerzas horizontales sísmicas fuera mayor y además modificó el período de oscilación haciéndolo más largo.

2.- Cambio brusco de masa. El aspecto anterior, cargas excesivas, también generó en las construcciones un cambio muy brusco de masa entre un piso muy cargado y otro cercano cargado en condiciones normales. Con esto, el piso inferior al cargado fue en el que generalmente se presentó la falla.

3.-Aspecto Arquitectónico. Fue notorio que la irregularidad de la construcción vista en planta, ha sido también causante de algunos daños importantes en la estructura, principalmente por las torsiones que sufrieron como ya fue comentado. Tal es el caso de edificios en esquina con grandes claros para iluminación en las fachadas principales, edificios en cuchillas, edificios con planta triangular ó en "L". También el uso de las losas reticulares en zonas sísmicas y la preferencia por tener plantas bajas libres de muros de carga o de relleno.

4.-Modificaciones a la Estructura. En muchas ocasiones se observó que el propietario del inmueble, realizó sin conocimiento de lo que hacía, una serie de modificaciones a la construcción de las cuales la más común fue la de retirar muros de carga, sustituyéndolos con vigas que solo toman la carga vertical pero no restituyen la capacidad de carga horizontal ni la rigidez.

5.- Cambio de uso. También ocurrió que en muchos edificios construidos originalmente para un uso fueron empleados como fábricas, bodegas, archivos, etc., cuya carga excedió considerablemente a la de diseño.

6.-Mantenimiento. En bastantes casos se manifestó la falta de mantenimiento adecuado que produce el deterioro de los materiales de construcción que fue la causa de innumerables daños ocurridos en edificaciones antiguas.

Como resultado de la intensidad del sismo y de los grandes desplazamientos del suelo, muchas cimentaciones sufrieron un excesivo hundimiento e inclinación que condujo al desplome y algún daño estructural.

ESTUDIO ESTADÍSTICO DE DAÑOS EN EDIFICIOS DE CONCRETO AFECTADOS POR SISMOS

Con el propósito de entender el comportamiento de las estructuras afectadas por los sismos de 1985 desde un punto de vista estadístico, se elaboraron una serie de tablas que mostraron las relaciones existentes entre los diversos tipos de estructuración, las fallas que presentaron y las técnicas de reparación utilizadas. La información de entrada fue:

- I.-Información referente a la localización del inmueble.
- II.-Información sobre su estructuración.

III.- Información del modo de falla y de sus posibles causas.

IV.- Información de las técnicas de reparación usadas.

Apartir de esta base de datos fue posible obtener tablas de frecuencias que relacionan entre sí las variables más significativas.

Las conclusiones a las que se puede llegar a raíz del estudio estadístico de los edificios dañados que fueron considerados son las siguientes:

- El modo de falla dominante, tanto en las estructuras de marcos de concreto como en las de losa reticular, fue la falla de los elementos de sustentación, lo que impide establecer distinciones entre el comportamiento de estos sistemas estructurales.

- Las causas principales de los daños fueron la ubicación en esquina y la irregularidad en planta. En menor grado se presentaron problemas debidos a la existencia de planta baja flexible, irregularidad vertical y golpeteo.

- Las técnicas de refuerzo más utilizadas fueron el encamisado de columnas y vigas con concreto reforzado y la colocación de muros de rigidez. Los tipos más comunes de restauración fueron la sustitución de materiales dañados y en menor grado la inyección de resinas. En cuanto a la cimentación lo más frecuente fue la colocación de nuevos pilotes.

- La técnica de refuerzo a la que más se recurrió en las estructuras de menos de 12 niveles fue el encamisado de columnas y vigas con concreto reforzado, utilizándose la colocación de muros de rigidez y nuevos pilotes.

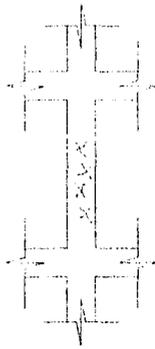
- El tipo de reparación más frecuente en estructuras de losa reticular fue la adición de muros de rigidez, mientras que para las estructuras de marcos de concreto se recurrió en mayor medida al encamisado de columnas y vigas de concreto reforzado.

- El tipo de reparación que más se utilizó cuando se tenía una cimentación tipo cajón fue el encamisado de columnas y vigas, mientras que cuando se tenían pilotes el tipo de reparación más común fue la colocación de muros de rigidez acompañado de nuevos pilotes.

PERITAJES ESTRUCTURALES

A continuación se resumen los daños estructurales más comunes sobre los que se deberá hacer énfasis durante la inspección.

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE DAÑO	CAUSA TÉCNICA
COLUMNAS fig. 8.III	<ul style="list-style-type: none"> - Grietas diagonales - Grietas verticales - Desprendimiento del recubrimiento. - Aplastamiento del concreto y pandeo de barras. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cortante o Torsión - Flexocompresión - Flexocompresión - Flexocompresión
VIGAS fig. 9.III	<ul style="list-style-type: none"> - Grietas diagonales - Rotura de estribos - Grietas verticales - Rotura de refuerzo - Aplastamiento del concreto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cortante o Torsión - Cortante o Torsión - Flexión - Flexión - Flexión
UNIÓN VIGA- COLUMNA fig. 9.III	<ul style="list-style-type: none"> - Grietas diagonales - Falla por adherencia del refuerzo de vigas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cortante - Flexión
SISTEMA DE PISO fig. 10.III	<ul style="list-style-type: none"> - Grietas alrededor de columnas en losas o placas planas. - Grietas longitudinales 	<ul style="list-style-type: none"> - Penetración - Flexión

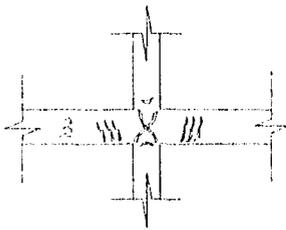


A) GRIETAS DIAGONALES

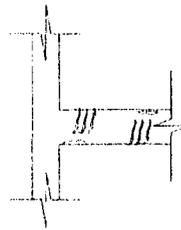


B) APLASTAMIENTO DEL CONCRETO Y PANDEO DE BARRAS

FIG. 8.III DAÑOS EN COLUMNAS.

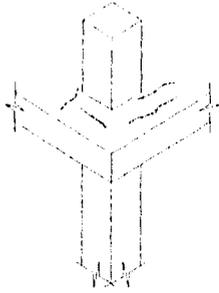


A) GRIETAS DIAGONALES

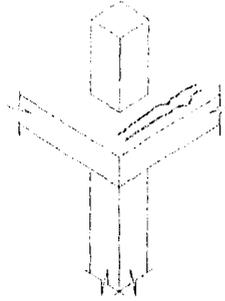


B) GRIETAS VERTICALES Y APLASTAMIENTO DEL CONCRETO

FIG. 9.III DAÑOS EN VIGAS Y UNIONES.

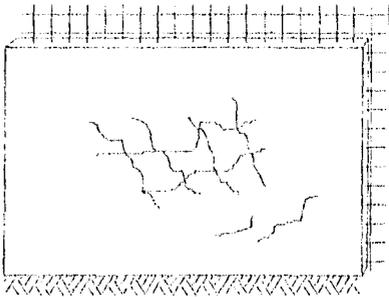


A) GRIETAS POR PENETRACIÓN

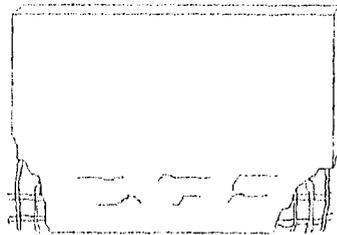


B) GRIETAS LONGITUDINALES

FIG. 10.III DAÑOS EN SISTEMAS DE PISO.



A) GRIETAS DIAGONALES



B) GRIETAS HORIZONTALES Y
APLASTAMIENTO DEL CON-
CRETO

FIG. 11.III DAÑOS EN MUROS DE CONCRETO.

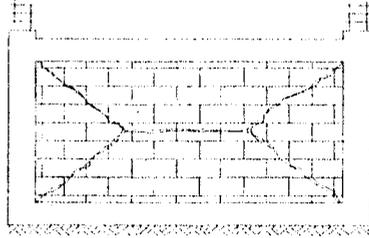
MUROS DE CONCRETO fig. 11.III	- Grietas diagonales	- Cortante
	- Grietas horizontales	- Flexocompresión
	- Aplastamiento del concreto y pandeo de barras.	- Flexocompresión
MUROS DE MAMPOSTERÍA fig. 12.III	- Grietas diagonales	- Cortante
	- Grietas verticales en las esquinas y centro.	- Flexión y volteo
	- Grietas como placa perimetralmente apoyada.	- Flexión

Una vez realizada la evaluación técnica de daños se debe de formalizar la información y respaldarla en una revisión de gabinete procediendo a la elaboración de un dictámen técnico. La ingeniería legal dedica en algunos de sus capítulos el estudio más profundo de un dictámen técnico.

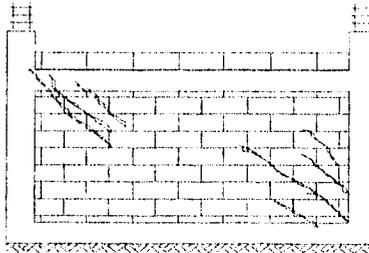
En cuanto a los daños, resulta difícil cuantificar la disminución de la resistencia y rigidez de un elemento estructural. Por lo tanto se muestra la siguiente tabla, en la cual se ha elegido definir magnitudes generales de daños en función de la clasificación del daño y de la solución opcional :

DEFINICIÓN DE MAGNITUD DE DAÑOS

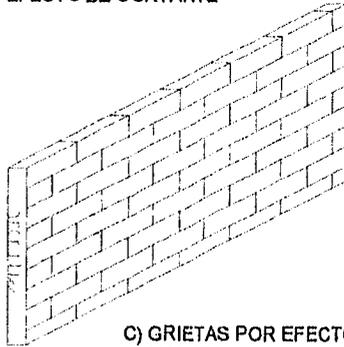
Ligeramente Dañado (LD)	-- El elemento o la estructura prácticamente no requiere reparación.
Moderadamente Dañado (MD)	-- El elemento o la estructura requiere de reparación de daños menores.
Fuertemente Dañado (FD)	-- El elemento o la estructura necesita refuerzo y reparación de daños mayores locales.
Severamente Dañado (SD)	-- El elemento o la estructura requiere reconstrucción. Se observan daños mayores globales.



