

**ANÁLISIS Y EVALUACIÓN
DEL FACTOR DE DEMÉRITO ESTRUCTURAL
EN LAS CONSTRUCCIONES**

**TESINA QUE PARA OBTENER LA ESPECIALIZACIÓN EN
VALUACIÓN INMOBILIARIA, PRESENTA:**

M. EN I. ING. JUAN JOSÉ VALLE GARCÍA

2 67782

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

AÑO DE 1998



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

Director de tesina: Ing. Eduardo Ramírez Favela

Sinodales propietarios: Dr. Fernando Greene Castillo

Ing. Arq. Erasmo Arceta Morales

Sinodales suplentes: Ing. Darío de Hoyos Pérez

M. En F. Arq. Carlos Morales S.

ESPECIALIZACIÓN EN VALUACIÓN INMOBILIARIA

TEMA DE TESINA:

**ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL FACTOR DE DEMÉRITO ESTRUCTURAL EN LAS
CONSTRUCCIONES**

Cap. Contenido

- 1.- Descripción del factor de demérito y su aplicabilidad en la valuación
- 2.- Edificaciones susceptibles y reglamentación aplicable
- 3.- Metodología usual en la reparación y/o reforzamiento estructural
- 4.- Ejemplo de aplicación y rangos de valor
- 5.- Conclusiones y recomendaciones

Proponente: Valle García Juan José

CAPÍTULO 1

DESCRIPCIÓN DEL FACTOR DE DEMÉRITO ESTRUCTURAL Y SU APLICABILIDAD EN LA VALUACIÓN

PREÁMBULO

Es un elemento básico a considerar como dementante en el valor de las edificaciones ya que se refiere a una deficiencia leve o mayormente grave que afecta en la integridad de éstas y principalmente de sus ocupantes o usuarios. El Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (Ref. 1), así como Reglamentos de otros Estados, establecen que se debe cumplir con la seguridad estructural en toda edificación a construirse o existente.

En cualquier proceso valuatorio, el objetivo principal es la obtención del valor de un inmueble dado y si además contempla construcciones y/o mejoras en su interior, éstas deben ser lo suficientemente seguras y estables ya que cualquier deficiencia al respecto, requiere ser evaluada y transformada en costo o factor dementante.

El demérito estructural, puede ser tan variado como edificaciones haya, así se pueden tener diferentes elementos de demérito estructural en un solo tipo de edificación. A manera de ejemplo, se pueden tener en las partes estructurales siguientes:

- En subestructura
- En superestructura
- En elementos de fachada, relleno u ornamentales
- En elementos varios no estructurales pero que afectan considerablemente el valor de las construcciones

En subestructura, se puede presentar un demérito muy importante y que se apreciaría en agua en celdas, asentamientos diferenciales, desplomos, hundimientos y emersiones principalmente, ya que una falla como rotura en contratraveses, corrosión del acero, etc., es de difícil detección.

En superestructura, se pueden reflejar fallas estructurales como agrietamiento de muros, vencimiento y/o agrietamiento de losas, fisuración de columnas y/o traveses, grandes deflexiones, etc.

DEFINICIÓN

En función de lo anterior y considerando la metodología usual en la valuación inmobiliaria, definiremos como factor de demérito estructural a un número real con rango usual de 0 a 1, que multiplica al valor de las construcciones con la finalidad de ajustarlo en función del estado estructural que dicha construcción tenga.

por lo tanto, se intuye que para este aspecto se requiere de magia para obtener dicho número siendo más práctico, certero y conveniente, obtener un costo por aseguramiento estructural en función de algún tipo de reforzamiento, como se verá en el capítulo siguiente.

Se aclara que hay ocasiones en que multiplicando las mejoras por 0 (cero), aún se requiere disminuir el valor del terreno por los costos de demolición y retiro de la misma que a veces requieren. Luego entonces, salvo en estas situaciones que deberán tratarse separadamente, analizaremos aquí edificaciones que requieran ser afectadas en su valor por los gastos que implican el reforzar en situaciones prácticas y costeables la estructura, abarcando usualmente cimentación y superestructura.

CAPÍTULO 2

EDIFICACIONES SUSCEPTIBLES DE REFORZARSE Y REGLAMENTACIÓN APLICABLE

En este capítulo se indica al Perito en valuación inmobiliaria, una serie de reglamentaciones aplicables a las edificaciones en el Distrito Federal que debe conocer y tener presente siempre que se enfrente a construcciones que suponga pueden contener daño estructural, no sin antes establecer un procedimiento racional y multidisciplinario, con la finalidad de inducir a Éste a una metodología que lo conduzca al valor real de una edificación que requiere reforzamiento, como se indica a continuación:

- 1.- Identificar si la construcción pudiera estar dañada o demeritada estructuralmente principalmente por los sismos que con el paso de los años la afectan "aguangandola"; véase este aspecto con más detalle en el artículo denominado " reforzamiento de estructuras no dañadas " del capítulo 3 y en el capítulo 5 de conclusiones y recomendaciones**
- 2.- En caso afirmativo, solicitar los servicios de un Ingeniero Especialista en seguridad estructural**
- 3.- Establecer con el Especialista el sistema más factible de reforzamiento y evaluarlo en función del costo que éste implicaría**
- 4.- Indicar con criterio y conocimiento si dicha construcción vale la pena ser rescatada estructuralmente.**
- 5.- Aplicar el demérito estructural al valor del inmueble en su conjunto.**

Lo anterior pretende que el Perito valuador suministre al Contratante de sus servicios, un estudio profesional y racional al haber considerado uno de los aspectos más importantes.

REGLAMENTACIÓN APLICABLE

A continuación se establecerá la reglamentación que rige en las edificaciones del Distrito Federal.

Para las edificaciones existentes en el Distrito Federal se cuenta con una legislación del tipo reglamentaria que funge como ordenadora para todos los aspectos relacionados con el proyecto, la construcción y el funcionamiento de dichas edificaciones, este es el REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL (Ref. 1) con base en el cual, se indica a continuación lo más relevante del mismo relacionado con el tema del presente trabajo.

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL

Existen seis modalidades que requieren licencia de construcción que emite el Departamento de Distrito Federal, las cuales son:

- 1.- Construcción
- 2.-Ampliación
- 3.-Demolición
- 4.-Cambio de uso
- 5.- Reparación
- 6.- Cambio de régimen

De estas seis opciones, las opciones 3, 4 y 5, así como las edificaciones del grupo A, requieren la presentación de un dictamen de seguridad estructural.

Adicionalmente, en múltiples operaciones de compraventa de un inmueble, aquel comprador avezado en el negocio de inmuebles cuya finalidad principal sea la de incrementar su patrimonio mediante el usufructo de rentas o como instalación para el desempeño de las actividades que éste lleva a cabo, solicitará un dictamen al mismo, o en el caso de un avalúo previo a la operación de compraventa, indicará que sea establecido el estado estructural que

guarda el inmueble en cuestión, sabiendo que de éste depende su inversión o patrimonio de manera determinante; es justificable que el futuro propietario tenga presente los hechos desastrosos de los sismos pasados.

Retomando a lo indicado en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, se remarca que las edificaciones del Grupo A, deberán contener obligadamente la Constancia de Seguridad Estructural.

También el Reglamento para las Construcciones del Distrito Federal, en su Artículo 53 -II, indica que algunas edificaciones para poder dar por terminada la obra en su formato denominado Aviso de terminación de obra, requiere del Visto Bueno de seguridad y operación por el cual se haga constar que las edificaciones e instalaciones correspondientes reúnen las condiciones de seguridad para su operación y que las pruebas de carga que se establecen en los artículos 239 y 240 del Reglamento antes citado, resultaron satisfactorias. Esta constancia es de renovación anual y aplicable a las edificaciones siguientes:

- a).- Conjuntos habitacionales de más de 250 viviendas;
- b).- Oficinas de más de 20,000 m² y Representaciones oficiales y Embajadas;
- c).- Almacenamiento y abasto de más de 10,000 m² en sus tipos de depósitos de gas líquido y combustible, depósitos de explosivos, centrales de abasto y rastros;
- d).- Tiendas de autoservicio y de departamentos de más de 20,000 m² y centros comerciales de más de 3.0 hectáreas;
- e).- Hospitales de más de 75 camas;
- f).- Las edificaciones de educación superior de más de 20,000 m² de terreno;
- g).- Instalaciones religiosas de más de 250 concurrentes;
- h).- Edificaciones de entretenimiento de más de 250 concurrentes;
- i).- Deportes y recreación de más de 20,000 m² de terreno, exceptuando canchas deportivas;

j).- Hoteles y motelas de más de 200 cuartos;

k).- Instalaciones para la fuerza aérea, armada y el ejército, reclusorios y reformatorios;

l).- Cementerios, mausoleos y crematorios;

m).- Terminales y estaciones de transporte de más de 20,000 m2 de terreno;

n).- Aeropuertos, helipuertos e instalaciones conexas, e

o).- Industrias de más de 20,000 m2 de terreno.

El Departamento del Distrito Federal, al autorizar el uso y ocupación de una construcción nueva, y al registrar el visto bueno y la constancia de seguridad estructural a la que se refiere el artículo 69 de edificaciones ya construida, expedirá y colocará en un lugar visible del inmueble a través de la Unidad Administrativa competente, la Placa de control de uso y ocupación y que será obligatoria para las construcciones y edificaciones siguientes:

Las viviendas unifamiliares y bifamiliares que sean destinadas parcial o totalmente a otro uso; las unidades plurifamiliares de más de veinte viviendas; los edificios de más de tres niveles, sea cual fuere su uso; los edificios o construcciones de la administración pública, de oficinas privadas y los que tengan por uso el relativo a almacenamiento y abasto, servicios para la salud, servicios para la educación, servicios para la cultura, tiendas y expendios de productos básicos, tiendas de autoservicio, tiendas de departamentos, tiendas de especialidades y centros comerciales, venta de materiales de construcción y vehículos, tiendas de servicios, instalaciones religiosas, instalaciones para venta de alimentos y bebidas, entretenimiento, recreación social, deportes al aire libre con gradas, clubes a cubierto, instalaciones para bomberos, reclusorios, agencias de inhumaciones, terminales de transporte terrestre y aéreo, agencias de correos, telégrafos y teléfonos, estaciones de radio y televisión con auditorio, industrias, así como los demás usos que determine el propio Departamento.

La Placa de Control de Uso y Ocupación de Inmuebles contendrá las siguientes determinaciones:

a).- Para los inmuebles destinados a vivienda, su ubicación señalando calle y número, la colonia y delegación en que se ubican, el número y fecha de la licencia de construcción y los usos autorizados, así como la siguiente leyenda:

"El propietario de este inmueble está obligado a conservarlo en buenas condiciones de seguridad e higiene, cualquier modificación al uso autorizado representa una violación al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y puede poner en peligro la estabilidad de la edificación y la vida de los usuarios"

"El incumplimiento a las disposiciones establecidas para esta licencia, deberá reportarse al Departamento o a la Delegación correspondiente"

b).- Para el resto de los inmuebles señalados, se establecerá el destino del inmueble, su ubicación señalando calle y número, la colonia y delegación en que se ubican, el número y fecha de la licencia de construcción y los usos autorizados, así como la siguiente leyenda:

"La licencia de construcción otorgada para la edificación de este inmueble, obliga al propietario a dar una vez al año, mantenimiento especializado a la cimentación, a la estructura y a las instalaciones del mismo, a efecto de garantizar sus funciones en óptimas condiciones de seguridad"

"Cualquier modificación al uso autorizado representa una violación al Reglamento de las Construcciones para el Distrito Federal y puede poner en peligro la estabilidad de la edificación y la vida de sus usuarios"

"El incumplimiento a las disposiciones establecidas para esta licencia, deberá reportarse al Departamento de Distrito Federal o a la Delegación correspondiente"

El mismo Reglamento en su artículo 69, indica para las edificaciones del Grupo A, que éstas también deberán registrar una constancia de seguridad estructural a renovar cada cinco años o después de un sismo intenso. Se indica que las edificaciones del Grupo A, son aquellas cuya falla podría causar la pérdida de un número elevado de vidas, pérdidas económicas o culturales excepcionalmente altas; aquellas que contengan sustancias tóxicas o explosivas, cuyo funcionamiento sea esencial, como: hospitales, escuelas, terminales de transporte, estación de bomberos, central eléctrica o de telecomunicaciones, estadios, museos, edificios de archivo o registro público, etc.

