

300615

3
2ej



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.

"ESTUDIO Y SOLUCION PARA LA
REPARACION DEL EDIFICIO UBICADO
EN LA CALLE DE OAXACA NUM. 53
COL. ROMA. QUE RESULTO DAÑADO
POR SISMO"

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
CARMEN LETICIA ARROYO ZEABLE

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D. F.

1987



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 está 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 LA SALLE

**ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U. N. A. M.**

**"ESTUDIO Y SOLUCION PARA LA
REPARACION DEL EDIFICIO UBICADO
EN LA CALLE DE OAXACA NUM. 53
COL. ROMA. QUE RESULTO DAÑADO
POR SISMO"**

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 :
CARMEN LETICIA ARROYO ZEABLE

MEXICO, D. F.

1987

I N D I C E

ANTECEDENTES

INTRODUCCION

CAPITULO I

IDENTIFICACION Y EVALUACION PRELIMINAR DE DAÑOS

1.1 Objetivos.....	1
1.2 Inspeccion Preliminar.....	2
1.3 Clasificación y Evaluación Preliminar de los Daños..	14

CAPITULO II

REHABILITACION TEMPORAL

2.1 Objetivos.....	19
2.2 Acciones.....	20
2.3 Apuntalamiento Vertical.....	20

CAPITULO III

EVALUACION DEFINITIVA Y REPARACION

3.1 Objetivos.....	27
3.2 Inspeccion Detallada.....	27
3.3 Información Complementaria.....	28
3.4 Verificación de la Información.....	29
3.5 Evaluación de la Estructura.....	30
3.6 Conclusiones.....	32
3.7 Materiales de Reparación.....	33

CAPITULO IV

RESTAURACION Y REFUERZO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

4.1 Consideraciones Generales.....	37
4.2 Restauración.....	38
4.3 Refuerzo de Muros de Mampostería.....	43
4.4 Refuerzo de Uniones.....	43
4.5 Refuerzo de Vigas.....	44

CAPITULO V

SOLUCION DEFINITIVA

5.1 Procedimiento Constructivo para la Reparación de Los Muros Dañados..... 45

5.2 Procedimiento Constructivo para la Reparación de las Cuarteaduras en Muros..... 46

CAPITULO VI

PRESUPUESTO..... 48

CONCLUSIONES..... 56

ANTECEDENTES.

Origen de los temblores.

La tierra está constituida por regiones aproximadamente concéntricas, cuya región más externa llamada Litósfera, tiene un espesor aproximado de 100 kilómetros y la rodea como una cáscara. La Litósfera no es continua, sino que está dividida en varias regiones o placas tectónicas que se mueven en diferentes direcciones. Esto es posible porque en los bordes de algunas placas se está creando una nueva Litósfera y, en otras, la placa penetra dentro del interior de la tierra. El movimiento de una placa bajo la otra no es continuo pues la fricción entre ambas evita que este desplazamiento sea un proceso continuo. A este proceso, es decir, si una placa se mueve en dirección contraria a la otra placa, una de ellas cabalga sobre la otra y se forma lo que se conoce como ZONA DE SUBDUCCION (Fig. 1.A), el esfuerzo se acumula de esta forma hasta que alcanza un límite en que es mayor que la fuerza de fricción entre las placas y se produce un deslizamiento súbito que produce las ondas sísmicas o vibraciones del terreno que constituyen el temblor o terremoto.

Las causas de los movimientos se desconocen. Se conjetura que se deben a lentas corrientes de convección que afectan al interior de la tierra y, desde luego, también a su corteza externa. Cuando dos placas vecinas se mueven en dirección contraria se produce -como ya se ha mencionado- la subducción, es decir, una capa se sume debajo de la otra, como ocurre en la Costa del Sur de México. La frontera o el contacto entre estas dos grandes placas es una gigantesca falla o sistema de fallas donde cada movimiento repentino es un temblor. De esta manera, el motor de los sismos sería el mismo -

que origina el cambio geológico: sin él no tendríamos montañas ni valles, mares o atmósfera o vida sobre la tierra.