A) GRIETAS DIAGONALES Y HORIZONTALES POR EFECTO DE FLEXIÓN



B) GRIETAS DIAGONALES POR EFECTO DE CORTANTE



C) GRIETAS POR EFECTO DE VOLTEO

FIG. 12.III DAÑOS EN MUROS DE MAMPOSTERÍA.

Para elementos de concreto reforzado en particular, el ancho de los agrietamientos superficiales puede utilizarse como un buen parámetro para definir en forma preliminar la magnitud de daños como se indica en la forma siguiente :

<u>Agrietamiento</u>	<u>Ancho</u>	<u>Magnitud de daño</u>	<u>Soluciones estructurales</u> <u>posibles (ejemplo)</u>
Fisura	≤ 0.4 mm	LD	No requiere reparación
Grieta	≤ 1.0 mm	MD	Reparación con resinas epóxicas.
Fractura	≤ 5.0 mm	FD	Aumento de dimensiones y acero de refuerzo.
Dislocación	≥ 5.0 mm	SD	Demolición y construcción de un elemento nuevo.

De manera similar, podrán escogerse otros parámetros para definir la magnitud de daños en materiales y sistemas estructurales diferentes.

Durante el proceso de registro de daños de un edificio, es importante realizar un registro completo, objetivo y confiable. Además es recomendable que el perito responsable considere en el sitio la posible solución local del daño. Esto es planear el paso siguiente.

Con la información obtenida por medio de las inspecciones ya mencionadas, resultará fácil realizar un croquis de los daños por niveles y entresijos que muestra en forma cualitativa la distribución de los daños del edificio, como se muestra a continuación:

PLANO DE DAÑOS

(1)	(4)
(2)	(3)

Sector (1)	Tipo de elemento.
Sector (2)	Magnitud del daño.
Sector (3)	Registro detallado.
Sector (4)	Solución local.

Con base en la información que se puede obtener a través de los formatos de evaluación de daños descritos anteriormente, se puede realizar un resumen de los daños estructurales en forma cuantitativa. La información obtenida en este resumen podría procesarse estadísticamente para determinar un índice de seguridad del edificio. Así mismo, dependiendo de la magnitud del daño, podría asignarse un costo promedio de reparación, refuerzo o reconstrucción de los diferentes elementos y así obtenerse también un índice económico. Con base en el croquis de daños y en el resumen de daños, el perito tendrá los elementos suficientes para dictaminar la mejor solución.

ASPECTOS LEGALES DE ESTRUCTURAS DAÑADAS

Es imprescindible mencionar los artículos del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, afines a las construcciones dañadas.

Art. 233. Todo propietario o poseedor de un inmueble tiene la obligación de denunciar ante el Departamento de Distrito Federal los daños de que tenga conocimiento que se presenten en dicho inmueble, como los pueden ser debidos a efectos de sismo, viento, explosión, incendio, hundimiento, peso propio de la construcción y de las cargas adicionales que obran sobre ellas, o a deterioro de los materiales.

Art. 234. Los propietarios o poseedores de inmuebles que presenten daños recabarán un dictámen de estabilidad y seguridad por parte de un corresponsable en seguridad estructural. Si el dictámen demuestra que los daños no afectan la estabilidad de la construcción en su conjunto, o de una parte significativa de la misma, la construcción puede dejarse en su situación actual o bien solo repararse o reforzarse localmente. De lo contrario, la construcción deberá ser objeto de un proyecto de reestructuración.

Art. 235. El proyecto de refuerzo estructural de una construcción, con base en el dictámen a que se refiere el artículo anterior, deberá cumplir con lo siguiente:

1. Deberá proyectarse para que la construcción alcance cuando menos los niveles de seguridad establecidos para las construcciones nuevas en este reglamento;
2. Deberá basarse en una inspección detallada de los elementos estructurales, en la que se retiren los acabados y recubrimientos que puedan ocultar daños estructurales;
3. Contendrá las consideraciones hechas sobre la participación de la estructura existente y de refuerzo en la seguridad del conjunto, así como detalles de liga entre ambas;
4. Se basará en el diagnóstico del estado de la estructura dañada y en la eliminación de las causas de los daños que se hayan presentado;
5. Deberá incluir una revisión detallada de la cimentación ante las condiciones que resulten de las modificaciones a la estructura y;
6. Será sometido al proceso de revisión que establezca el departamento para la obtención de la licencia respectiva.

Art. 236. Antes de iniciar las obras de refuerzo y reparación, deberá demostrarse que el edificio dañado cuenta con la capacidad de soportar las cargas verticales estimadas y 30% de las laterales que se obtendrían aplicando las presentes disposiciones con las cargas vivas previstas durante la ejecución de las obras. Para alcanzar dicha resistencia será necesario en los casos en que se requiera, recurrir al apuntalamiento o rigidización temporal de algunas partes de la estructura.

III.3 ANÁLISIS FINANCIERO DE LA RECONSTRUCCIÓN

La realización de un buen proyecto de reestructuración para un edificio que ha sido seriamente dañado resulta sumamente costoso, sin embargo puede recuperarse la inversión original si consideramos los nuevos valores inmobiliarios de venta o de renta originados por el aumento de la demanda o la ubicación del predio del inmueble que se ha de reestructurar. Lo que no se justifica de ninguna manera es realizar una reestructuración o reparación costosa que resulte inadecuada.

Estudios de carácter técnico, nos proporcionan la mejor alternativa de reestructuración para que el inmueble cumpla con todas las exigencias en cuanto a seguridad se refiere, sin embargo el aspecto económico-financiero es determinante para tomar una decisión de seguir en la idea de llevar a cabo la reestructuración o dar marcha atrás al proyecto.

En este capítulo haremos un análisis apreciativo del verdadero valor financiero de una reestructuración, para lo cual se hace necesario ponderar los siguientes conceptos, como prioritarios y decisivos de elección entre reestructurar o demoler un edificio considerablemente abatido por los daños sufridos durante cualquier fenómeno natural.

1.- Deberá partirse de los resultados establecidos mediante un dictámen pericial de carácter técnico que determine los daños sufridos, así como el estado de falla del inmueble y de un estudio actualizado de mecánica de suelos que revise las características y condiciones del subsuelo.

2.- En el supuesto de la posibilidad de la reconstrucción a través de la reestructuración del mismo, determinaremos con la exactitud deseable, y en base a nuestros conocimientos, el costo presumible de la misma, atendiendo además del costo que origine el proyecto técnico de la reestructuración, a la concurrencia de factores como son : la expedición de los permisos y licencias oficiales y otros tantos aspectos de incertidumbre que tanto afectan los resultados económicos esperables.

3.- Debemos analizar con criterio matemático la conveniencia de reestructurar lo dañado, cuando los daños son sensiblemente serios pero reparables u optar por la demolición del inmueble y volver a edificar, con los conceptos más actualizados del cálculo para diseño y análisis estructural. No olvidemos que existen predios dentro de las zonas urbanas que por su localización tienen un costo excesivamente elevado y en

ocasiones este también se constituye en un aspecto fundamental para reestructurar el edificio. El rigor que se tome en la decisión de demoler o reestructurar es fundamental.

4.- De ninguna manera debemos soslayar, la reacción psicológica del usuario a nivel arrendador o condómino, que preferirá ocupar espacios en los edificios sin antecedentes de falla estructural y en zonas de menor riesgo sísmico de la Ciudad.

Y si a todo ello agregamos los tiempos que requiere una obra de reestructuración, más los costos sumados de las eventualidades por espacios vacíos y los costos directos e indirectos que se anexan, más los factores de incertidumbre que necesariamente son participativos pero imponderables de éste tipo de trabajos, llegaremos a la conclusión de que la relación **COSTO FINAL Y AMORTIZACIÓN** de nuestra inversión puede perder su sentido.

III.4 SECUELA DE TRAMITES PARA LA OBTENCIÓN DE PERMISOS PARA RECONSTRUIR Y DEMOLER

Si un edificio ha sufrido daños severos como el efecto predominante de un fenómeno natural; por ejemplo un sismo. El propietario o poseedor tiene la obligación de notificar a la delegación o municipio dentro del cual se ubique el predio del inmueble, así como consultar con el director responsable de obra y con el corresponsable especialista en ingeniería estructural, con la finalidad de que este último lleve a cabo una minuciosa inspección ocular, realizando un peritaje de los daños que ha sufrido el edificio para posteriormente ejecutar un levantamiento geométrico rescatando sus principales propiedades (mecánicas y geométricas) con el fin de revisar técnicamente el comportamiento estructural del mismo teniendo que elaborar un dictamen técnico definitivo que determine la factibilidad de su inmediata demolición o su posterior reestructuración.

El presente capítulo tiene la finalidad de presentar la secuela de trámites a seguir para obtener los respectivos permisos en caso de que se haya tomado la decisión de demoler o reestructurar una construcción dañada, siendo el más predominante y significativo el de la licencia de construcción.

Del Reglamento de Construcciones de la Ciudad de México en su Título Cuarto Licencia y Autorizaciones; se tiene que:

Art. 54. La licencia de construcción es el acto que consta en el documento expedido por el Departamento, por el que se autoriza a los propietarios o poseedores, según sea el caso, para construir, ampliar, cambiar el uso ó régimen de propiedad a condominio, reparar o demoler una edificación o instalación.