Como se aprecia en los párrafos anteriores, es importante que el Valuador Inmobiliario conozca esta reglamentación y pueda evitar posibles o inconvenientes implicaciones al valor que de a edificaciones que no cumplan estas disposiciones.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA USUAL EN LA REPARACIÓN Y/O REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL

No existe actualmente un sistema o criterio de reparación estructural para edificios, ya que ninguno es igual a pesar de su apariencia, tampoco se ubican en una zona similar en cuanto a las características geotécnicas de suelo y en última instancia, el Ingeniero contratado para la reparación, podrá aplicar su estilo personal.

A pesar de lo anterior, trataremos de establecer las posibles formas usuales de reforzamiento y en función de éstas, obtener valores de su costo (Véanse las referencias 2 y 3).

Para lo anterior se indica a continuación, lo siguiente:

A).- METODOLOGÍA DE REFORZAMIENTO

B).- CRITERIOS DE APLICABILIDAD A EDIFICACIONES DAÑADAS O QUE PRESUMIBLEMENTE REQUIERAN SER REFORZADAS

METODOLOGÍA DE REFORZAMIENTO Y SUS CARACTERÍSTICAS

Existen tres razones básicas por las que los edificios son reforzados para mejorar su comportamiento sísmico. En primer lugar está el reforzamiento de un edificio dañado por sísmo, para mejorar su comportamiento contra otros futuros. En segundo, muchos reglamentos o normas de construcción, al menos en los áreas de alta sismicidad, exigen que los edificios más viejos sean reforzados de acuerdo con las normas sísmicas de los reglamentos actuales, cuando el uso del edificio se cambia y aumenta su ocupación y peligro potencial. Por último, un creciente número de propietarios de edificios, preocupados y bien informados, están reforzando voluntariamente con base en la seguridad de sus empleados y la protección de su inversión financiera.

Es importante notar que el nivel de resistencia que se utilizará al diseñar el proyecto de reforzamiento, será mayor que el utilizado en el diseño original. Se debe presta especial atención a los edificios con altos grados de torsión o con discontinuidades en resistencia o rigidez.

REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS NO DAÑADAS

A menudo el reforzamiento de una estructura no dañada puede ser un reto profesional. La estructura en general no ha sido probada ante un sismo intenso, por lo que su comportamiento real se desconoce, y es muy posible que no se ajuste a los reglamentos actuales de construcción y/o diseño. Un edificio de esta categoría suele tener un sistema resistente a fuerzas laterales que el reglamento ya no permite ni considera aceptable, como muros de tabique no reforzados, marcos convencionales de concreto reforzado no dúctiles o un sistema discontinuo de muros de cortante.

Se establece como premisa que usualmente son edificaciones "viejas" y por lo tanto han sido sometidas a acciones sísmicas y/o hundimientos diferenciales no contemplados en su proyecto principalmente por la reglamentación técnica prevaleciente a la fecha en que se construyeron.

Lo anterior implica, que en la Ciudad de México se tienen mejoras en los predios (edificaciones) que han sido demeritadas en sus partes estructurales de la manera siguiente:

- Inclinación o desplome
- Inundación de celdas de cimentación con el consiguiente incremento en peso al sustrato de apoyo
- Agrietamiento de muros que de alguna manera habían venido rigidizando en mayor o menor grado
- Agrietamiento de columnas y trabes que generan articulaciones que a su vez incrementan los desplazamientos laterales

Por lo anterior, estas construcciones que han quedado "aguangadas", pudieron fallar ante futuros sismos, cuyo patrón se ha demostrado estadísticamente, es superior al antiguo reglamentario, si se consideran recurrencias de al menos 50 años considerando que en las edificaciones se establecen periodos de vida mayores

El criterio para el reforzamiento de un edificio no dañado, por lo regular se basará en el reglamento de construcción vigente, esto es particularmente cierto en edificios que cambian de

tipo de ocupación o de uso, en cuyo caso, el reglamento de construcción exige el reforzamiento..

En los párrafos siguientes se describen los métodos más usuales para el reforzamiento de edificios de mampostería o de concreto.

Los cuatro principales métodos para incrementar la resistencia, son:

1.- Muros de rigidez dentro de marcos o de sistemas de piso a techo

2.- Reforzamiento de los marcos de la estructura existente

a.- Aumento de las secciones transversales de las columnas y trabos

b.- Estructura adicional metálica dentro de los marcos existente o adosadas a éstos

3.-Contravientos dentro de los marcos existentes

CRITERIOS DE APLICABILIDAD

A continuación se describirá brevemente en que consisten cada tipo de reforzamiento para así poder cumplir con los exigencias de seguridad estructural en la mayoría de las edificaciones urbanas:

REFORZAMIENTO MEDIANTE MUROS DE RIGIDEZ

El impostar muros de rigidez se aplica a estructuras que ya los contienen como elementos principales de rigidez, como ocurre en casa-habitación, edificio del tipo habitacional multifamiliar, edificio de poca altura o niveles comúnmente hasta cinco y que no presenta marcos francos dentro de su estructura; también se puede lograr reforzar mediante muros, edificios con columnas, cuidando situaciones convenientemente cerca pero afuera de los ejes de éstas, doblando ligar adecuadamente los entropisos.

Deberá contemplarse que es necesario un reforzamiento importante a nivel de cimentación y principalmente en la zona de adente de estos muros. Este sistema no llena a muros colados manelllemento por por sólo in arstien más usual.

MEDIANTE EL ENGROSAMIENTO DE LOS MARCOS EXISTENTES, EL REFORZAMIENTO CON ELEMENTOS DE ACERO ENVOLVENTES O MEDIANTE MARCOS METÁLICOS ADOSADOS

El reforzamiento de los marcos de la estructura ya existente es un procedimiento muy usual en esta localidad, este enfoque es particularmente adecuado para sistemas de marcos ortogonales (en ambos sentidos) donde se puedan ampliar columnas y trabes también, por lo que se logran estructuras más rígidas. Para este procedimiento se debe tener especial cuidado en dar la adecuada continuidad al acero de refuerzo practicando inclusive barrenaciones a través de losas; en otras ocasiones, es más conveniente adosar marcos (normalmente metálicos) por el exterior o inclusive perimetralmente cuidando que los dispositivos de conexión entre este reforzamiento y la estructura existente sean adecuados y se coloquen correctamente; es usual que este reforzamiento adicional solo se diseña para resistir el faltante de fuerza de la estructura original, práctica no conveniente desde el punto de vista del presente que suscribo.

Se aplican dos sistemas usuales para este tipo de reforzamiento, y son los siguientes:

Engrosando la estructura original con concreto reforzado, tanto en columnas como en trabes

Colocando sobre la estructura original una especie de guiscal metálico en columnas y trabes

El empleo de marcos de acero estructural sean o no contraventados, presenta la ventaja de su rapidez de ejecución y poca adición de peso a la edificación, lo cual no incrementa las fuerzas laterales sísmicas y disminuye potencialmente el reforzamiento de la cimentación.

MEDIANTE CONTRAVENTEADO

El procedimiento de adicionar contraventados de concreto metálicos es también usual, pero debe considerarse que comúnmente se oponen los aspectos funcionales o estéticos arquitectónicos contra esta estructura de refuerzo que es considerada como la más adecuada y de menor costo y peso; aún en este caso, se debe contemplar un reforzamiento en la cimentación generalmente local.

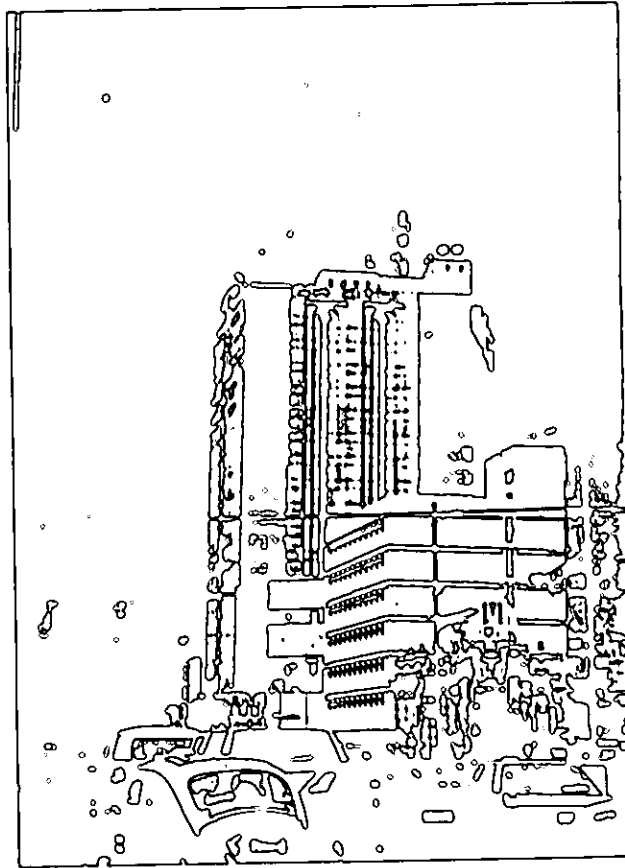
Es importante considerar en las estructuras de concreto o mampostería reforzadas con un sistema de acero estructural que presenten (después de un sismo intenso), agrietamiento en la estructura original, y después de que este agrietamiento ha ocurrido en grado suficiente, el nuevo sistema de acero comenzará a actuar.

También debe tomarse en cuenta la conveniente protección de las estructuras de refuerzo ante el fuego.

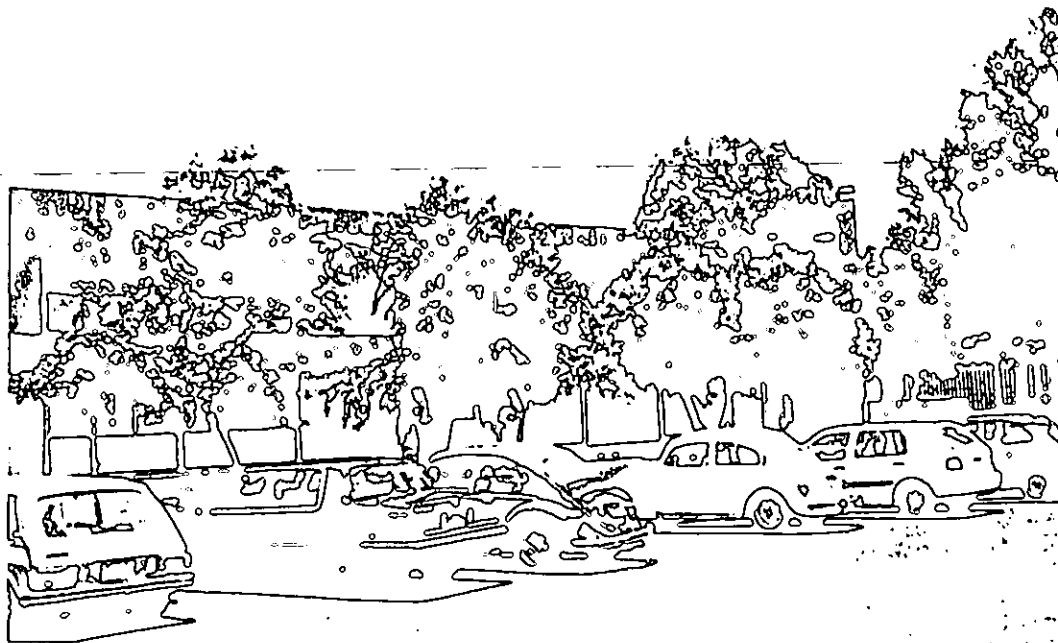
En suma, cualquier proyecto de reforzamiento que se seleccione por razones técnicas debe ser compatible con la estética, el ambiente del edificio y su funcionalidad. En un sentido técnico, el proyecto no debe proporcionar resistencia solamente en áreas aisladas, mientras transfiere daño potencial severo a otros puntos débiles de la estructura. El reforzamiento principalmente sísmico para edificios es una tarea complicada y multidisciplinaria, que implica la máxima dedicación y atención por parte de los profesionales del diseño estructural.