2. Causas de los sismos en México.

México es un país altamente sísmico debido a que su Costa del Pacífico está en el borde de una zona de subducción. En esta región la Placa de Cocos se sume bajo la de Norteamérica a lo largo de una hondonada en la topografía del fondo oceánico llamada trinchera.

Investigaciones sísmológicas recientes muestran -- que la Placa desciende a través de segmentos que, en el caso de México, corresponden a las regiones de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. Estos segmentos de la Placa de Cocos en el litoral mexicano se mueven con cierta independencia y presentan una sísmicidad característica con ciertos tiempos de recurrencia para sismos grandes.

3. Origen del sismo del 19 de septiembre.

En la actualidad se reconoce que hay dos clases de movimientos en las fronteras de subducción: sismos ordinarios y característicos. En la zona de subducción mexicana se generan sismos característicos con magnitud del orden de 7.8 a -- 8.2 cuya longitud de ruptura alcanza a unos 200 kilómetros. Los sismos ordinarios son más pequeños y más frecuentes, pero raramente producen daños en el Distrito Federal.

Una zona de quietud que se localiza en una área de subducción sísmica activa, indica que está produciendo una -- acumulación de energía, que eventualmente será liberada en -- forma de sismos. Esto fue lo que dio lugar al sismo del 19 de

septiembre de 1985.

4. Características del terremoto.

a) Epicentro y magnitud.- El epicentro del terremoto fue localizado a 17.6 N y 102.5 W en el Océano Pacífico -- frente a la desembocadura del Río Balsas. Su hora de origen -- fue a las 7:17:48.5 horas local del 19 de septiembre de 1985. Su magnitud fue de 7.8 (Ms) o de 8.1 (Mw). Este último valor es el más significativo puesto que se refiere a la energía -- contenida en las ondas de período largo del espectro.

Este sismo generó un maremoto, que es el primero -- que se haya registrado y observado científicamente en México. El fenómeno se conoce científicamente como "Tsunami". La altura máxima en Lázaro Cárdenas fue de dos metros y centímetros.

El sismo del 19 de septiembre responde a las características que se pensaba podría tener un gran sismo en el -- sector Michoacán. Sin embargo, la intensidad con que fue sentido a una distancia de 400 kilómetros (Distrito Federal) superó cuanto cabía esperar para un sismo de esta magnitud.

b) Intensidades en el Distrito Federal.

Las intensidades en el Distrito Federal variaron -- entre VI en la periferia del Valle de México a VIII y IX en -- las zonas circunscritas del centro de la Ciudad.

El sismo se inició en forma leve (Intensidad II a III) y gradualmente se incrementó a un movimiento oscilatorio casi monocromático, con períodos del orden de 2 segundos, que duró más de dos minutos.

En algunas zonas se observaron deformaciones del pavimento que sugieren la presencia de ondas estacionarias -- con amplitudes de hasta 30 centímetros.

Las zonas más afectadas se sitúan en el centro del Valle de México. Los bordes de la Cuenca han sido los menos afectados.

5. Algunas causas de su destructividad.

Aparentemente son dos las causas principales que se encontraron para explicar el sorprendente comportamiento del sismo del 19 de septiembre:

1. La forma en que se radió la energía desde la -- fuente sísmica.
2. La peculiar estructura y composición del Valle de México.

6. Resonancia del terreno blando.

La amplificación del movimiento debido a la presencia del terreno blando fué excepcionalmente alta en la zona dañada, como consecuencia de que en terreno firme el movimiento fué regular, con periodos de dos segundos. Esto es, casi igual al del terreno blando en el centro de la Ciudad.

INTRODUCCION.

Cuando en una ciudad ocurre un temblor destructivo es importante hacer acopio de la información sismológica para tener bases que permitan evaluar objetivamente los daños que sufre cada estructura, ya que estos son de diversa índole y atribuibles a causas diversas o a combinaciones de ellas. En ocasiones será alguna deficiencia de diseño o construcción; - en otras será el cambio del uso del inmueble; en otras las sobrecargas excesivas no previstas en el proyecto; en otras serán fallas de suelo de cimentación ocasionadas por un movimiento sísmico extremadamente fuerte y, en otras, será que las características del temblor en cuanto a intensidad, duración y forma del movimiento son extremadamente imprevisibles o muy poco probables.