Para la obtención de la licencia de construcción, bastará con efectuar el pago de los derechos correspondientes; y la entrega del proyecto ejecutivo en la delegación donde se localice la obra a realizar, excepto en los casos señalados en que se requiera otras autorizaciones, licencias, dictámenes, vistos buenos, permisos y constancias.

La presentación de la documentación será responsabilidad del propietario o del director responsable de obra en su caso. El Departamento se dará por recibido y no requerirá ninguna revisión del contenido del proyecto; únicamente revisará que se entregue el formato de registro correspondiente, distribuido gratuitamente por el Departamento. El plazo máximo para extender la licencia de construcción será de un día hábil.

Art. 60. El tiempo de vigencia de las licencias de construcción que expide el departamento, estará en relación con la naturaleza y magnitud de la obra por ejecutar.

El propio Departamento tendrá facultad para fijar el plazo de vigencia de cada licencia de construcción de acuerdo con las siguientes bases:

I.-Para la construcción de obras con superficie hasta de trescientos metros cuadrados. La vigencia máxima será de doce meses;

II.- Para la construcción de obras con superficie hasta de mil metros cuadrados, de veinticuatro meses, y;

III.-Para la construcción de obras con superficie de más de mil metros cuadrados, de treinta y seis meses.

Si terminado el plazo autorizado para la ejecución de una obra ésta no se hubiera concluido, para continuarla deberá obtenerse una prórroga de la licencia y cubrir los derechos por la parte no ejecutada de la obra; a la solicitud se acompañará una descripción de los trabajos que se vayan a llevar a cabo y croquis o planos; cuando sea necesario. Si dentro de los seis meses siguientes al vencimiento de una licencia no se obtiene la prórroga señalada, será necesario obtener una nueva licencia para continuar la construcción.

Art. 61. Toda licencia causará los derechos que fijen las tarifas vigentes.

La licencia de construcción y una copia de los planos registrados se entregaran al propietario o poseedor cuando este hubiere cubierto el monto de todos los derechos que hayan generado su autorización, incluyendo las cuotas de reposición de las zonas arboladas que la obra pudiere afectar en los términos del reglamento.

Si en un plazo de treinta días naturales contados apartir de aquel en que debió haberse expedido la licencia, no se presenta el recibo de pagos de derechos respectivos, expedido por la Tesorería del Departamento del Distrito Federal, dicha solicitud podrá ser cancelada.

SECUELA DE TRAMITES PARA OBTENER LA LICENCIA DE CONSTRUCCIÓN PARA REESTRUCTURAR O DEMOLER UN INMUEBLE.

La solicitud de la licencia de construcción deberá ser suscrita por el propietario ó poseedor, la que en su caso deberá contener la responsiva de un director responsable de obra y/o corresponsable.

I.- El propietario, poseedor del inmueble ó el director responsable de obra deberá recabar lo siguientes requisitos:

1.- Para demolición.

- Memoria descriptiva del procedimiento técnico a emplear.
- Programa de demolición.
- Visto bueno de I.N.A.H o de I.N.B.A (en su caso).
- Copia del registro del D.R.O Y Corresponsable.

2.- Para reestructuración o reparación.

- Proyecto estructural de reestructuración.
- Memoria de cálculo.
- Licencia de uso de suelo.
- Visto bueno de I.N.A.H o de I.N.B.A (en su caso).
- Copia del registro del D.R.O Y Corresponsable.

II.- Acudir a la Delegación o Municipio según sea el caso dentro de la cual se encuentre el predio del inmueble por demoler, reestructurar o reparar. Dirigirse específicamente a la oficina de permisos y licencias para construcción.

Para Demolición o Reconstrucción solicitar :

- Un formato de licencia de construcción (Ver formas 1 y 2)
- Un formato anexo de licencia de construcción (Ver formas 3 y 4)
- Un formato denominado anexo " C " (Ver formas 5 y 6)

III.- Realizar el correcto llenado a maquina de los formatos de 1 a 6, mencionados anteriormente.

IV.- Acudir nuevamente a la oficina de permisos y licencias para construcción y hacer la entrega de los requisitos solicitados para demolición o reestructuración según sea el caso mencionados en el primer paso; original y cuatro copias de los formatos de 1 a 6 .

De no existir algún inconveniente deberá acudir a la Tesorería del Departamento del Distrito Federal para realizar el pago por los derechos respectivos y en un plazo no mayor de treinta días entregar su recibo en la oficina de permisos y licencias.



DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL

DELEGACION

LICENCIA DE CONSTRUCCION

FECHA: México, D.F. a

Folio N°

Bajo protesta de decir verdad manifiesto (aclaro) que la presente solicitud de Licencia de Construcción cumple con lo que señala la Ley del Desarrollo Urbano del Distrito Federal en sus Artículos 7°, 8°, 9° y 10°, el Reglamento de Zonificación para el Distrito Federal en sus Artículos 11°, 21°, 31°, 32°, 41°, 42°, 43° y 44°, el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal en sus Artículos 1°, 23°, 30°, 31°, 32°, 33°, 34°, 35°, 40°, 43°, 53°, 54°, 60°, 77° y 80°, así como con la zonificación, uso, densidad y/o intensidad que señala el Programa Patroal de Desarrollo Urbanístico en esta fecha en la delegación correspondiente al predio para el cual se pretende la licencia.

Los datos y la documentación que se presentaron para la presente solicitud se relacionan con todos y cada uno de los datos que se acompañan y que forman parte integrante de ésta.

DATOS DEL PREDIO

Calle _____ N° _____ Colonia _____
 _____ C.P. _____ Boleíta Predial (en su caso) _____

DATOS DEL PROPIETARIO O POSEEDOR

Nombre _____
 Apellido Paterno _____ Apellido Materno _____ Nombre _____
 Calle _____ N° _____ Colonia _____
 Delegación _____ C.P. _____ Teléfono _____

DATOS DEL DIRECTOR RESPONSABLE DE OBRA

Registro N° DRO _____ Nombre y Apellidos _____
 Calle _____ N° _____ Colonia _____
 Delegación _____ C.P. _____ Teléfono _____

FORMA 1

NOMBRE DE LOS CORRESPONSABLES (EN SU CASO)	N° DE REGISTRO	TELÉFONO
	C/SE	
	CDU/A	
	CA	

PARA USO OFICIAL.

Para la Delegación

A. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA OBRA

Zona en que se ubica el predio según Programa Parcial de Desarrollo Urbano _____

El predio se ubica en Zona Especial de Desarrollo Controlado (ZEDEC) SI No

Densidad Permitida (N° de viviendas en su caso) _____ Intensidad permitida en M2 _____

Uso del suelo solicitado _____

Esta solicitud requiere de Licencia de uso de Suelo: No (), SI () N° _____

Solicitud para:

- Obra Nueva Ampliación Modificación Demolición
 Registro Cambio de Uso Reparación Cambio a Régimen de Condominio
 Otros (Especifique) _____

B. CARACTERISTICAS PARTICULARES DE LA OBRA

Superficie del terreno _____ M2 Superficie ocupada en la planta baja _____ M2

Superficie total construida _____ M2 Número de viviendas (en su caso) _____

Área Libre _____ M2, _____ % Altura máxima de la construcción sobre nivel de banquetas _____ M

Número de niveles _____ Número de elevadores _____

Superficie de estacionamiento _____ M2 Número de cajones _____

En caso de demolición indicar los metros cuadrados _____ M2

C. DESCRIPCION DEL PROYECTO (USAR FORMATO ANEXO "C")

NIVEL	SUPERFICIE DE CONSTRUCCION	USO ESPECIFICO (DESCRIPCION)	NIVEL	SUPERFICIE DE CONSTRUCCION	USO ESPECIFICO (DESCRIPCION)
-4			11		
-3			12		
-2			13		
-1			14		
PB			15		
1			16		
2			17		
3			18		
4			19		
5			20		
6			21		
7			22		
8			23		
9			24		
10			25		

FORMA 2

*Para el caso de más pisos usar hoja adicional

con la personalidad que tenemos reconocida en
esta expediente venimos a solicitar la primera prórroga de Licencia de Construcción N°
s expedida el _____ de _____ de _____, manifestando bajo protesta de decir verdad que dicha obra
está en avance de _____

ATENTAMENTE

Nombre y firma del propietario
o poseedor

Nombre y firma del Director
Responsable de obra DRO

Firma y N° de Registro del (os) Corresponsable (s)
CISE, CDUyA, CAI (EN SU CASO)

PRORROGA DE LICENCIA ÚNICA DE CONSTRUCCIÓN

Se otorga la Prorroga de Licencia de Construcción antes referida con una vigencia de _____ días, contados a partir del día _____ de _____ y venciendo el día _____ de _____ de monto total de derechos a pagar N° _____

Según rubro N° _____ de fecha _____ de 19 _____ y de acuerdo con las características de la obra y con el uso del suelo solicitado y conforme a los incisos A y B de esta solicitud.

SUFRAGIO EFECTIVO, NO REELECCION

Nombre, Cargo y Firma

con la personalidad que tenemos reconocida en
este expediente venimos a solicitar la segunda prórroga de Licencia de Construcción N°
s expedida el _____ de _____ de _____, manifestando bajo protesta de decir verdad que dicha obra
está en avance de _____

ATENTAMENTE

Nombre y firma del propietario
o poseedor

Nombre y firma del Director
Responsable de obra DRO

Firma y N° de Registro del (os) Corresponsable (s)
CISE, CDUyA, CAI (EN SU CASO)

LA PRORROGA DE LICENCIA ÚNICA DE CONSTRUCCIÓN

Se otorga la Prorroga de Licencia de Construcción antes referida con una vigencia de _____ días, contados a partir del día _____ de _____ y venciendo el día _____ de _____ de monto total de derechos a pagar N° _____

Según rubro N° _____ de fecha _____ de 19 _____ y de acuerdo con las características de la obra y con el uso del suelo solicitado y conforme a los incisos A y B de esta solicitud.