EJEMPLOS DE EDIFICACIONES REFORZADAS

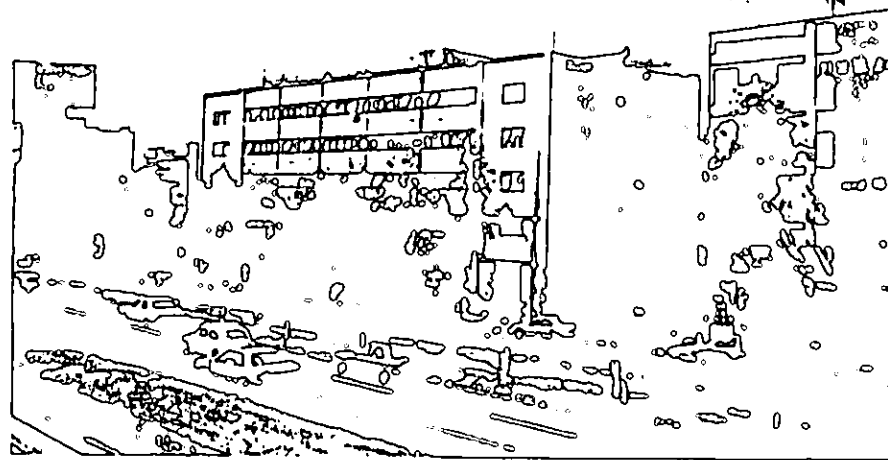
EDIFICACIONES REFORZADAS MEDIANTE MUROS DE RIGIDEZ



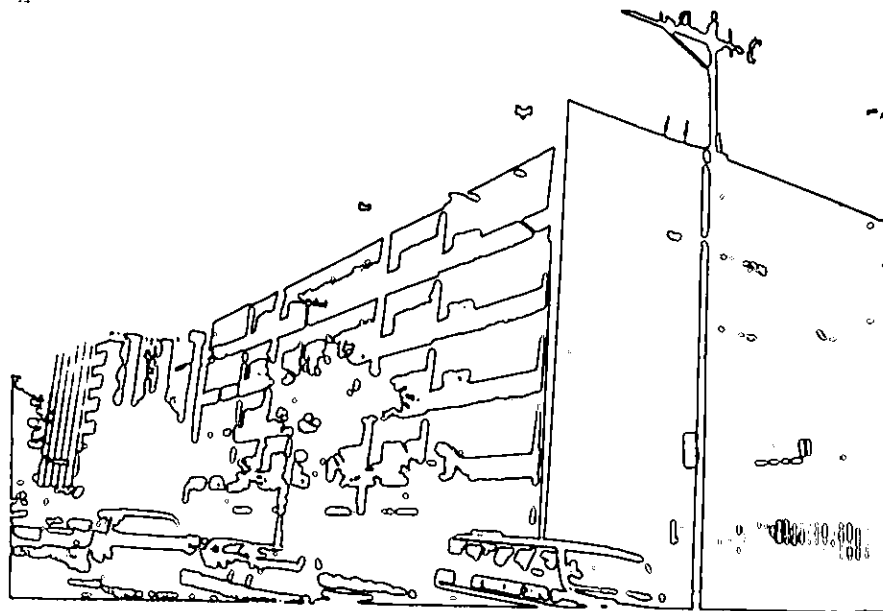
Este primer caso, trata de un edificio ubicado en Arcos de Belem esquina con Buen Tono, actualmente contiene las oficinas de la Procuraduría de Justicia del Distrito Federal; en éste se aprecia la adición de muros en los costados límites de la edificación y del predio.



Estas siguientes fotografías, presentan una edificación de poca altura (dos niveles) pero que por el uso que tiene de instalación educativa y del grupo A, requirió reforzamiento solucionado mediante la adición de muros rigidizantes de concreto. Apréciense éstos, cerrando la ventanería de fachada.

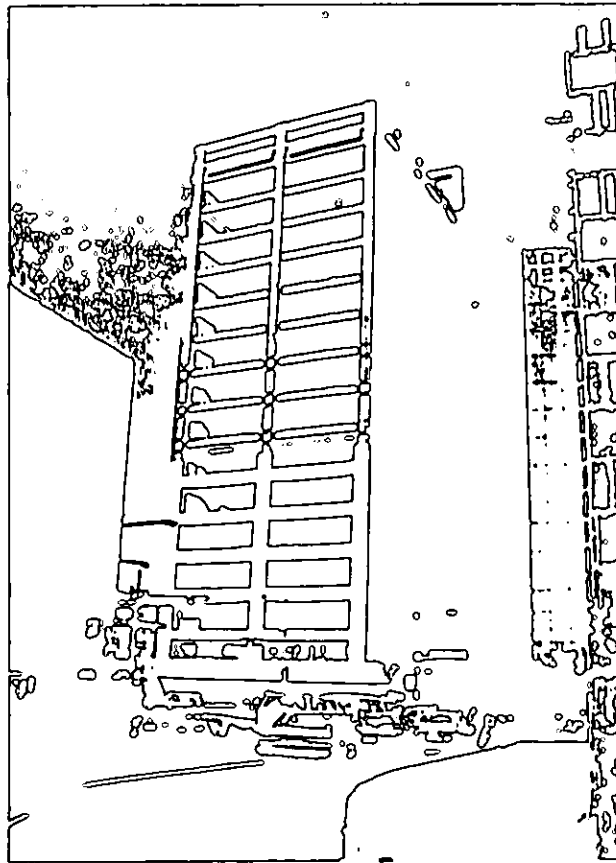


Edificio con uso habitacional (departamentos en renta) ubicado a un lado del Viaducto Miguel Alemán y entre eje central Lázaro Cárdenas y Dr. Vértiz. Reforzado mediante muros de concreto, algunos necesariamente con vanos para ventanas y que actúan como rigidizantes y a la vez reforzantes para efecto sísmico

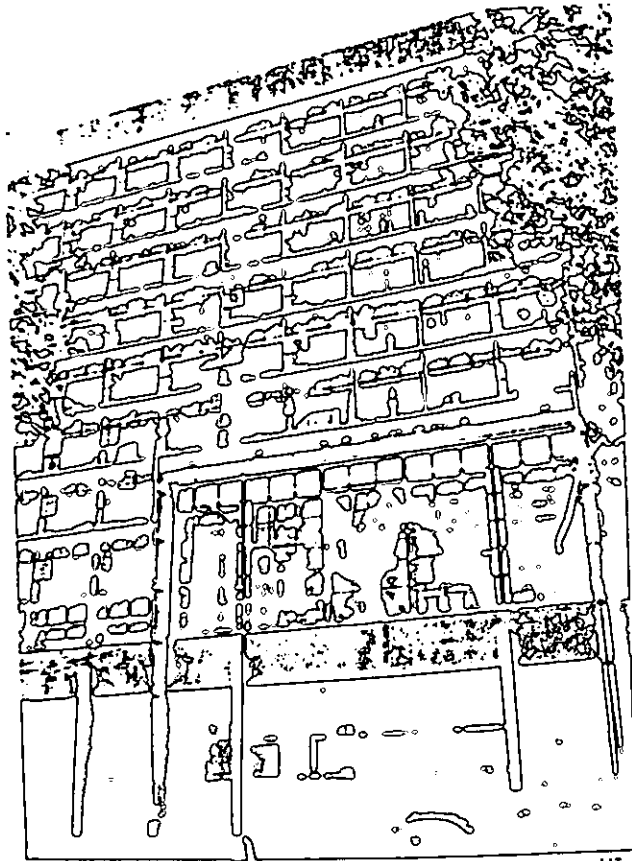


Edificio destinado a estacionamiento vehicular público para pacientes y personal del Hospital General de la Secretaría de Salud (SSA), ubicado en el cruce de Avenida Cuauhtémoc y calle Dr. Márquez en la Colonia Doctores. Se aprecia la impostación de muros de concreto para que el edificio cumpla reglamentariamente con la nueva normatividad sísmica; se indica que no se encontraba dañado desde su puesta en uso

EDIFICIOS REFORZADOS MEDIANTE EL REFORZAMIENTO DE LOS MARCOS ESTRUCTURALES



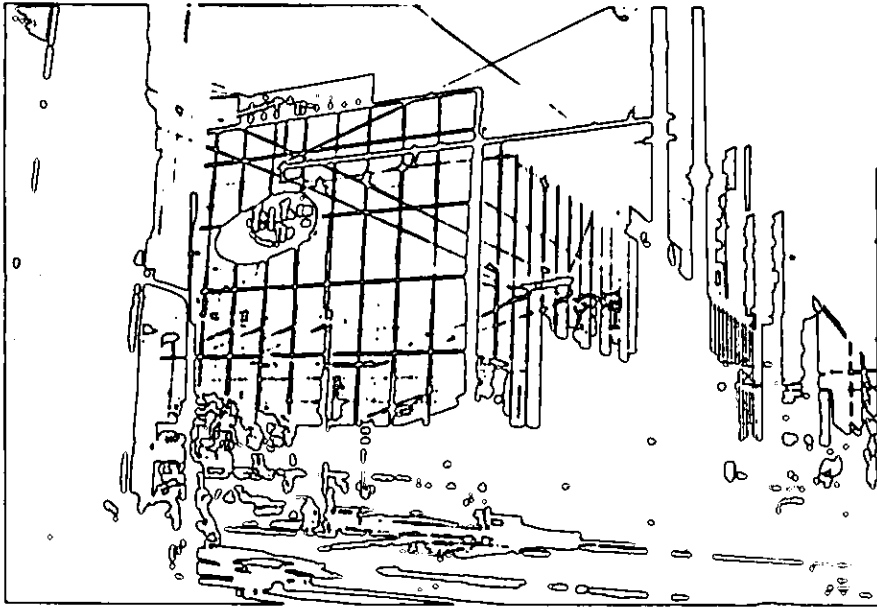
Edificio que se localiza en Lázaro Cárdenas esquina con Arcos de belem, donde se aprecia el engrosamiento de columnas y trabes ; tanto la estructura original, como el reforzamiento, son de concreto reforzado y se seleccionó este sistema por la suficiente altura libre interior entre niveles.