Por otra parte, tras el colapso de muchas construcciones y la ocurrencia de daños severos en otras, se presenta la necesidad urgente de evaluar la seguridad de las construcciones que quedan en pie en las zonas más fuertemente atacadas por los movimientos del terreno.

Pocos problemas en Ingeniería Estructural presentan un reto comparable al que afronta el ingeniero que debe decidir si repara una estructura, si la refuerza y en qué extensión y de qué manera, si la demuele en parte o si la condena.

Primero debe estimar la capacidad de la estructura para resistir las fuerzas gravitacionales, así como después - adoptar una de las alternativas de solución para reforzarla. Luego, debe sopesar las consecuencias sociales y económicas de las diferentes alternativas y, generalmente, debe llegar a

una decisión en muy corto tiempo.

Estimar la capacidad estructural será una tarea difícil, especialmente si la estructura está agrietada, hay patines alabeados u otros signos de daño. Las cosas son todavía más difíciles en ausencia de planos estructurales y, éste no es un caso excepcional.

Un ingeniero que se confía cuando predice la capacidad de una estructura futura basándose en sus planos y -- cálculos, paradójicamente experimenta una gran incertidumbre cuando tiene que estudiar una estructura ya construida, aunque tenga planos ante sí; notará, después de examinarla, que las dimensiones no concuerdan, que las conexiones no están -- soldadas con la precisión con que se especificaron, etc.

Un miembro estructural severamente agrietado o dañado en alguna otra forma, a menudo soportará prácticamente -- la misma carga aplicada en forma estática que cuando no estaba dañado, pero su capacidad para absorber energía será apreciablemente menor. La Fig. 2 ilustra este caso, comparando -- dos curvas carga-deformación esquemáticas.

En un amplio rango de propiedades estructurales y características de los sismos, la absorción de energía es más importante que desde el punto de vista de la resistencia sísmica que desde el de la capacidad de carga; por tanto, el --- miembro dañado suele ser menos capaz de contribuir a la capacidad para resistir sismos.

A veces, los análisis burdos que pueden llevarse a cabo en el corto tiempo de que se dispone antes de actuar y a la luz de una escasa información, descubrirán las mayores de-

bilidades de la estructura, congruentes al menos cualitativa-
mente con el daño observado. Por ejemplo, puede encontrarse -
una torsión pronunciada o detalles de conexión defectuosa. -
Los remedios saltarán a la vista. Cuando tal no es el caso,
la mejor información a mano es la magnitud del daño sufrido -
por la estructura aunada a ciertas características del movi-
miento sísmico.

CAPITULO I.

IDENTIFICACION Y EVALUACION PRELIMINAR DE DAÑOS.

1.1 Objetivos.

El primer paso para plantear la posible reparación de una estructura es el reconocimiento de los daños existentes en ella. La información que con esto se pueda reunir servirá para el desarrollo de las siguientes actividades:

a) Evaluación preliminar de la estructura.- Permite definir si se requiere su demolición inmediata o si procede considerar su reparación.

b) Determinación de la estrategia y los detalles de la rehabilitación temporal. (En caso de proceder a considerar su reparación)

Así, en esta primera etapa del proceso de reparación, se deberá definir si se justifica intentar ésta o si, por el peligro de un derrumbe inmediato que pueda afectar a las construcciones vecinas o vías de circulación, es necesaria la demolición. En casos dudosos, y cuando las consecuencias de un posible derrumbe no sean peligrosas, puede convenir retrasar la decisión de demoler hasta contar con información más completa de la que resulta de la evaluación preliminar. Si se decide no demoler, tendrá que procederse inmediatamente a tomar las medidas de apuntalamiento necesarias que garantice adecuadamente la seguridad temporal de la estructura

La evaluación preliminar de esta primera etapa, deberá complementarse con una revisión más detallada que servi-

rá de base para la realización del proyecto de reparación definitiva.

1.2 Inspección preliminar.

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

Durante la inspección deberán de tomarse las medidas de seguridad elementales, procurando evitar las zonas de colapso inminente.