SUFRAGIO EFECTIVO, NO REELECCION

Nombre, Cargo y Firma

MANIFESTACION DE TERMINACION DE OBRA

Con fecha _____ de _____ de 19 _____ se da aviso de la terminación de la obra que ampara la Licencia de Construcción N° _____ expedida el _____

_____ manifestando así mismo haber cumplido estrictamente con todas y cada una de las disposiciones que para el caso se establecen en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y demás Ordenamientos Legales vigentes aplicables en la materia.

Nombre y firma del
Propietario o
Poseedor

Nombre, Firma y N° de Registro DRO
del Director Responsable de Obra
N° de Registro

Firma y N° de Registro del (os) Corresponsable (s)
CISE, CDUyA, CAI en su caso

AUTORIZACION DE USO Y OCUPACION

Con fecha _____ de _____ de 19 _____ se da aviso de la terminación de la obra que ampara la Licencia de Construcción N° _____ expedida el _____ en virtud de haberse verificado el cumplimiento del proyecto aprobado

en dicha Licencia con base en la manifestación fehaciente del Director Responsable de Obra y del (os) Corresponsable (s), en su caso y haber cumplido estrictamente con las disposiciones relativas establecidas en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y demás Ordenamientos Legales vigentes aplicables en la materia.

Vo. Bo. de Inspección de Obra

Fecha

Vo. Bo. de Revisión

Fecha

SUFRAGIO EFECTIVO, NO REELECCION

Nombre, Cargo y Firma

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

INVERSION	
Valor del terreno	NS _____
Valor de la Construcción	NS _____
Valor total	NS _____

Por la acreditación emitida y suscrita de la manifestación, según (para) que en caso de inscribirse en esta oficina se ratifica en la presente la licencia de construcción, para el desarrollo o ejecución de la obra en el terreno que se indica en el Artículo 89 y 92 de la Ley del Distrito Federal y de la Ley del Distrito Federal y del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal y 347 del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal, así como la aplicación de las medidas que establece el Artículo 40 y 41 de la Ley del Distrito Federal y del Distrito Federal, 60, 91, 80, 85, 341, y 347 del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal, 347, 348 y 349 del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal, tales como la autorización, la ejecución y la terminación de la construcción, independientemente de las acciones de carácter preventivo a que haya lugar que sean aplicables y que prevén los Artículos 82 fracción I y la IV y VI de la Ley del Distrito Federal y del Distrito Federal, 80, 91, 80, 85, y 89 del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal, 347, 348, 349, 341, 342 y 343 del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal.

Firma del Propietario y/o Poseedor	Firma del Director Responsable de Obra	
Firma del Corresponsable en Seguridad Estructural	Firma del Corresponsable en Diseño Urbano y Arquitectónico	Firma del Corresponsable en Instalaciones

Esta Licencia de construcción se otorga, en virtud de haberse cumplido el trámite de los requisitos correspondientes y de acuerdo a las características Generales de la Obra (A) y a las características Particulares de la Obra (B) emitidas, así como a la descripción del Proyecto (C). Se informa al propietario y al Director Responsable de Obra, que de no llevar a cabo la construcción, motivo de esta solicitud en el plazo concedido para la misma, podrá solicitar prórroga presentando original y copia de este documento.

Licencia N° _____
 Fecha de Expedición _____ Fecha de Vencimiento _____

- Importe del pago por contribución de mejoras previsto en el Artículo 53 Ley de Hacienda Recibo N° _____ NS _____
- Importe de los derechos por concepto de Licencia de Construcción en base a la Ley de Hacienda Recibo N° _____ NS _____
- Importe Total _____ NS _____

SUFRAGIO EFECTIVO, NO REELECCION	SELLO DE AUTORIZACION FORMA 4 81 D.D.F.	Sello de Autorización D.G.C.O.H.
---	--	--



DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
 DELEGACION _____
 LICENCIA DE CONSTRUCCION _____

ANEXO "C"

FECHA: México, D.F. a _____

Folio N° _____

DOCUMENTOS QUE SE ANEXAN:

		SI	NO
1.	Para obra nueva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.1	Constancia de Uso del Suelo, Alineamiento y Número Oficial Vigente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2	Cuatro tantos del Proyecto Arquitectónico incluyendo como mínimo:		
	Levantamiento del estado actual del predio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Planta de Conjunto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Plantas Arquitectónicas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Cortes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Fachadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Cortes por Fachadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Detalles Arquitectónicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Instalaciones hidrosanitarias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Instalaciones eléctricas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Otras instalaciones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3	Memoria Descriptiva del Proyecto a ejecutar (dos copias)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.4	Dos tantos del Proyecto Estructural	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5	Memoria de Cálculo (dos copias)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.6	Licencia de Uso del Suelo, en su caso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.7	Visto Bueno del INAH o del INBA, en su caso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.8	Copia del Registro del D.R.O. y Corresponsables (en su caso)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Ampliación y/o Modificación	SI	NO
2.1	Constancia de Uso del Suelo, Alineamiento y Número Oficial vigente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.2	Dos tantos del Proyecto Arquitectónico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.3	Dos tantos del Proyecto Estructural y la Memoria de Cálculo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.4	Autorización de Uso y Ocupación anterior o Licencia y Planos registrados anteriormente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.5	Licencia de Uso del Suelo, en su caso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.6	Visto Bueno del INAH o del INBA, en su caso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.7	Copia del Registro del D.R.O. y Corresponsables (en su caso)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	Cambio de Uso	SI	NO
3.1	Planos del proyecto motivo de la solicitud	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.2	Licencia y Planos autorizados con anterioridad ó Constancia de Acreditación de Uso del Suelo por derechos adquiridos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.3	Licencia de Uso del Suelo, en su caso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.4	Visto Bueno del INAH o del INBA, en su caso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.5	Copia del Registro del D.R.O. y Corresponsables (en su caso)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Reparación	SI	NO
4.1	Proyecto Estructural de reparación	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2	Memoria de Cálculo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.3	Licencia de Uso del Suelo, en su caso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.4	Visto Bueno del INAH o del INBA, en su caso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.5	Copia del Registro del D.R.O. y Corresponsables (en su caso)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

FORMA 5

V.- Otros

- Para el caso de demolición mediante el procedimiento de explosivos, deberá solicitarse previamente el permiso para el uso de los explosivos Ver Art. 296 del Reglamento.

- Debido a que durante las actividades de reestructuración o demolición habrán continuas visitas de inspección posteriores a la obtención de la licencia se deberán considerar las medidas preventivas para llevar a cabo los trabajos de demolición. La omisión de estas puede ser causa de la inmediata clausura de la obra y cancelación de la licencia. Por lo que el no considerar estas medidas preventivas puede constituirse en un obstáculo durante el desarrollo de la obra.

Medidas preventivas para llevar a cabo la demolición de estructuras según el R.C.D.F.

Art. 290. Con la solicitud de licencia de demolición considerada en el Título Cuarto del Reglamento se deberá presentar un programa de demolición, en el que se indicará el orden y fechas aproximadas en que se demolerán los elementos de la construcción. En caso de prever el uso de explosivos, el programa de demolición señalará con toda precisión el o los días y la hora o las horas; en que se realizarán las explosiones, que estarán sujetas a la aprobación del Departamento.

Art. 292. Cualquier demolición en zonas del patrimonio histórico, artístico y arqueológico de la Federación o del Distrito Federal requerirá previamente a la licencia de demolición, de la autorización correspondiente por parte de las autoridades Federales que correspondan y requerirá, en todos los casos, de director responsable de obra.

Art. 293. Previo al inicio de la demolición y durante su ejecución, se deberán proveer todos los acordonamientos, tapias, puntales o elementos de protección de colindancias y vía pública que determine en su caso el Departamento.

Art. 294. En los casos autorizados de demolición con explosivos, la autoridad competente del Departamento deberá avisar a los vecinos colindantes la fecha y hora exacta de las explosiones, cuando menos con 24 horas de anticipación.

Art. 295. Los procedimientos de demolición deberán sujetarse a lo que establezcan las Normas Técnicas Complementarias correspondientes.

Art. 296. El uso de explosivos para demoliciones quedará condicionado a que las autoridades federales que correspondan otorguen el permiso para la adquisición y uso de explosivos con el fin indicado.

Art. 297. Los materiales, desechos y escombros provenientes de una demolición, deberán ser retirados en su totalidad en un plazo no mayor de 28 días hábiles contados a partir del término de la demolición y bajo las condiciones que establezcan las autoridades correspondientes en materia de vialidad y transporte.

III.5 PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS EN LA DEMOLICIÓN DE EDIFICIOS

ANTECEDENTES

La demolición de estructuras era una actividad poco conocida dentro del campo de acción de la ingeniería civil mexicana. A raíz de los daños causados en la Ciudad de México por los trágicos sismos de septiembre de 1985, hubo necesidad de demoler una cantidad considerable de edificios que quedaron severamente dañados y con peligro de desplomarse.

Especialistas en materia de ingeniería estructural, ingeniería en mecánica de suelos y todas aquellas personas involucradas en la posterior reconstrucción de la Ciudad, se dieron a la tarea de realizar peritajes para determinar la necesidad de demoler o en su caso reparar los edificios más afectados.

La tarea de estudiar un edificio, que se encuentra seriamente dañado y la dictaminación sobre la factibilidad de repararlo o bien llevar acabo su demolición, en general implica la realización de una serie de evaluaciones que van más allá de aspectos puramente técnicos o económicos. Sin embargo estos son los que en gran medida marcan la pauta en el proceso de la toma de decisión.

Desde un punto de vista técnico, se deben contemplar los aspectos más significativos en cuanto a la estructura y los relacionados con mecánica de suelos a nivel de cimentación. En general se puede decir que un edificio que se encuentra en pie, técnicamente es posible repararlo. El problema estriba en que aun cuando técnicamente es factible hacerlo, el costo resulta ser demasiado alto, con lo que se da marcha atrás a la idea de su reestructuración.