Edificio principal del Instituto Mexicano del Seguro Social destinado a uso de oficinas y ubicado sobre el Paseo de la Reforma. Actualmente desocupado y en proceso de reforzamiento mediante el enhuacalamiento metálico a traves y columnas para que la edificación pueda cumplir estructuralmente con las nuevas exigencias reglamentarias de construcción y ocupación



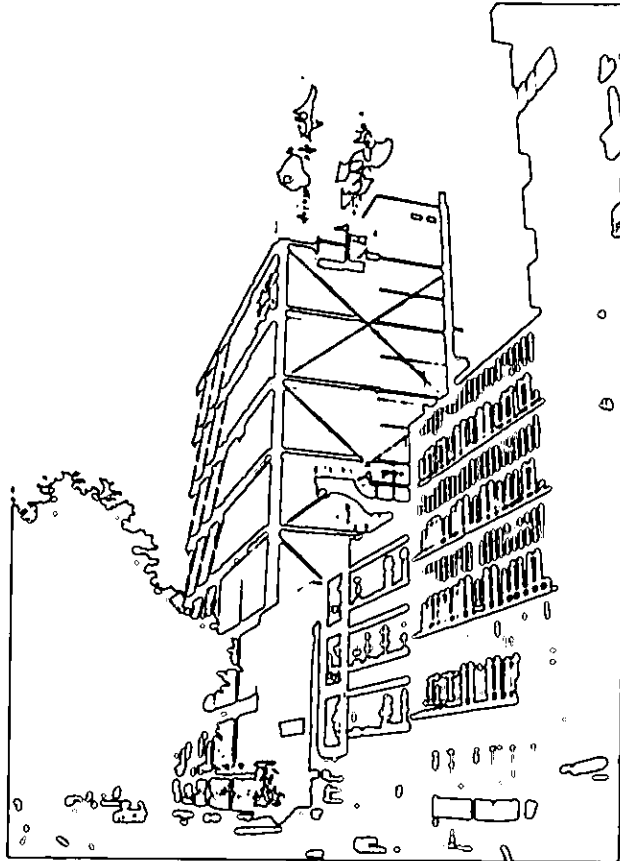
otra vista en acercamiento del edificio del IMSS donde a través de la ventana se aprecia el reforzamiento metálico



Edificio propiedad de NACIONAL FINANCIERA (NAFINSA) ubicado en la calle de Isabel la Católica esquina con Uruguay

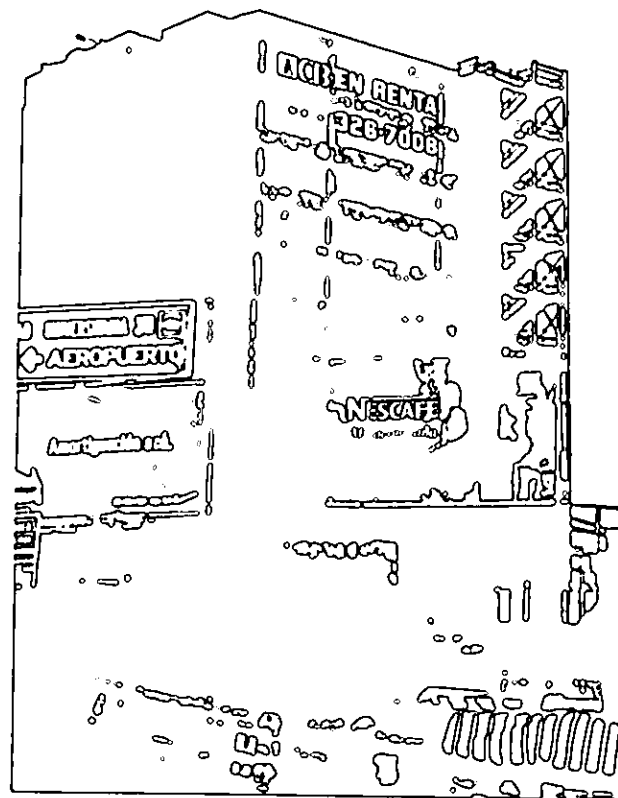
Este edificio sufrió severos daños por el sismo de 1985 por lo que fue reforzado y recortado en ocho niveles.

EDIFICIOS REFORZADOS MEDIANTE CONTRAVENTEIO

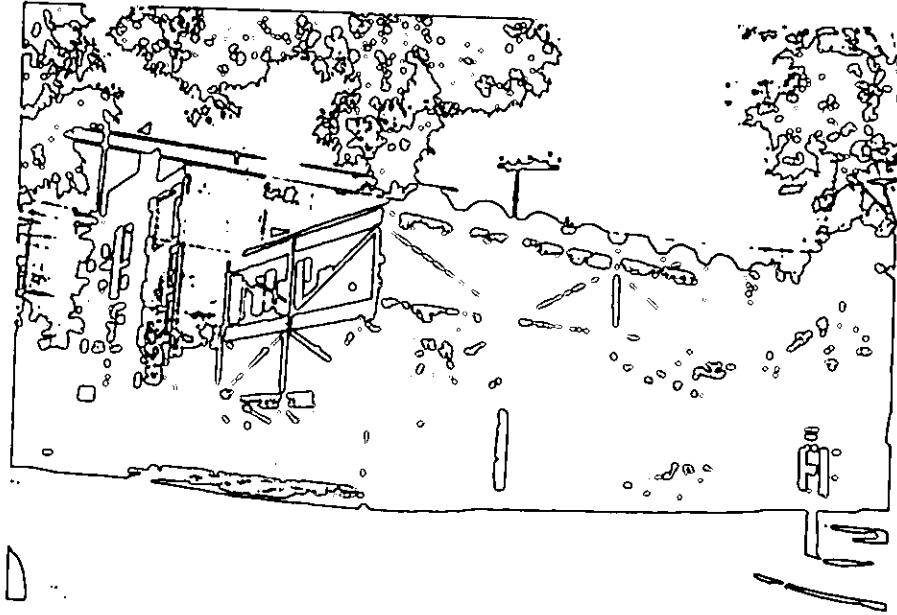


Edificio propiedad de Teléfonos de México ubicado en la calle de Thiers en la Colonia Anzures y presenta estructura original de concreto reforzado, colocándole para su reforzamiento, un sistema de contraventeo metálico visible en sus fachadas y sujeto a nudos estructurales propios de la edificación para que absorban la fuerza sísmica horizontal.

Este sistema de reforzamiento es de rápida ejecución y poco peso estructural; se recuerda que es una edificación catalogada dentro del Grupo A por destinarse al servicio de telecomunicaciones, y que requería pronto reforzamiento.



Edificio ubicado en la calle de Jalapa casi esquina con la glorieta de Insurgentes, donde se aprecia un reforzamiento mediante contraventeo de concreto; fue dañado por el sismo de 1985 y a la fecha está en venta.



Edificio de propiedad particular ubicado en la esquina de las calles de Dakota Esquina con Escocia en la Colonia Parque San Andrés en Coyoacán, la cual a pesar de su modesto tamaño en área y altura de niveles, requirió ser reforzado mediante contraventeo metálica debido a su gran deformabilidad ante sismos

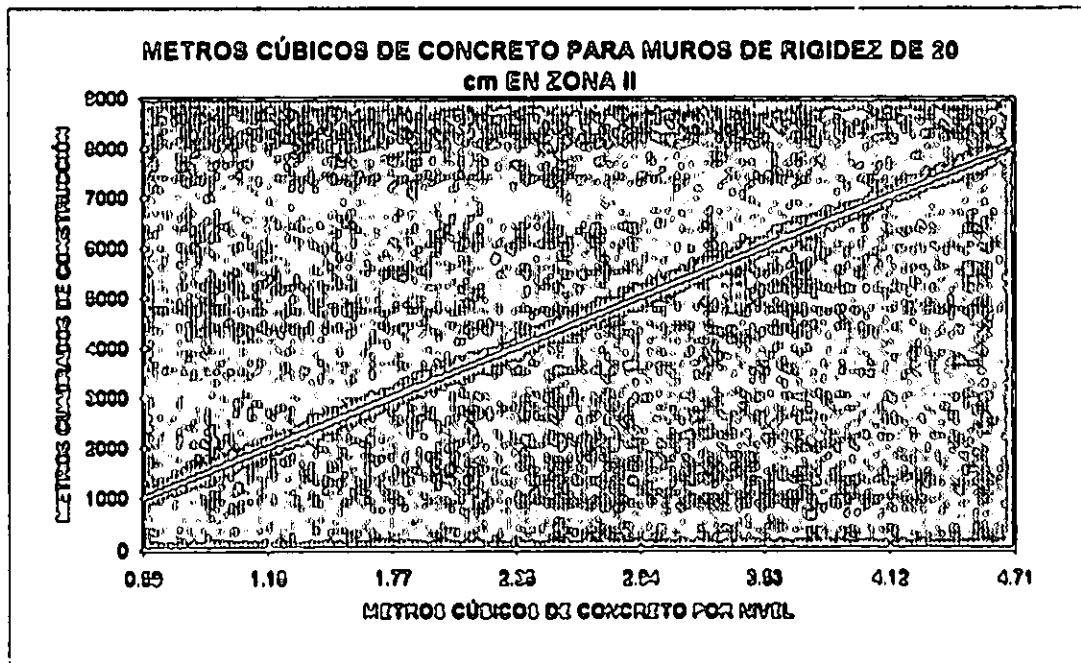


FIGURA 3C

**METROS CÚBICOS DE CONCRETO PARA MUROS DE RIGIDEZ DE 30
cm EN ZONA III**

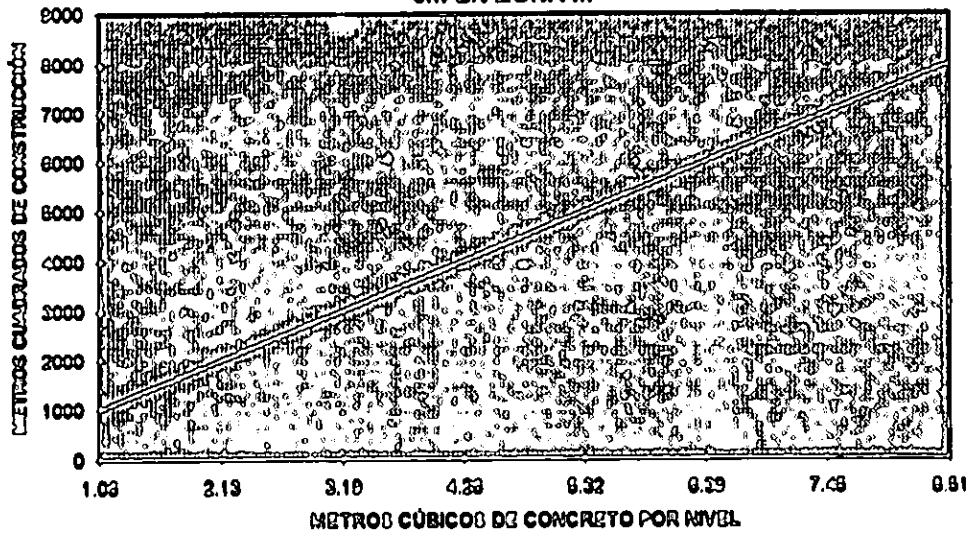
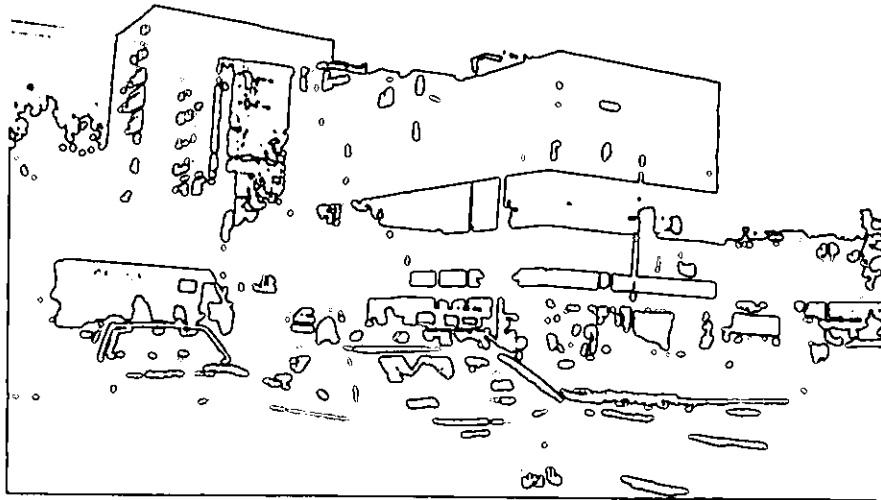
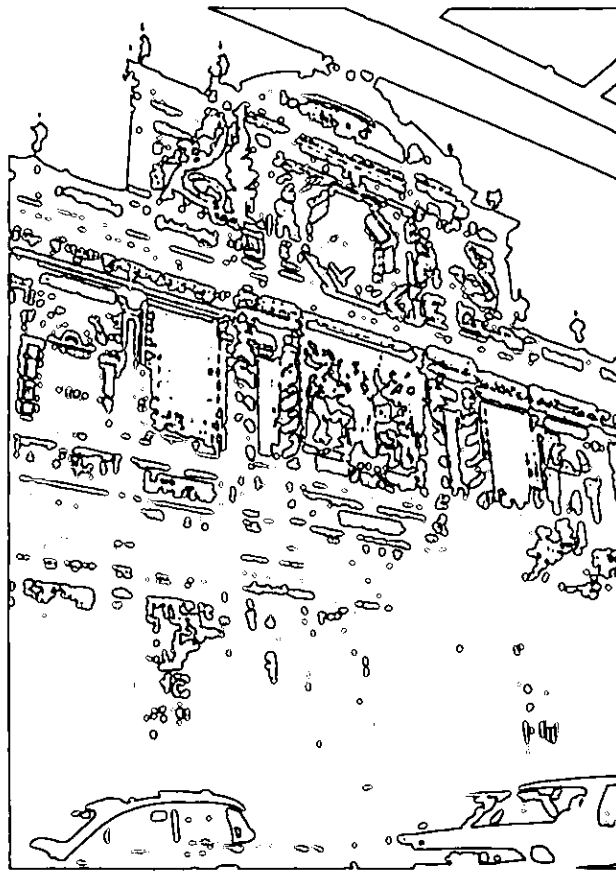