Para una correcta evaluación de los daños y sus causas, es necesario identificar el sistema estructural utilizado en el edificio en estudio. Deberá, por lo tanto, investigarse cuál fué el sistema tanto estructural como el de cimentación utilizado, así como los siguientes conceptos:

- a) Identificación del edificio.
- b) Identificación del sistema estructural.
- c) Identificación de daños en elementos estructurales.
- d) Identificación de daños en elementos no estructurales.
- e) Identificación de problemas de estructuración.
- f) Identificación de problemas en la cimentación.
- g) Estimación de la posible causa de los daños.

a) Identificación del edificio.

El inmueble se encuentra localizado en la calle de Oaxaca, número 53, entre la calle de Sinaloa y la Glorieta de las Cibeles, en la colonia Roma (Fig. No. 3) Zona a la que corresponde un terreno tipo III, según el Reglamento de Construcciones del Departamento del Distrito Federal, perteneciendo a la zona del Lago de Texcoco con terreno altamente comprensible (Fig. 4)

Considerando que el edificio en cuestión no es una estructura aislada, sino que forma parte de otro módulo construido y proyectado al mismo tiempo y bajo las mismas características arquitectónicas, mostramos en la figura 5 un croquis en el que aparecen ambas construcciones con sus respectivas colindancias; obsérvese que forman una sola estructura mediante tres vigas ancladas en las losas de entrepiso de los niveles 2, 3 y 4 de ambas estructuras. El edificio que será motivo de estudio en esta tesis está indicado con el número I y al gemelo lo nombraremos con el número II (Foto No. 3)

Como podemos observar, la construcción número I - cuyo acceso está sobre la calle de Oaxaca se encuentra entre dos construcciones de muy diferentes características: a su derecha colinda con un edificio de dos niveles de aproximadamente la misma antigüedad (1920) con acceso en la calle de Sinaloa número 42 y, a su izquierda, colinda con una construcción nueva de 5 niveles para estacionamientos a base de concreto reforzado; en la parte trasera colinda con el edificio No. II (Foto No. 1)

El edificio número II cuyo acceso está sobre la calle de Sinaloa número 44, limitaba a su derecha con un edifi-

cio de 4 niveles que resultó seriamente dañado en el sismo, por lo que tuvo que ser demolido. A su izquierda colinda también con el edificio de dos niveles (Sinaloa No. 42) mencionado en el párrafo anterior. (Foto No. 2)

Se trata de un edificio antiguo construido en el año de 1920 en una área de 194 m². que cuenta con 4 niveles - con dos departamentos por piso, haciendo un total de 8 departamentos cuyo uso ha sido habitacional a excepción del departamento "B" en el primer nivel que se emplea como oficinas. (Foto No. 2)

b) Identificación del sistema estructural.

En general, la estructura es a base de muros de carga sujetos a compresión, sin contravientos, de tabique rojo normal (7-14-28) de diferentes espesores: siendo los más anchos los perimetrales de 42 centímetros y los interiores de 28 centímetros.

En todos lados se observa aplanado de cal, tanto en interiores como en exteriores, dándoles posteriormente un acabado de yeso al que por último se aplicó pintura. En cocinas y baños, tenemos pintura de aceite y en los pisos de cocina y pasillo tenemos mosaico (Fig. No. 7)

No cuenta con ninguna clase de refuerzos verticales (castillos), presentando sólo elementos de refuerzo horizontal (cadenas o dadas de cerramiento) de diferentes espesores, que sirven de apoyo a las vigas de madera en los cuartos y metálicas en baño, cocina y pasillos.

Las cadenas de amarre en las losas de los sótanos

están armadas a base de barras 5/8" llevando 2 ó 4 según el espesor de cada muro; las cadenas de los otros niveles están armadas con barras de 1/2 pulgada con acero de refuerzo $f_y=4000\text{kg/cm}^2$.

El sistema de piso existente es a base de viguetas metálicas en cocinas, baños y pasillos y de vigas de madera en los cuartos 1, 2 y 3 (Fig. No. 6A y 6B)

Las escaleras son a base de madera; tienen un metro de ancho, 12 centímetros de peralte y 28 centímetros de pie, contando con un descanso entre nivel y nivel.