En otras ocasiones el problema puede ir más allá de un aspecto económico. Tal es el caso de algunos edificios que se mantuvieron en pie pero que edificios contiguos idénticos se colapsaron agravándose el caso cuando estos edificios ya habían sido reparados por daños causados en sismos anteriores. En estos casos es posible que aunque técnicamente sea factible repararlo y económicamente sea atractivo, la disposición psicológica de los usuarios del inmueble puede influir determinadamente para determinar la demolición del mismo.

El caso de los monumentos históricos se puede considerar como especial, ya que en general se procede a hacer todo lo que técnicamente es posible realizar para recuperar estos edificios.

En otros casos el problema es de tipo político, donde se puede aprovechar la coyuntura para dictaminar la demolición con en fin de llevar acabo un cambio de uso de suelo, sobre todo en aquellos lugares como los de la Ciudad de México en donde debido a las características de crecimiento a las que se ha visto sujeta, resulta extremadamente difícil satisfacer la demanda de algunos servicios como el de la vivienda, la cual se ha quedado muy rezagada.

Una vez que se decida demoler un edificio, se deberán plantear y estudiar los diversos procedimientos para demolerlo. Siendo los más comunes el tradicional a mano, el de grúa con pera y el que hace uso de explosivos. El análisis de los métodos factibles de aplicarse en cada caso nos llevará a la solución más adecuada. No existe un patrón general que nos diga que solución aplicar, habrá que analizar cada situación en particular. Es posible combinar los tres métodos dependiendo de las características de sus colindancias, material del que esta construida la edificación, tipo de daño presentado, etc.

PROCEDIMIENTOS DE DEMOLICIÓN

A continuación se describen los tres métodos; haciendo énfasis en el que utiliza los explosivos por ser éste el menos conocido hasta antes de los sismos de 1985.

PROCEDIMIENTO TRADICIONAL

La demolición de edificios mediante el procedimiento tradicional puede considerar únicamente el uso de la mano de obra conocido como el procedimiento de demolición a mano, apoyada en la utilización de equipo manual como puede ser picos, martillos de golpe, cuñas, marros, etc. Sin embargo al método tradicional a mano se la combina con equipo mecánico como rompedoras de concreto, etc., siendo este ultimo el más utilizado en las técnicas de demolición hasta antes del fenómeno sísmico ocurrido en 1985. Este procedimiento consiste en la demolición de muros divisorios no estructurales y de muros estructurales, losas, trabes y columnas de cada entrepiso empezando de arriba hacia abajo. Por lo general, es conveniente eliminar primeramente los muros divisorios del entrepiso que se está demoliendo, para que no interfieran con la caída de tableros de la losa que serán demolidos posteriormente. (Ver fig. 13.III)

Si el sistema de estructuración es a base de muros de carga, se dejan los muros perimetrales de cada tablero de losa. En caso de tener una estructuración basada en marcos en dos direcciones, se demolerán todos los muros interiores, exteriores, estructurales y no estructurales del entrepiso.

Para poder demoler el sistema de piso cuando este sea a base de losa de concreto reforzado perimetralmente apoyada, debe hacerse por cada tablero, para ello se demuele una franja perimetral al tablero por demoler de aproximadamente 20 centímetros de ancho, sin cortar el refuerzo de la losa hasta que no se haya terminado con la franja correspondiente (Ver fig. 14.III). Una vez terminada se procede a cortar con arco y zagueta o con soplete el refuerzo del tablero. Las columnas pueden seccionarse a cada dos niveles. Se debe de cuidar de no acumular demasiado escombros producto de la demolición en un piso, para evitar sobrecargarlo. Para lograrlo, se puede eliminar un tablero común en todos los pisos para arrojar el material, de un entrepiso hasta el nivel del suelo. (Ver fig. 15.III)

El procedimiento tradicional, es un procedimiento de demolición que por sus características propias, es relativamente lento y se emplea un considerable número de trabajadores. Es el más apropiado para estructuras de poca altura de 1 a 4 niveles, así mismo es un procedimiento utilizado en edificios de altura considerable con problemas de colindancias.

PROCEDIMIENTO CON GRÚA Y PERA

El procedimiento de demolición con grúa y pera consiste en subir con la grúa, hasta una altura conveniente una masa y dejarla caer para golpear los elementos que conforman el sistema de piso, repitiendo esta operación hasta lograr que se colapse el piso que se está demoliendo (Ver fig. 16.III). Debido a que los elementos fundamentales, con que se cuenta para llevar a cabo la demolición son la masa y el impacto de ésta sobre los elementos estructurales del piso que se ha de demoler, es necesario contar con una grúa lo suficientemente potente para manejar por un lado una masa adecuada y por otro, una pluma de buena altura para lograr el impacto correcto. Es factible cambiar de grúa, a una de menor potencia; cuando ya se han eliminado los pisos superiores.

Es conveniente eliminar con el procedimiento tradicional todos los muros que se puedan eliminar en el entrepiso inferior del piso que se va a demoler, esto con el fin de dejar el menor número de apoyos a las losas; facilitando con esto el trabajo de la grúa. (Ver fig. 17.III)

A medida que se avanza; llega una etapa en que la eficiencia de la pera empieza a disminuir, esto se debe a que el refuerzo enmarañado de los pisos superiores que se ha ido acumulando funciona como amortiguador del golpe de la pera; será necesario retirarlo para continuar con los trabajos de demolición.

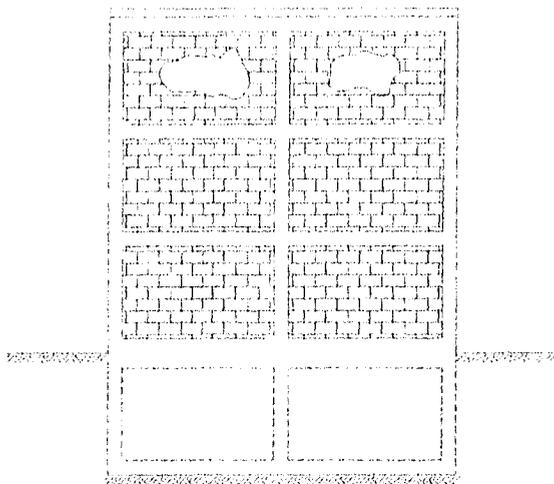
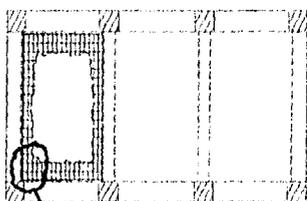
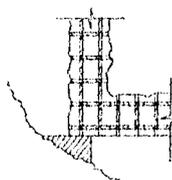


FIG. 13.III DEMOLICIÓN DE MUROS DEL ENTREPISO POR DEMOLER.



DETALLE - 1

TABLERO DE LOSA POR DEMOLER



APROX.
20cm

DETALLE - 1

FIG. 14.III DEMOLICIÓN DE UN TABLERO DE LOSA.

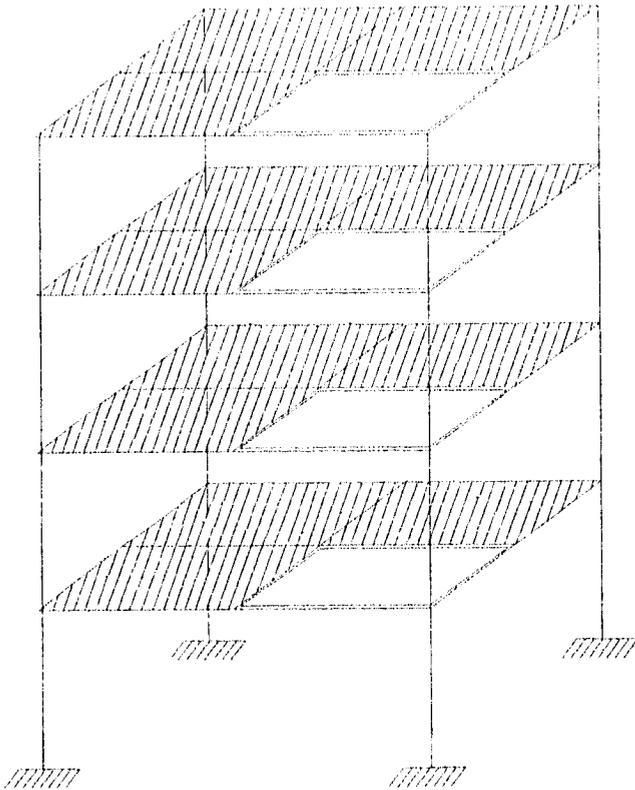


FIG. 15.III DEMOLICIÓN DE UN TABLERO DE LOSA
COMÚN A TODOS LOS ENTREPISOS.