FIGURA 3B

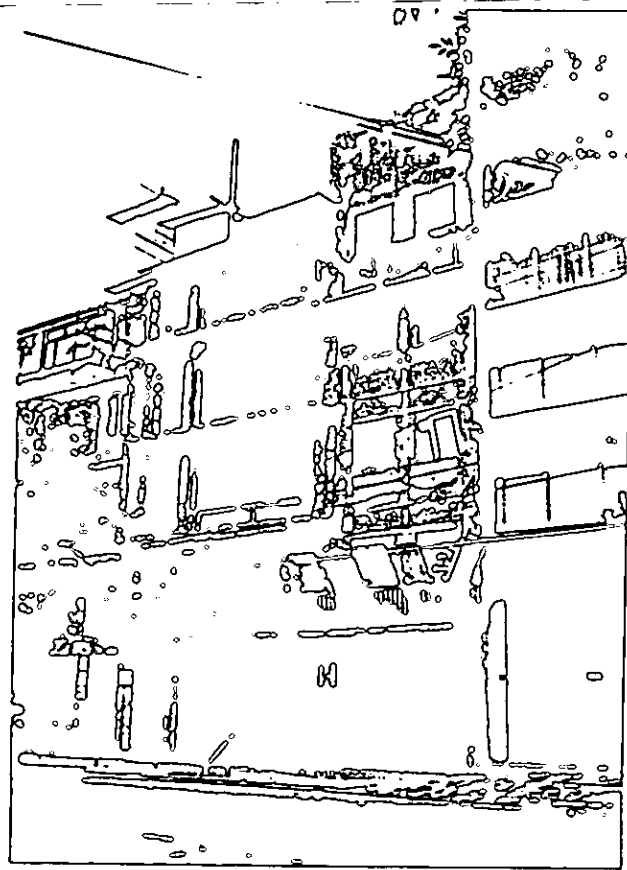
EDIFICIOS NO REFORZADOS.



Este es un clásico ejemplo de un edificio que sin ser dañado de manera importante, se aprecia y reconoce su fragilidad. La persona propietaria no ha deseado rescatar su patrimonio y éste ha permanecido inhabitable por muchos años.

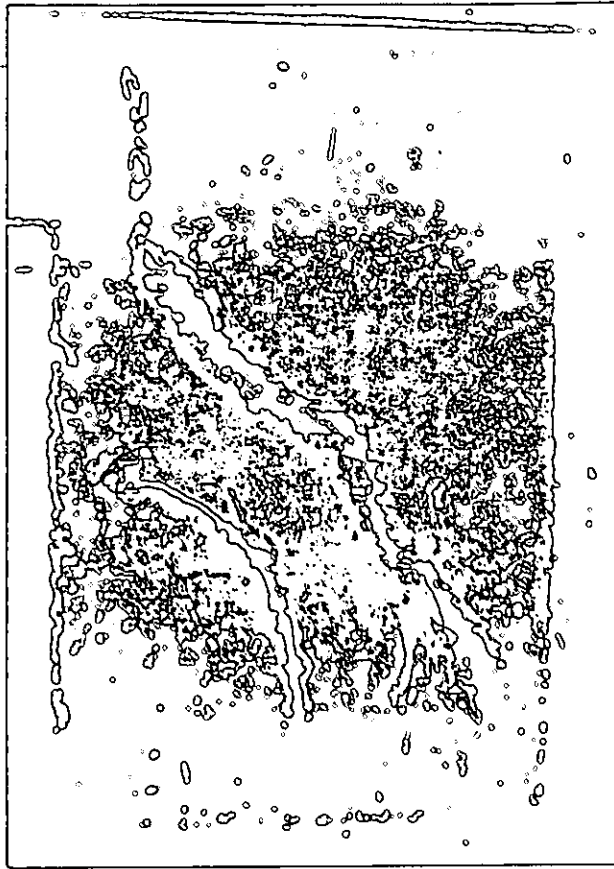


Edificación muy antigua y de gran valor cultural y social que quedó inutilizada como biblioteca Nacional por su alta desnivelación ; se encuentra ubicada en la esquina de las calles República de Uruguay e Isabel la Católica.



Este es un clásico ejemplo de un edificio de cierta antigüedad, que está bien ubicado, que para el propietario ya no es conveniente tenerlo en renta y que además, resulta relativamente barato darle una remozada para "modernizarlo" y ponerlo a la venta en condominio.

Apréciense en las fotografías siguientes, que en la mayoría de estas edificaciones, los muros están agrietados y sin embargo, se les daña aún más al efectuarles ranuras para instalaciones, quitar tramos de muros estratégicos, practicarles vanos para nuevas ventanas o más grandes, etc., con el consecuente menoscabo estructural. Al final del presente trabajo se tiene un plano para la tramitación de la licencia constructiva y donde obviamente, no se indica ningún cambio estructural.



CAPÍTULO 4

EJEMPLO DE APLICACIÓN / REFORZAMIENTO MEDIANTE MUROS DE RIGIDEZ.

En el Distrito Federal y a raíz de los sismos de 1985 se ha venido exigiendo por parte de Autoridades y Propietarios conscientes del valor de su patrimonio, el reforzamiento de diversas edificaciones. A continuación se analizará el más usual de los tres principales sistemas antes indicados el cual es mediante muros de rigidez, para así poder evaluar en su aspecto de costo a una edificación que requiera reforzamiento.

Se aplica a casas y edificios de hasta diez niveles normalmente, en función del sistema usual de estructuración en el Distrito Federal, el cual es para edificios, a base de cajón de cimentación compensatorio de cargas y en superestructura, a base de columnas y losas del tipo reticular comúnmente aligeradas con poliestireno. En este trabajo solo se analizará para edificios, por ser éstos los más usuales ejemplos de construcciones dañadas por sismos.

ESTABLECIMIENTO DE LAS CONSIDERACIONES BÁSICAS DE DISEÑO

Se enuncian los materiales y datos siguientes:

Materiales a emplear:

Concreto hidráulico con resistencia compresiva $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$

Acero de refuerzo grado duro con $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Datos sísmicos y de carga: coeficiente sísmico $c = 0.4$

Factor de comportamiento sísmico $Q = 2$

Factor de carga (permanente más accidental) F.C. = 1.1

CARGAS MUERTAS

losa reticular (h = 30cm)	450 kg/m ²
acabados de piso	120 kg/m ²
plafond	50 kg/m ²
divisiones y muros interiores	<u>50 kg/m²</u>
SUMA DE CARGA MUERTA	650 kg/m ²
CARGA VIVA PARA DISEÑO SÍSMICO	<u>180 kg/m²</u>
TOTAL DE CARGAS	830 kg/M ²

Valor que se ajusta a una cifra redondeada de 850 kg/m²

CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES REGLAMENTARIAS PARA MUROS DE CONCRETO REFORZADO

Para muros de concreto, trabajando a cortante, se indica lo siguiente:

Fuerza resistente a cortante que toma el concreto como elemento ancho(muro)

$$V_{conc} = V_c = 0.5 FR \times b \times d \times f'c / 2 \text{ -----(1)}$$

donde FR = 0.8; b = ancho unitario = 1.00 m y d = espesor del muro

Sustituyendo valores, tenemos:

$$V_c = 5.658 b d; \text{ por cada metro de muro}$$

Por otra parte, este tipo de elementos reforzantes contienen de 90 a 120 kg. de acero de refuerzo en forma de varillas corrugadas por metro cúbico de concreto; luego la contribución de este refuerzo y para estos elementos anchos, es igual a:

$$V_{\text{acero}} = V_a = FR \times f_y \times d \times A_v \times (\sin \theta + \cos \theta) / s \text{ —————(2)}$$

donde $FR = 0.8$; $A_v = 10.00 \text{ cm}^2/\text{m}$ usualmente; $s = 25 \text{ cm}$; $d = 3.00 \text{ m}$ prom.

Sustituyendo valores, tenemos:

$$V_a = 1280 \text{ d}$$

Por otra parte, el cortante sísmico actuante unitario en zona de suelo tipo III, es:

$$V_{\text{sísmico}} = V_s = FC (W c)/Q \text{ ————— (3)}$$

donde: FC = factor de carga; W = carga total unitaria en losas; c = coef. sísmico y Q = factor de comportamiento sísmico

sustituyendo valores tenemos :

$$V_s = 1.1 (850 \times 0.4) / 2 = 187 \text{ kg / m}^2 \text{ de losa}$$

Igualmente para zona de suelo tipo II, tenemos:

$$V_s = 1.1 (850 \times 0.32) / 2 = 149.60 \text{ kg/m}^2 \text{ de losa}$$

Refiérase el lector al Reglamento para las Construcciones del Distrito Federal y a las Normas Técnicas Complementarias del mismo en su libro referente al Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.

Con base en el ancho \circ d \circ requerido debemos obtener el volumen de concreto reforzado y el volumen de demolición requeridos por nivel, ya que éstos son los elementos básicos para presupuestar un reforzamiento estructural, considerando que es usual conocer en costo éstos conceptos de fácil manejo presupuestal.

Para obtenerlos, estableceremos lo siguiente:

- 1.- La altura usual de entresijos para edificios de oficinas, comercios, departamentos, etc. es de 2.75m
- 2.- La demolición de losas del tipo reticular e inclusive trabes, es de aproximadamente 0.15 m³ por metro de ancho de muro

Todos estos factores, se han graficado para recurrir a ellos sin necesidad de efectuar ningún cálculo; estas gráficas aparecen en el anexo antes citado.

APLICACIÓN DEL EJEMPLO

Para el presente trabajo se analizará un edificio típico en el Distrito Federal de varios niveles y un sótano de estacionamiento, con el sistema estructural indicado anteriormente. Se pretende obtener de manera aproximada la cantidad de obra de reforzamiento en las unidades de medida más adecuadas y mediante la solución de muros de rigidez, en función de los requerimientos actuales establecidos por el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, considerando su aplicabilidad para las zonas delimitadas geotécnicamente en las Normas Complementarias de dicho Reglamento y definidas como Zona III de suelo con materiales compresibles (arcillas de lago) y Zona II de suelo de transición, véase el gráfico respectivo indicado como figura No. 1 en el anexo. Por lo que es importante ubicar primeramente la edificación a valuar e identificar posteriormente el factor sísmico adecuado. También se establece que se trata de construcciones del grupo B, por ser las más comúnmente valuadas en el medio, las cuales son las construcciones destinadas a vivienda, oficinas y locales comerciales, hoteles y construcciones comerciales e industriales tal como se establece en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal. Para poder obtener rápidamente valores de cuantía de concreto reforzado para muros de rigidez, recurriremos a lo siguiente:

DATOS: Se analizará un edificio para uso de oficinas de nivel medio alto de 4860 m², con siete niveles útiles más un sótano con 1000 m² de estacionamiento, utilizando el total del área del predio. Véase el croquis en hoja 35.