Los balcones y ventanas son a base de herrería; las puertas están hechas de madera.

c) Identificación de daños en elementos estructurales.

Para analizar, explicar y localizar los daños en la edificación y para su fácil manejo y comprensión, de aquí en adelante nos referiremos solamente a la zona dañada del edificio.

Como podemos observar, la zona dañada es la asegurada que corresponde a los cuartos 1 y 2 de cada departamento, siendo en los cuatro niveles los muros A, B, 2 y 4 los que sufrieron serias fracturas.

1er. Nivel. No se encontró ningún daño en elementos estructurales.

2o. Nivel. Departamento "D". En el cuarto número 1

y sobre el muro A se presenta una falla horizontal a la altura de la cadena de cerramiento debida a flexión y volteo. En el muro 1 se presentan 2 cuarteaduras diagonales, una de las cuales nace exactamente en la unión de este muro (4) con el muro A.

En el cuarto número 2 también se presenta una falla diagonal sobre el muro A, pero esta vez en la parte inferior (Foto No. 6)

3er. Nivel. Departamento "F". Es en este nivel en el que empezamos a tener los daños más severos, pues como podemos observar en los esquemas, todos los muros que forman los cuartos 1 y 2 presentan en mayor o menor proporción cuarteaduras y casi siempre diagonales.

Cuarto No. 1. Muro A.- En primer orden y en forma impactante observamos una cuarteadura diagonal sobre el muro A de aproximadamente 5 centímetros de ancho que comienza en la esquina superior izquierda, descendiendo hasta la esquina inferior derecha y que tiene, además, varios ramales en su nacimiento, dejando al descubierto el muro de la construcción contigua (estacionamientos) y denotando una junta de acaso 8mm. (Transp. No. 7)

En la cadena podemos notar que, aparte de haberse levantado el recubrimiento, presenta pequeñas fallas verticales a todo lo largo del muro.

También, en la parte superior derecha, aparecen el mismo tipo de fallas (diagonales) exactamente en la unión del muro con la losa y al centro.

Muro B. Este muro también presenta fallas pronunciadas diagonales.

Cuarto No. 2. Lo que más realza nuestra vista en este cuarto es que todos los acabados se botaron dejando al descubierto el tabique, además de las fallas repetitivas en forma diagonal que se presentan en varias direcciones y en todos los muros, principalmente en la unión de los muros A y 2.

Departamento "H". A esta altura no sólo los daños sobre los muros son más severos, sino que incluso las locas (bóveda) y los pisos se encuentran deformados.

Recordemos además, que es en este nivel donde se encuentra la tercera viga de unión entre los edificios 1 y 2 (Foto No. 11)

Cuarto No. 1. El piso de este cuarto se encuentra vencido hacia el Sur que es donde tenemos el edificio de estacionamientos, observando de manera muy especial que a esta altura ya no tenemos junta constructiva; lo que indica que el edificio está vencido hacia esta nueva construcción (Foto No. 13)

El muro número 4 se cayó completamente, siendo arrastrado por la viga de unión número 3 (Fotos Nos. 12 y 14)

El Muro 4 se flambeó botando todo el revestimiento e incluso en la unión con el muro 4 botó el tabique, es decir, tenemos sólo el muro del edificio de estacionamientos.

En la cadena de cerramiento observamos la presencia de fallas verticales a todo lo largo del muro.

En cuanto a la losa que en este nivel es a base de bóveda, observamos que en la esquina derecho se vino abajo dejando algunas grietas en ese cuadro delimitado por las vigas de acero.

Otra falla de importancia es la que se nos presenta en la unión de los muros A-2 ya que es vertical a toda su altura.

En los otros dos muros (3 y B) también encontramos cuarteaduras diagonales en todos los sentidos, además de una cierta deformación pues incluso la puerta que lo comunica con el cuarto 2 quedó descuadrada.

Cuarto No. 2.- En esta habitación la losa se resintió más ya que no sólo se vino abajo de la esquina derecha sino de la izquierda también, es decir, las esquinas formadas por los muros A-2 y por los muros A-1.