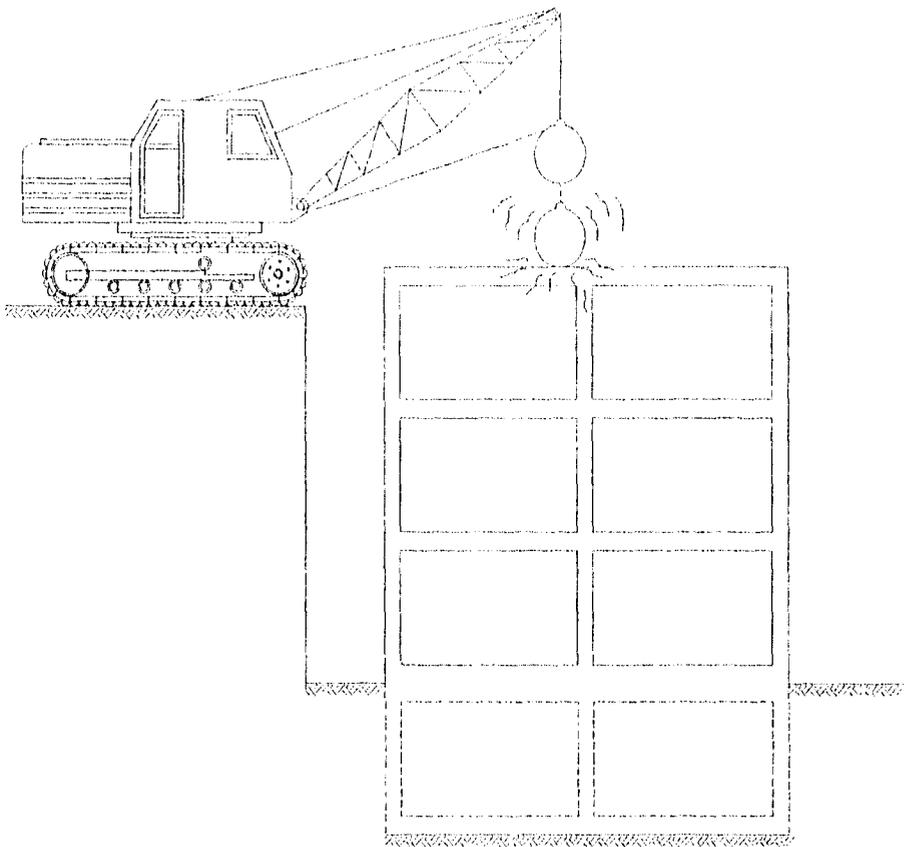


FIG. 16.III DEMOLICIÓN CON GRUA Y PERA.

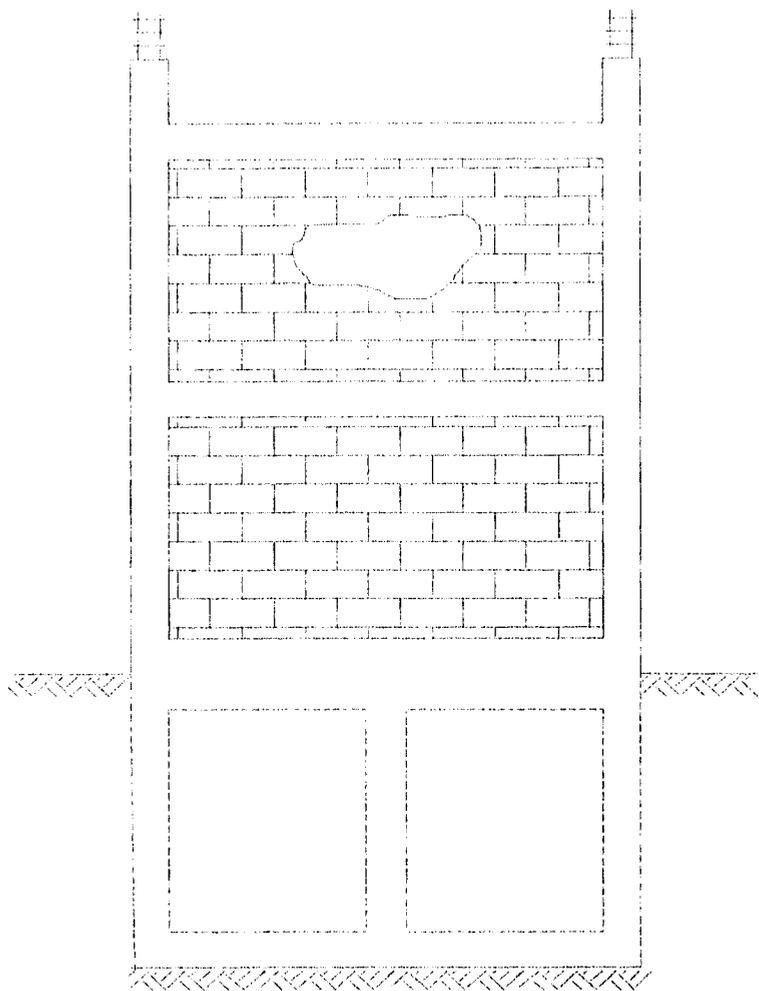


FIG. 17.III DEMOLICIÓN PREVIA DE MUROS
POR EL METODO TRADICIONAL.

Otra variante de éste procedimiento consiste en utilizar una draga adicionalmente al impacto vertical, se puede golpear lateralmente debido a las características de giro de este equipo. Con esto se pueden demoler con cierta facilidad los elementos verticales tales como columnas y muros de la estructura.

Con este procedimiento se logran tiempos de demolición considerablemente menores que con el procedimiento tradicional. El edificio por demoler, de preferencia debe tener dos lados libres para facilitar la aproximación de la grúa. Uno de los inconvenientes fundamentales es el alto costo de renta del equipo en comparación con la mano de obra barata y además queda restringida la altura del edificio por el límite de la altura que alcanza la grúa.

PROCEDIMIENTO CON EXPLOSIVOS

Demoler un edificio con explosivos, consiste en colocar cargas en lugares estratégicos; de tal manera que al detonar, se elimine una cantidad suficiente de apoyos de la estructura, y en una secuencia tal que provoque, por un lado que la estructura se desplome en la dirección deseada y por otro, que la fragmentación del mismo sea adecuada.

Entre más alto es un edificio, menos explosivos se requiere colocar, debido a que se puede aprovechar el propio peso del edificio para que trabaje a nuestro favor. En edificios de poca altura y por lo tanto de poco peso; será necesario colocar explosivos en un mayor número de niveles.

Dentro de los aspectos que deben contemplarse para las preparaciones previas que se le deben hacer a un edificio; está el de la determinación de los daños que este haya sufrido. De esta manera se sabrá que preparaciones se le pueden efectuar al inmueble, para no arriesgar vidas humanas en la demolición.

Las preparaciones que se mencionaron anteriormente; consisten, en el caso de estructuras de concreto, en perforar barrenos en las columnas. Para esto, se hacen barrenos de aproximadamente 1-1/4" en el sentido largo de la columna y en una profundidad del 80% de la dimensión en ese sentido. Cuando se trate de columnas cuadradas o circulares; es indistinto el sentido en el que se perfore. (Ver fig. 18.III)

Para decidir, en un edificio de concreto, el número de niveles en los que se deba barrenar para colocar explosivos, dependerá de las características propias del mismo. En general, se trata de lograr que el edificio, durante la caída, adquiera buena velocidad para que se logre una adecuada fragmentación.

Una preparación podría ser como la que se indica en la figura (Ver. fig. 19.III). En ésta se observa que es necesario realizar un mayor número de barrenos en los pisos inferiores, dado que es donde se podrá lograr que el edificio adquiera su mejor velocidad de caída. Para que la velocidad de caída no se pierda, es conveniente hacer preparaciones adicionales en algunos pisos superiores, la distribución de barrenos en cada columna puede realizarse como se indica. (Ver fig. 20.III)

TIPOS DE EXPLOSIVOS

Por explosivo se entienden aquellas sustancias de poca estabilidad química que son capaces de incendiarse o detonar, de producir una gran cantidad de energía, la que provocará una explosión. Si el explosivo está confinado se aprovecha para degradar el material que lo confina. Los tipos de explosivos más comunes que se utilizan en demoliciones son:

DINAMITAS:

Son mezclas sensibles al fulminante, las cuales contienen nitroglicerina ya sea como sensibilizador o como principal medio para desarrollar energía.

Las dinamitas se empaquetan en cartuchos cilíndricos de diámetro de 7/8" y mayores; con longitudes que varían desde 8 hasta 24 pulgadas. Se utilizan protecciones de papel envuelto para empaquetarlas y protegerlas de la humedad.

Existen tres tipos básicos de dinamitas.

- Granulares
- Semigelatinas
- Gelatinas

La diferencia básica es que las dinamitas semigelatina y gelatinas contienen nitroalgodón, el cual es un nitrato celuloso que se combina con la nitroglicerina para formar una gelatina cohesiva.

ANFO

El uso predominante es la forma de gránulos de nitrato de amonio, una pequeña bolita porosa mezclada con aceite combustible. El producto de anfo más ampliamente usado es una mezcla de granel balanceado en oxígeno, del 94% de gránulos de nitrato de amonio y de un 6% de aceite combustible diesel.

Los gránulos más apropiados para productos explosivos tienen una densidad de partícula que varía de 1.40 a 1.50 g/cm³. Un buen granulado explosivo tiene generalmente una mínima cantidad de agente antiaglutinante; típicamente, menos del 1%.

El anfo alcanza su velocidad hidrodinámica o ideal aproximadamente 4750 m/s en un barreno de 2.5cm de diámetro.

La cantidad de gases tóxicos producidos, dependen de las condiciones bajo las cuales se utilice el anfo. Demasiado aceite incrementa la producción de monóxido de carbono, por lo que un uso inadecuado puede dar como resultado un nivel peligroso de gases tóxicos. Comercialmente los productos anfo se venden a granel, en bolsas y encartuchados.

HIDROGELES (WATER GELS)

Los hidrogeles consisten en sales oxidantes, combustibles y sensibilizadores disueltos o dispersos en una fase líquida continua. La mezcla es espesa y hecha resistente al agua mediante la adición de gelatinizadores. Las sales oxidantes son usualmente seleccionadas de nitrato de amonio, nitrato de sodio y nitrato de calcio.

Entre las numerosas ventajas de los hidrogeles las más importantes son: Mayor control de densidad del barreno, flexibilidad mejorada en la carga, fragmentación excelente, peligro de propagación de barreno a barreno minimizado, reducción de humo y de gases tóxicos, eliminación de dolores de cabeza producto de la nitroglicerina.

La resistencia al agua de los hidrogeles generalmente es buena, sin embargo a semejanza de la dinamita; esta resistencia puede ser significativamente disminuida si el producto no es utilizado en forma adecuada.