Se localiza en una colonia céntrica de la ciudad, por lo que la zona considerada de suelo es tipo III

Obtención del área de construcción del edificio que se considera en el reforzamiento

Planta de azotea	694.00 m ²
Planta baja y seis niveles más	4,860.00 m ² (implica 694 m ² por nivel)
Estacionamiento	694.00m ² (área cubierta de influencia)

TOTAL = 6,248.00 m²

El volumen requerido de concreto reforzado para los muros de rigidez, se calcula como sigue:

PROCEDIMIENTO GRÁFICO (Aplicándolo a muros de 30 cm de espesor)

Se aplica el gráfico (figura 3B) denominado " METROS CÚBICOS DE CONCRETO REFORZADO PARA MUROS DE RIGIDEZ DE 30 cm EN ZONA III", como sigue:

Se interpola para una área de construcción de 6248 m², susceptible de ser reforzada, lo que da un volumen de concreto de 6.60 m³ aproximadamente y para cada nivel y sentido ortogonal del edificio, obteniéndose un total de concreto reforzado, de:

$$6.60 \times 2 \text{ sentidos} \times 8 \text{ niveles} = 105.60 \text{ m}^3$$

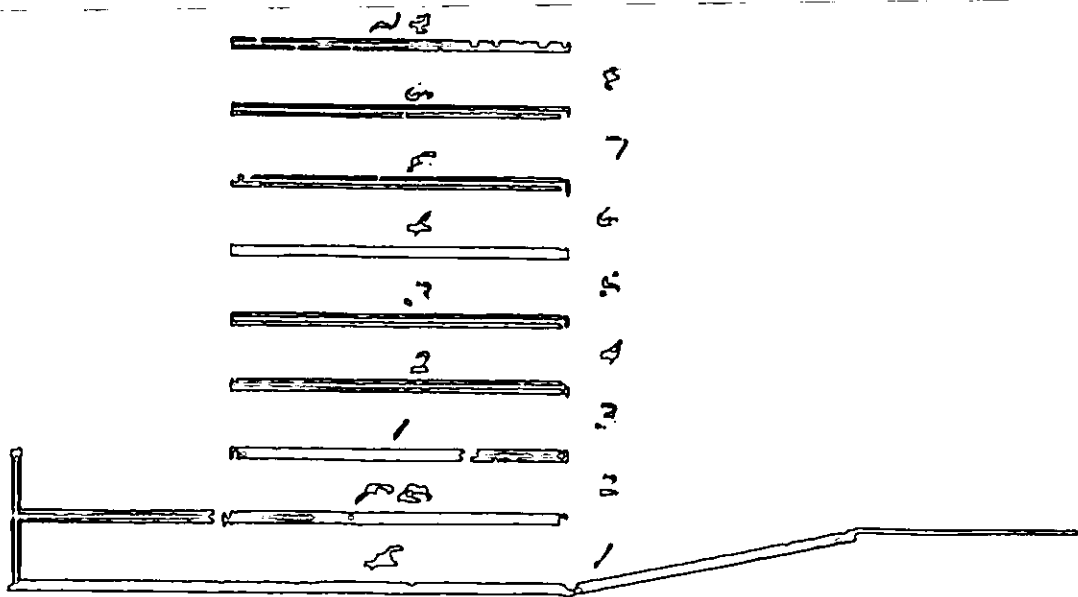
Similamente, para obtener la demolición requerida, primero recurriremos a obtener la longitud requerida de muros para que en función de este dato, tengamos la demolición

La longitud requerida de muros se obtiene interpolando en la gráfica (FIGURA 4B) denominada "LONGITUD REQUERIDA DE MUROS DE 30 cm DE ESPESOR EN ZONA III" y para el valor de 6248 m² de área de construcción, donde se obtiene una longitud de 8.00 m aproximadamente; ya con este valor, acudimos al gráfico (FIGURA 2) denominado "DEMOLICIÓN DE CONCRETO REFORZADO" que da un volumen de demolición de 1.40 m³ aproximadamente y para cada nivel y sentido ortogonal, obteniendo un total de demolición de:

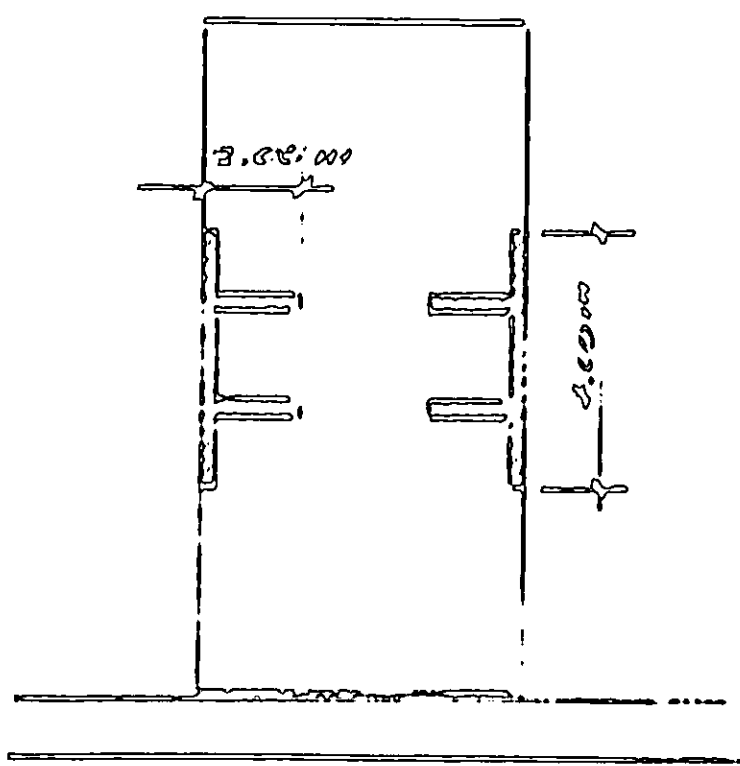
$$1.40 \times 2 \times 8 = 22.40 \text{ m}^3$$

Con el resultado anterior, se podrá saber si el valor obtenido es compatible en función de un posible arreglo de estos muros de rigidez dispuestos comúnmente en los extremos costaneros en un sentido y en zonas de escaleras y/o elevadores para el otro sentido; aplicando lo anterior a nuestro caso, tenemos lo siguiente:

Se colocarán dos muros en los costados extremos colindantes del predio de 4.00 m c/uno redondeando a cifras cerradas, y cuatro muros de 2.00 m c/uno colocados en zonas de elevadores y escaleras; véase el croquis adjunto.



ALZADO EN SECCION DE LAS ESCALERAS.



SECCION ANTERIOR DE LA PUERTA.
DE 2.00' 00'

COMENTARIOS ADICIONALES

Los valores en volúmenes de conceptos de reforzamiento estructural aquí obtenidos y que se regularon para la edificación del ejemplo en función de muros de rigidez, son parte de otros más que denominaremos inducidos y que para completar el ejemplo, se indican a continuación:

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	OBSERVACIONES
1) Demolición de concreto reforzado	m ³	22.40	Véase hoja 33 y 37
2) Concreto reforzado para muros	m ³	108.60	Véase hoja 33 y 37
3) Retiro de arrendatarios	mos	12	Rentas por años
4) Lueros existentes	mos	10	Porte de reforzamiento
5) Licencias y permisos	lote	1	El 10 % este de otro
6) Proyecto refuerza y/o remodelación	lote	1	Idem al anterior
7) Obra de acabados a renovar	m ²	variable	Techos, plafones, etc.
8) Obra de acabados a sustituir	m ²	variable	Idem al anterior
9) Obra de nuevas instalaciones	-----	-----	Variable

NOTAS:

Los conceptos 3 al 9 dependen de la decisión avalada en un estudio de inversión inmediato que efectuó la Propietaria

El costo de los conceptos 3 al 9, depende de lo antes indicado y está en función del alcance planeado.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por todo lo anteriormente expuesto y apreciado en las fotografías del presente trabajo, el principal factor dominante de índole estructural, es el sismo, por lo que se reforzará al respecto lo siguiente:

Las proyecciones sobre intensidades sísmicas a la fecha (Ref. 3), resultan ser incógnitas o en el mejor de los casos, incógnitas, esto se apreció en los sismos de gran magnitud ocurridos el 16 y 20 de septiembre de 1985, y que tuvieron su epicentro cerca del punto Lázaro Cárdenas en el Estado de Michoacán, éstos el fenómeno de subsuelo en pocas ocasiones.

La incertidumbre intrínseca en estos fenómenos geológicos, la propagación de las grandes tumboras y los valores de las fuerzas sísmicas que se producirían en un día determinado, impulsan a la búsqueda de instrumentos de protección de instalaciones sísmicas, en que necesariamente intervenga en el presente la fecha probable de producción de microsismos.

El sismo de 1985, impulsó el estudio de la Sismología y de la Ingeniería Sísmica en México, así, se han venido desarrollando aspectos de respuesta para diferentes zonas del área metropolitana de la Ciudad de México a partir de estudios de sismos en categorías en diversos sitios. De estos estudios, se expresó que los puntos de máxima respuesta corresponden a diferentes partes de vibración, según la ubicación de la estructura y el epicentro del sismo, por lo que dependiendo de éste epicentro, se da respuesta diferentes respuestas de las edificaciones para diferentes áreas de vibración de las mismas.

El "agujeramiento" de las edificaciones que depende no sólo de la fatiga de la estructura sino también de la falta del suelo incluído pilotes (Ref. 4), pueden provocar que al ponerse en vibración de la estructura se altere ampliándose y eventualmente aproximando en gran medida a piso de máxima respuesta del espectro particular del suelo en que se ubica un edificio en cuestión.

En resumen, sería conveniente que los edificios de determinada magnitud, que se ubican en zona del lago (véase el anexo) y que además se hallan construido con anterioridad al año de 1985, sean valuados incorporando obligadamente en este análisis sus condiciones de seguridad estructural.

COROLARIO

Como ya se ha apreciado por parte del lector, el factor de dominio estructural está muy lejos de obtenerse mediante el usual criterio de estimar un número decimal (inferior a la unidad) aplicando solamente el "instinto" del Valuador por muy avarado y experto que sea, además, recordando el procedimiento racional indicado al inicio del Capítulo 2 y solicitar preferentemente la ayuda experta de un Ingeniero Estructuralista que corrija y/o corrobore el dominio en volúmenes e conceptos de obra estructural obtenidos con el cuadro del presente trabajo.

Adicionalmente, se sugiere no olvidar que un Propietario convencido de reforzar su edificio, tiene un monto complementario con nuevas acabados, instalaciones más modernas y funcionales, así como otros elementos necesarios para obtener mayor rentabilidad y con consiguientemente más rápida recuperación de los gastos efectuados en las reparaciones, por ende una inversión con mayores intereses; este último implica comúnmente mayores gastos que el sólo reforzamiento estructural.

Por último, se propone que la Comisión Nacional Bencaria y de Valores realice los estudios que le permitan incorporar a sus circulares normativas, las características de ubicación, dimensión y complejidad estructural de los edificios que para ser valuados, deben de acreditar sus condiciones de seguridad estructural aceptables por medio de un Ingeniero Corresponsable en Seguridad Estructural en el Distrito Federal, e en su caso, por un Ingeniero experto en la materia para el resto del País.

REFERENCIAS

1. Gaceta oficial del Departamento del Distrito Federal:

Reglamento de construcciones para el Distrito Federal

Normas técnicas complementarias para diseño por sismo

Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto

2. Seismic design for existing structures de Loring A Wyllie, Jr.- American Concrete Institute, seminar course manual / SCM-14 (88)

Seismic Design for existing structures de Robert D. Hanson.- American Concrete Institute, seminar course Manual / SCM - 14 (88)

3.- Revista INGENIERÍA CIVIL No. 350 de junio/88 y No. 351 de julio/88, Artículo "Predicción de Intensidades Sísmicas" de los autores Pérez Rocha Eduardo, Flores Cruz Fernando y Zárate Vázquez María, de la Fundación Javier Barrios Sierra

4.- Revista INGENIERÍA CIVIL No. 349 de mayo/88, Artículo "Cimentaciones especiales" de los autores Aubinot Gabriel y Rodríguez J. F., del Instituto de Ingeniería de la UNAM

ANEXO

CONTENIDO

FIGURA 1.- MAPA DE LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO QUE REGIONALIZA LAS TRES ZONAS SEGÚN EL TIPO DE SUBSUELO, DEL CUAL SOLO SE APLICA EL PRESENTE TRABAJO PARA LAS ZONAS II Y III, POR SER ÉSTAS LAS DE MAYOR CANTIDAD DE EDIFICIOS DAÑADOS O PROPENSOS A FALLA ESTRUCTURAL.