Se utiliza equipo sofisticado para empaquetar los hidrogeles en cartuchos tan pequeños como de una pulgada de diámetro. La textura final es flexible pero firme; en el mercado nacional existe una marca conocida como " TOVEX ", los cuales se presentan con diferentes tipos de empaques los cartuchos de este tipo de explosivos.

La cantidad de explosivos que se coloca en cada barreno para demoler un edificio, esta en función de la resistencia del concreto y de la cantidad de acero de refuerzo en la columna. En general será suficiente con colocar entre 2 y 4 salchichas de hidrogel. Siempre que sea posible, será conveniente realizar previamente una prueba de explosivos en algunas columnas para calibrar la cantidad a utilizar. Se debe colocar el explosivo centrado a la columna. (Ver fig. 21.III)

En ocasiones, debido a restricciones de colindancias, es necesario asegurar que el edificio al caer, despegue suficientemente de los edificios colindantes. En estos casos es necesario recurrir a la utilización de cables para lograr dicho propósito. Los cables se colocan en dirección inclinada, de tal forma que al desplomarse primero una de las columnas, ésta jale a la columna siguiente. En un edificio en que se tuvieran problemas de este tipo, un esquema de ubicación de cables, como el que se muestra en la figura, podría ser el adecuado. (Ver fig. 22.III)

Para que se logre un buen resultado de fragmentación en los edificios, es indispensable que se eliminen todos los muros de cortante y divisorios en los niveles en donde se coloquen explosivos. Esto con el fin de que no actúen como puntales y resten velocidad de caída al edificio.

Normalmente es suficiente con la colocación de explosivos solamente en las columnas. Sin embargo habrá que considerar el colocar explosivos en las trabes, en aquellos edificios en que se tengan trabes muy peraltadas.

Es muy importante que las protecciones con malla y madera, se hagan en todas las columnas en donde se coloquen explosivos, tal como se muestra en la (fig. 18.III). además, será necesario que se coloque un recubrimiento perimetral al edificio, utilizando malla y madera (Ver fig. 23.III). Este recubrimiento se utiliza en la planta baja y en ocasiones en el primer nivel, debido a que es en donde se coloca la mayor cantidad de explosivos. No hay que subestimar el hecho de que estas demoliciones se hacen en zonas urbanas; por lo que las protecciones habrá que ejecutarlas con todo cuidado.

DISPOSITIVOS DE INICIACIÓN

El éxito de una voladura depende en gran medida de una buena elección y manejo de los dispositivos de iniciación para detonar las cargas del explosivo.

El dispositivo de iniciación o detonador es un poderoso explosivo sensible que detona dentro del explosivo base, poco sensible pero más poderoso; provocándole su iniciación y una detonación con el máximo de energía y potencia a causa de la onda de choque y calor de la primera detonación.

Los tipos de iniciación se dividen en dos, de acuerdo a la energía que utilizan.

Eléctricos (Estopines): Instantáneos, de retardo corto, de retardo largo, especiales y sísmográficos. (Ver fig. 25.III)

No eléctricos (Fulminantes): Fulminantes, mecha de seguridad, cordón detonante y accesorios.

Los retardos utilizados en los estopines, son los que determinan la secuencia de detonación de los explosivos. Por lo tanto, son estos tiempos de retardo los que nos condicionan, en primera instancia la forma de caída del edificio; las características de este y las restricciones de colindancias, son las que fundamentalmente nos definen el esquema de posicionamiento de retardos.

Una vez que se tenga definida la posición de los retardos, se procede a definir los esquemas de conexión y la formación de las series. Cada estopin que se coloca en cada barreno tiene dos alambres de conexión (Ver fig. 21.III). Por lo tanto, una punta se conecta al barreno superior y la otra al inferior. A los barrenos superior e inferior de cada columna les sobrará por lo tanto una punta. Estas puntas, se conectan a las columnas vecinas; formándose así una conexión en serie.

La conexión de las series en el edificio, se hace utilizando alambre del número 20 y la conexión final a la máquina explosora; que es la que produce la corriente requerida, se hace con alambre del número 14.

SEGURIDAD PREVIA A LA DEMOLICIÓN CON EXPLOSIVOS

Antes de realizar las conexiones finales para llevar a cabo la demolición, debemos asegurarnos de que no exista personal dentro de un área no menor de 150 metros de radio, con el fin de evitar un posible accidente provocado por el lanzamiento de material producto de la detonación.

La ubicación del puesto de mando será en un lugar adecuado para colocar la máquina explosora, debiendo estar colocada por seguridad; a una distancia mínima de 150 metros de la estructura a demoler. Desde este lugar se mandará la orden por radio del encendido de los sismógrafos, sistemas de señales antes de la detonación y del conteo final. También se controlará de éste lugar el cable de conexión de los estopines; la máquina explosora y la estructura a demoler.

Resulta conveniente dejar pasar un lapso de tiempo razonable después de la demolición, para checar los resultados de ésta. Esto da tiempo suficiente para estar seguros de que no se tendrán problemas de inhalación de gases tóxicos producto de la combustión de los explosivos, que aun no se disipan.

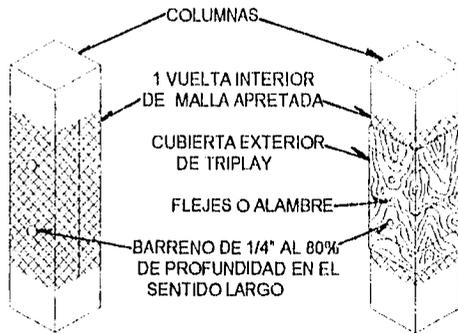


FIG. 18.III BARRENADO Y PROTECCIÓN EN COLUMNAS DE CONCRETO.

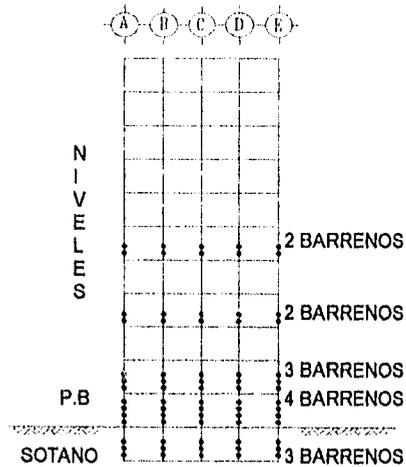


FIG. 19.III NUMERO DE NIVELES A PREPARAR Y CANTIDAD DE BARRENOS EN CADA COLUMNA.

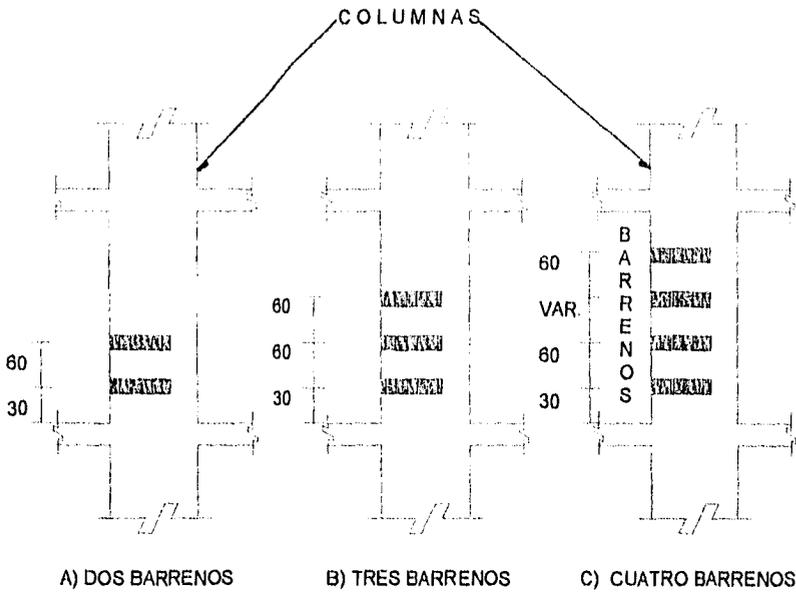


FIG. 20.III DISTRIBUCIÓN CON LA ALTURA DE LOS BARREROS.

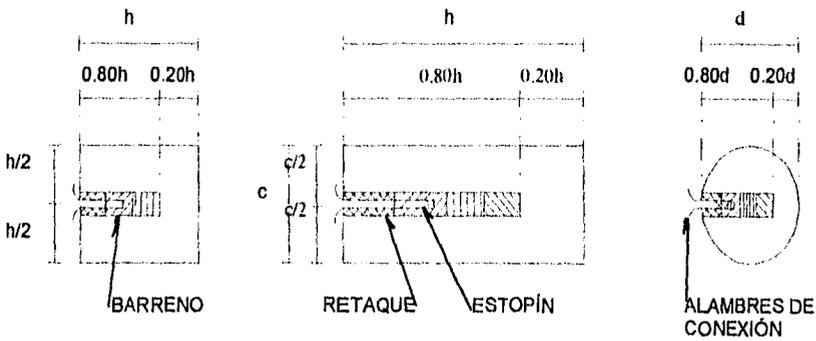


FIG. 21.III EXPLOSIVOS Y RETAQUE EN UNA COLUMNA.