AYUDAS PARA EL CÁLCULO DE VOLÚMENES DE DEMOLICIÓN, VOLÚMENES DE CONCRETO REFORZADO Y LONGITUD DE MUROS DE RIGIDEZ PARA REFORZAR EDIFICACIONES, APLICADOS MEDIANTE LOS GRÁFICOS SIGUIENTES:

FIGURA 2.- PARA LA OBTENCIÓN DE LA DEMOLICIÓN DE CONCRETO REFORZADO

FIGURA 3A.-PARA LA OBTENCIÓN DE CONCRETO REFORZADO REQUEPIDO PARA MUROS DE RIGIDEZ DE 20 cm DE ESPESOR EN EDIFICACIONES UBICADAS EN LA ZONA III.

FIGURA 3B.-PARA LA OBTENCIÓN DE CONCRETO REFORZADO REQUERIDO PARA MUROS DE RIGIDEZ DE 30 cm DE ESPESOR EN EDIFICACIONES UBICADAS EN LA ZONA III.

FIGURA 3C.-PARA LA OBTENCIÓN DE CONCRETO REFORZADO REQUERIDO PARA MUROS DE RIGIDEZ DE 20 cm DE ESPESOR EN EDIFICACIONES UBICADAS EN LA ZONA II.

FIGURA 3D.-PARA LA OBTENCIÓN DE CONCRETO REFORZADO REQUERIDO PARA MUROS DE RIGIDEZ DE 30 cm DE ESPESOR EN EDIFICACIONES UBICADAS EN LA ZONA II.

FIGURA 4A.- PARA LA OBTENCIÓN DE LA LONGITUD REQUERIDA DE MUROS DE RIGIDEZ DE 20 cm DE ESPESOR EN EDIFICACIONES UBICADAS EN LA ZONA III

FIGURA 4B.- PARA LA OBTENCIÓN DE LA LONGITUD REQUERIDA DE MUROS DE RIGIDEZ DE 30 cm DE ESPESOR EN EDIFICACIONES UBICADAS EN LA ZONA III

FIGURA 4C.- PARA LA OBTENCIÓN DE LA LONGITUD REQUERIDA DE MUROS DE RIGIDEZ DE 20 cm DE ESPESOR EN EDIFICACIONES UBICADAS EN LA ZONA II

FIGURA 4D.- PARA LA OBTENCIÓN DE LA LONGITUD REQUERIDA DE MUROS DE RIGIDEZ DE 30 cm DE ESPESOR EN EDIFICACIONES UBICADAS EN LA ZONA II

FIGURA 4A.- PARA LA OBTENCIÓN DE LA LONGITUD REQUERIDA DE MUROS DE RIGIDEZ DE 20 cm DE ESPESOR EN EDIFICACIONES UBICADAS EN LA ZONA III

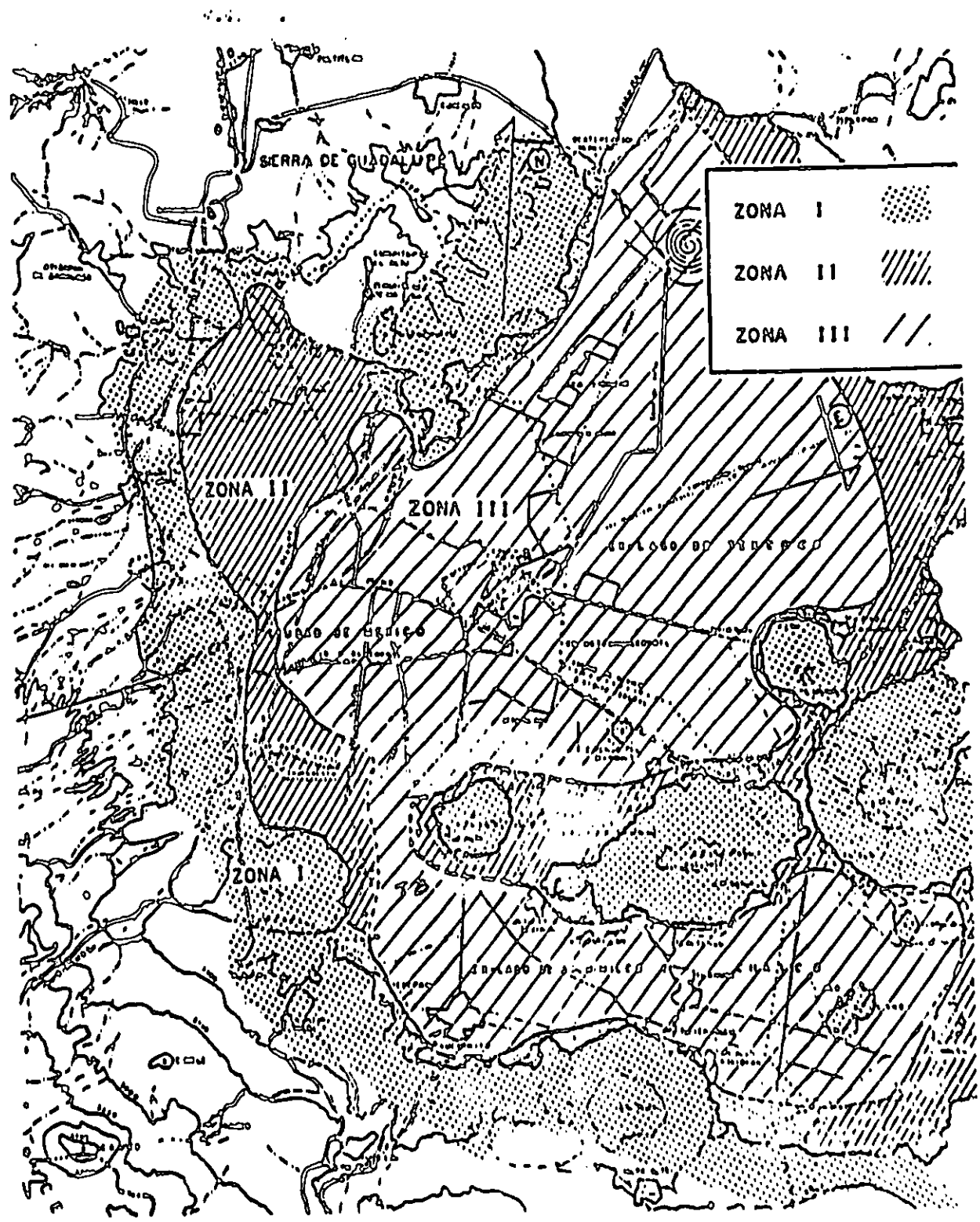


Fig. 1. Zonificación Costócnica de la Ciudad de México.