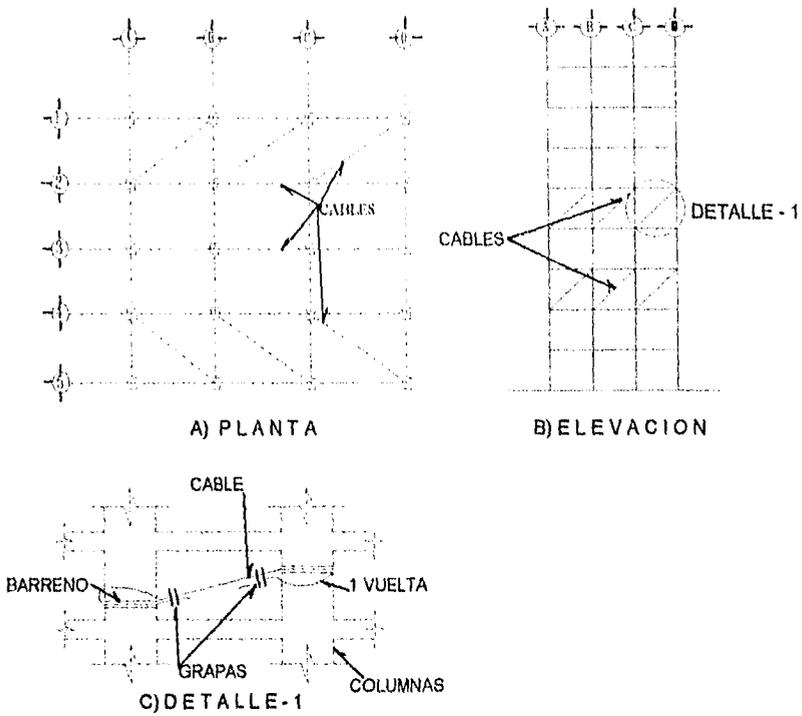


FIG. 22.III UBICACIÓN DE CABLES PARA AUXILIAR EN EL DIRECCIONAMIENTO DE LA CAIDA.

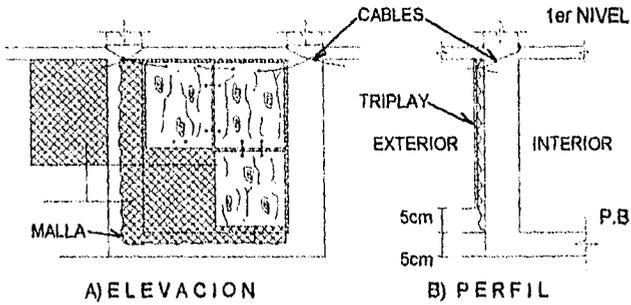
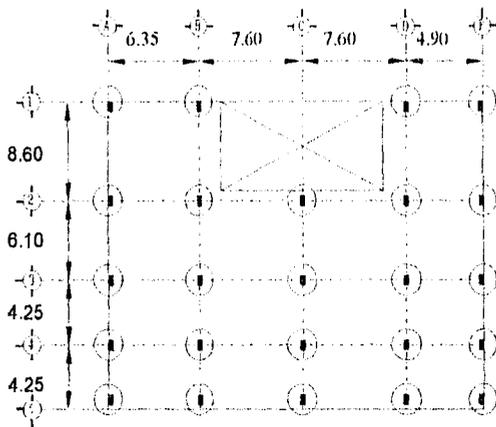
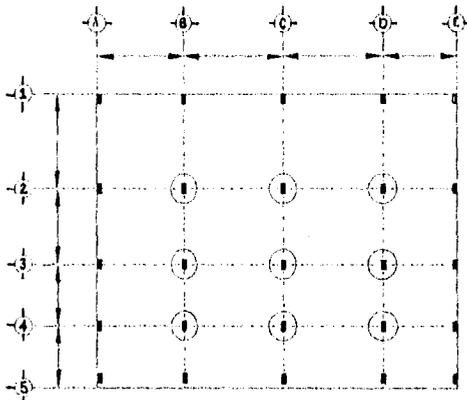


FIG. 23.III PROTECCIÓN EXTERIOR EN PLANTA BAJA.



A) PLANTA TIPO



B) PLANTA SOTANO

 COLUMNA BARRENADA

FIG. 24.III PLANTA SOTANO Y PLANTA TIPO
UBICACIÓN DE BARRENOS EN
COLUMNAS.

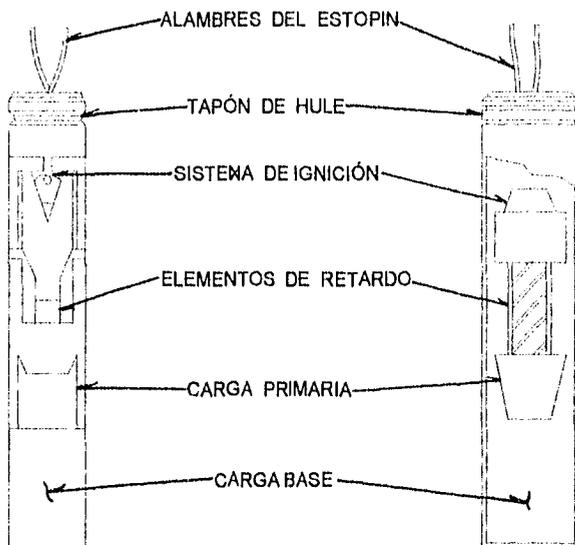


FIG. 25.III ESTRUCTURA DE LOS ESTOPINES.

CONCLUSIONES

Se ha evidenciado la ponderante necesidad de incluir a la supervisión de obras como una especialidad que influye determinantemente durante el desarrollo de una obra. Como ya fue mencionado en su momento la falta de supervisión genera un ambiente de anomalías que deterioran significativamente la calidad de las construcciones y pone en riesgo la seguridad de éstas y de sus habitantes.

Sin embargo y apesar de las amargas experiencias que se vivieron durante los trágicos acontecimientos sísmicos de septiembre de 1985; donde se manifestaron edificaciones cuyas fallas ocurrieron como la consecuencia de negligencia y deshonestidad practicadas ante la ausencia de supervisión, no se le ha podido dar cobertura en las instituciones de educación superior.

La supervisión en México, es una de las principales actividades, en donde profesionistas recién egresados tienen una amplia participación; por lo que se hace necesario incluir dentro de los planes de estudio algún curso especializado teórico-práctico sobre " la supervisión de obras urbanas ".

Hay que considerar que de una u otra forma todas las personas que nos vemos involucradas con la construcción de infraestructura urbana corremos el riesgo de que algunas de nuestras edificaciones sufran algún tipo de falla ya sea que ésta resulte ser leve, moderada o de consecuencias desastrosas.

Por lo tanto debemos tratar de aprender de esos fracasos para evitar que ellos se repitan. Se ha manifestado la importancia que tiene el estudio de las fallas que se presentan en la industria de la construcción con el fin de anticiparse a ellas y prevenirlas a nivel de proyecto y no buscar medidas correctivas cuando ésta se presenta durante la etapa de construcción o cuando ya esta en pleno funcionamiento.

Podemos asegurar que el comportamiento general de las estructuras durante los sismos deja muchos campos abiertos a la investigación, con el objeto de ampliar los conocimientos en cuanto al tipo de estructura más adecuado y los tipos de reestructuración más efectivos que deben ser aplicados a edificios dañados.

El efecto directo de cualquier fenómeno sísmico de magnitud considerable, es el daño masivo de estructuras con sus posteriores consecuencias como son la factibilidad de reestructurar o demoler. Ante la poca difusión que se tiene en cuanto a los métodos de demolición se propone que se diseñen cursos intersemestrales o conferencias que amplíen el panorama sobre estos temas.

Si después de realizar la evaluación definitiva se concluye que es necesario realizar la reestructuración del edificio dañado, el ingeniero a cargo debe tener conocimiento de todos los posibles métodos para poder llevarla a cabo, basado en estudios previos, tales como técnicos, legales y económicos; así como de su propia experiencia.

Otra alternativa que se considera en una edificación severamente dañada es demolerla en su totalidad. Existen diversos factores que deben tomarse en cuenta para seleccionar el procedimiento más adecuado, éstos son el técnico, el económico y el psicológico por parte del usuario.

VARIABLES fundamentales como la altura del edificio, las colindancias a éste, el número de niveles, materiales del que está construido, etc., determinan en ocasiones el procedimiento de demolición.

Sin embargo el aspecto más importante en la selección del procedimiento más adecuado para llevar a cabo la demolición, es el económico, ya que algunos estudios han revelado que la reducción en costos mediante el uso de explosivos es de un 50% en forma aproximada respecto al procedimiento tradicional y el tiempo de ejecución se ve reducido hasta un 75% comparativamente entre ambos procedimientos. La combinación de los procedimientos resulta técnicamente atractivo y económicamente factible, ya que con ello se logran menores tiempos de ejecución en la demolición y una mayor eficiencia.

Finalmente cualquier profesionista que se involucre en el proyecto, construcción y mantenimiento de obra urbana, debe estar consciente de los alcances, obligaciones y responsabilidades a las que queda ligado al prestar sus servicios, para ello debe desarrollar un mayor interés en cuanto a los aspectos legales se refiere, dejando a un lado la actitud indiferente respecto a la ingeniería legal.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- La actividad profesional del supervisor de obras.
Arq. Juan Guillermo Gerdahl
U.A.M. Unidad Azcapotzalco.
- 2.- Supervisión de obras.
Ismael Gutiérrez Medina y Bartolo Campos Rosas
Trabajo de tesis 1992.
- 3.- Supervisión y Dirección de obras
Ing. Francisco Ponce
Centro de Actualización profesional, C.I.E.M.
- 4.- Normas de supervisión de obras
Secretaría General de obras.
1986.
- 5.- Fallas técnicas en la construcción.
Jacob Feld
Editorial Limusa S.A, 1978.
- 6.- Deterioro, conservación y reparación de estructuras.
Sidney M. Jonson
Editorial Blume, 1973.
- 7.- Lesiones en los Edificios.
Biblioteca de Arquitectura y construcción Tomo 1 y 2
Ediciones C.E.A.C.

- 8.- Demolición de estructuras de concreto reforzado y presforzado.
Francisco Falconí
I.M.C.Y.C.

- 9.- Demolición de estructuras.
Salinas V.R
Memorias del simposium de ingeniería sísmica; Ixtapa Zihuatanejo, 1980

- 10.- Manual para el uso de explosivos.
Departamento de explosivos de Dupont, 1980

- 11.- Reglamento de Construcciones y Normas Técnicas Complementarias para el Distrito Federal, 1994.