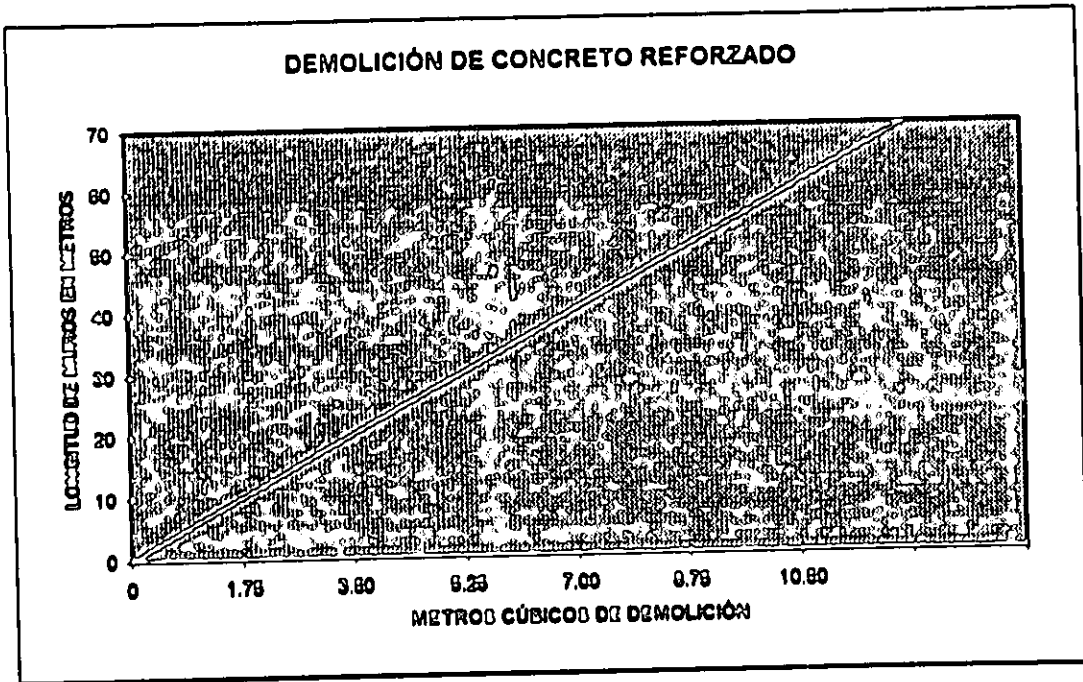


FIGURA 2

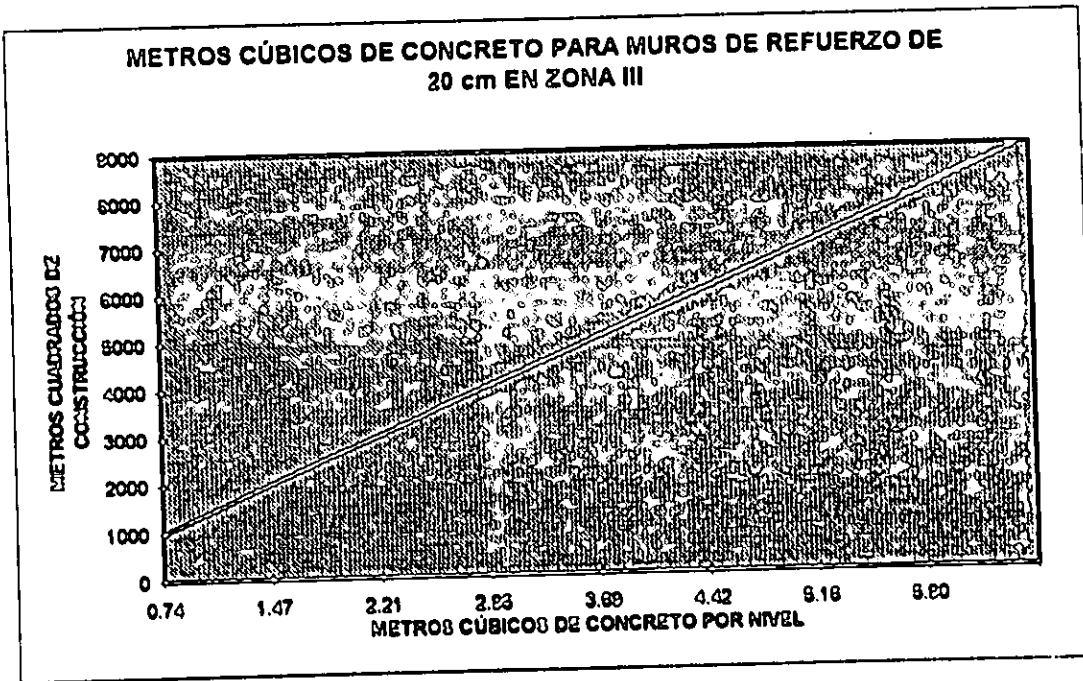


FIGURA 3A

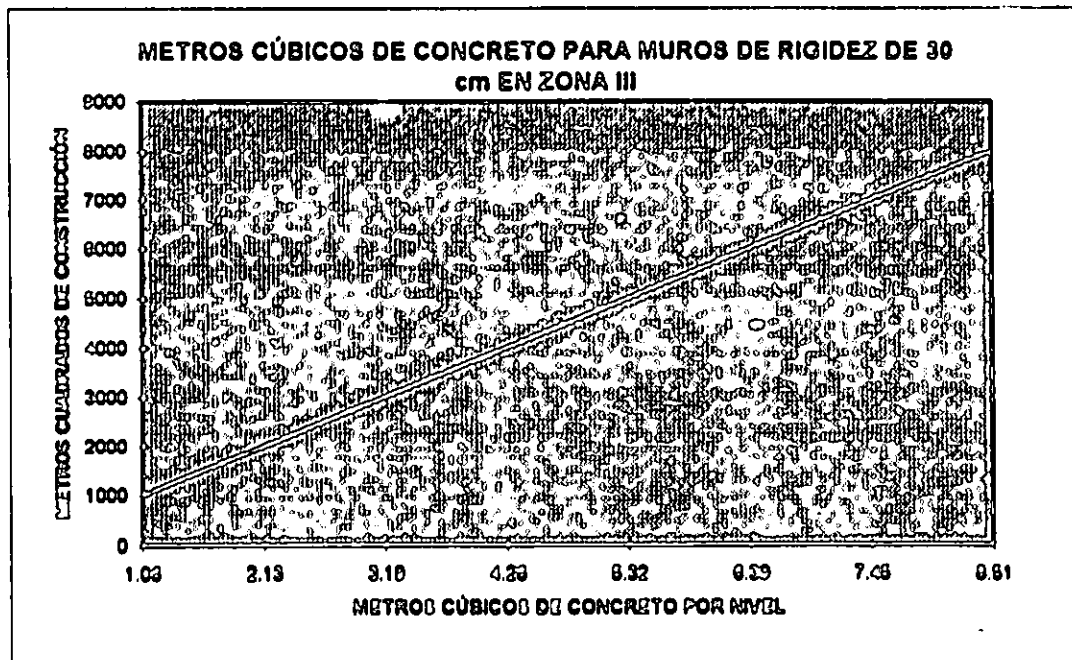


FIGURA 3B

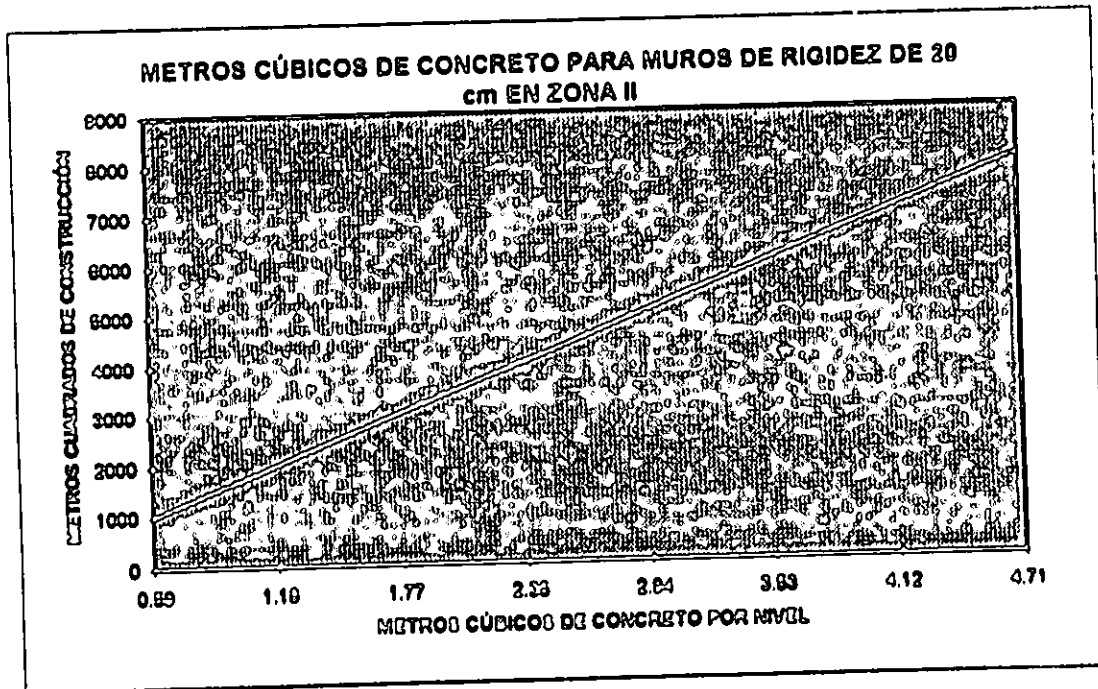


FIGURA 3C

**METROS CÚBICOS DE CONCRETO PARA MUROS DE RIGIDEZ DE 30
cm EN ZONA II**

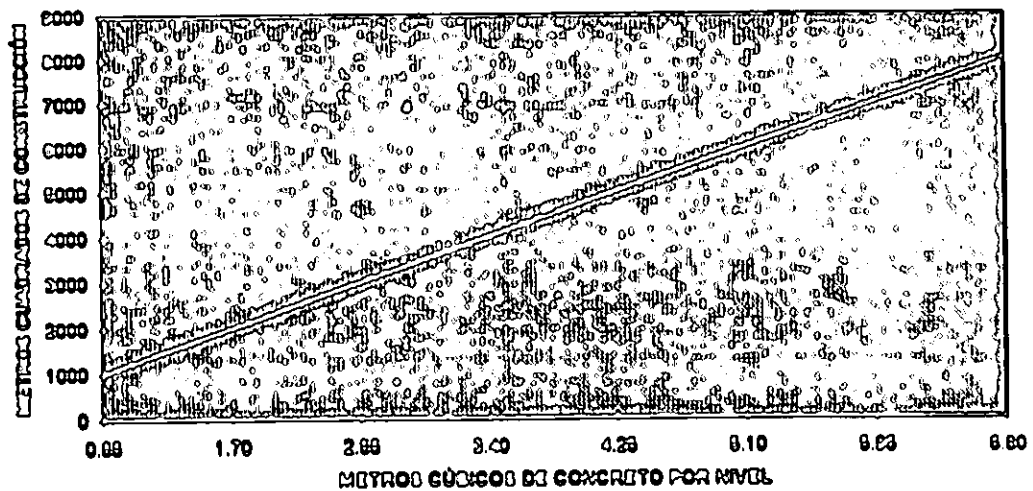


FIGURA 30

LONGITUD REQUERIDA DE MUROS DE 20 cm DE ESPESOR EN ZONA DE SUELO TIPO III

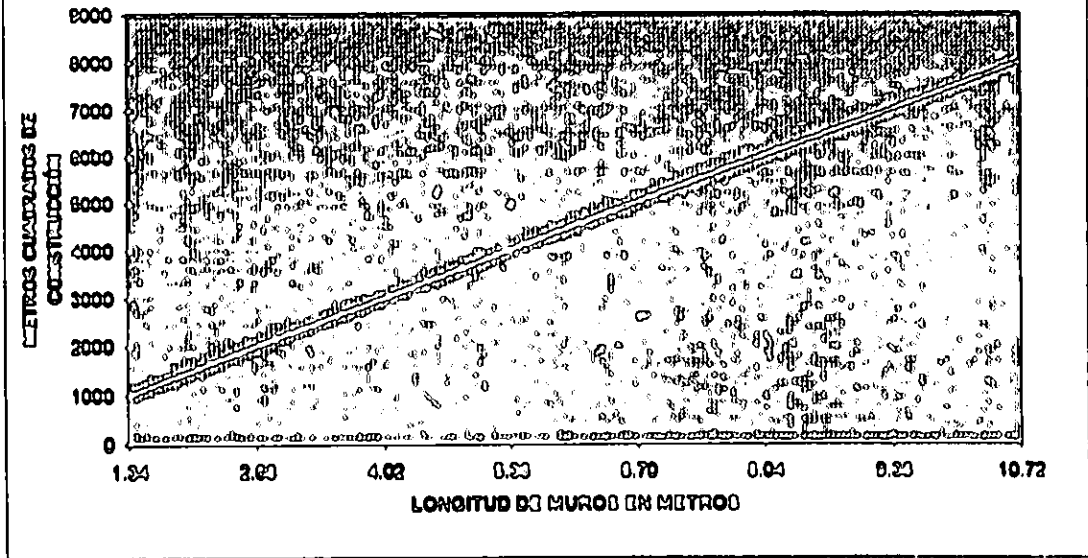


FIGURA 4A

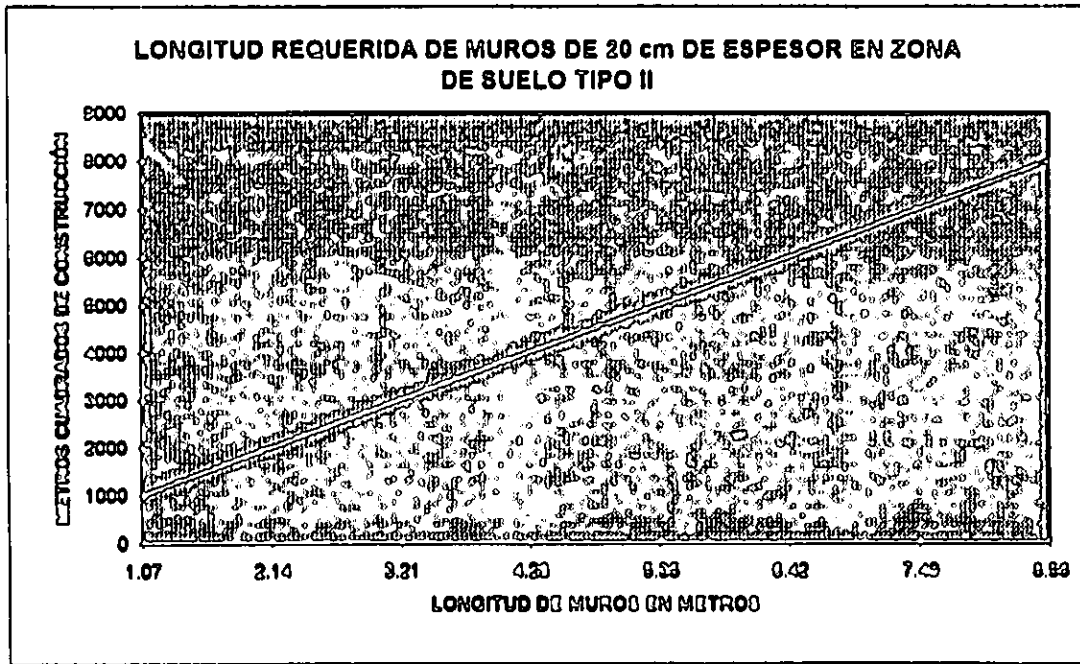


FIGURA 4C

LONGITUD REQUERIDA DE MUROS DE 30 cm DE ESPESOR EN ZONA DE SUELO TIPO II

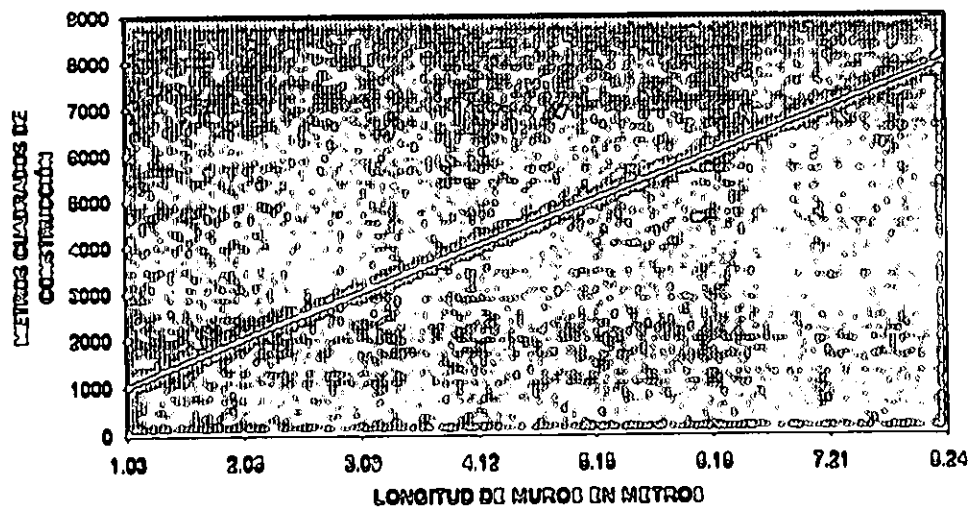


FIGURA 4D