La cadena de cerramiento del muro A sufrió una deformación que dejó al descubierto un tubo de cobre, deformándolo también.

Nuevamente encontramos el desprendimiento de los acabados situados en las uniones de los muros 1-A y 2-A, dejando nuevamente el tabique al descubierto.

En el baño de este departamento es en el único en el que encontramos una fractura -nuevamente diagonal- que nace en el muro B hasta terminar en la ventana del muro 4.

En la cocina encontramos pequeñas cuarteaduras en el muro C.

Azotea. - En el último descanso de la escalera que nos comunica con la azotea encontramos en el muro 4, que la cadena de amarre de la ventana se deformó de tal forma que una de las varillas se dobló dejando entre ellas un ángulo de aproximadamente 160° , como podemos observar en la fotografía número 16.

Los tres cuartos de servicio sufrieron serios daños quedando prácticamente inservibles, ya que los muros no sólo se deformaron, sino que se colapsaron partiéndose prácticamente a la mitad quedando sólo la otra parte en pie. (Fotos Nos. 17, 18 y 19)

El pretil del cuarto de servicio número 1 fué -- arrastrado completamente por la viga de unión número 3, por lo que está a punto de venirse abajo.

Los pisos de los otros dos cuartos se encuentran seriamente dañados por lo que resulta prácticamente inseguro caminar sobre ellos.

Por lo demás, la azotea se encuentra en perfecto estado.

Conclusiones. - Una vez identificados todos los daños y clasificándolos observamos que todos obedecen a un mismo comportamiento, tratándose siempre de grietas diagonales y verticales, ya sea sobre los muros o en las uniones, tanto del muro con la losa como del muro con otro muro, cuyas fallas fueron por cortante. En otros casos, se observa solamente el desprendimiento del recubrimiento, debido a que fallaron los muros por flexocompresión.

Se anexa la tabla 1.1 en la que mostramos los daños estructurales más comunes y que facilitan, sin necesidad de un estudio más profundo, el conocimiento de las causas de cada falla en un momento de emergencia, como lo fué el sismo que originó la falla de este edificio.

TABLA 1-1. DAÑOS ESTRUCTURALES MAS COMUNES

<i>Elemento estructural</i>	<i>Tipo de daño</i>	<i>Causa</i>
<i>Columnas</i>	<i>Grietas diagonales</i>	<i>Cortante o torsión</i>
	<i>Grietas verticales</i>	<i>Flexocompresión</i>
	<i>Desprendimiento del recubrimiento</i>	<i>Flexocompresión</i>
	<i>Aplastamiento del concreto y pandeo de barras</i>	<i>Flexocompresión</i>
<i>Vigas (Fig.)</i>	<i>Grietas diagonales</i>	<i>Cortante o torsión</i>
	<i>Rotura de estribos</i>	<i>Cortante o torsión</i>
	<i>Grietas verticales</i>	<i>Flexión</i>
	<i>Rotura del refuerzo</i>	<i>Flexión</i>
<i>Unión viga-columna (Fig.)</i>	<i>Aplastamiento del concreto</i>	<i>Flexión</i>
	<i>Grietas diagonales</i>	<i>Cortante</i>
<i>Sistemas de piso</i>	<i>Falla por adherencia del refuerzo de vigas</i>	<i>Flexión</i>
	<i>Grietas alrededor de columnas</i>	
	<i>en losas o placas planas</i>	<i>Penetración</i>
	<i>Grietas longitudinales</i>	<i>Flexión</i>

TABLA 1-1. DAÑOS ESTRUCTURALES MAS COMUNES (CONTINUACION)

<i>Elemento estructural</i>	<i>Tipo de daño</i>	<i>Causa</i>
<i>Muros de concreto</i>	<i>Grietas diagonales</i>	<i>Cortante</i>
	<i>Grietas horizontales</i>	<i>Flexocompresión</i>
	<i>Aplastamiento del concreto y pandeo de barras</i>	<i>Flexocompresión</i>
	<i>Grietas diagonales</i>	<i>Cortante</i>
<i>Muros de mampostería (Fig.)</i>	<i>Grietas verticales en las esquinas y centro</i>	<i>Flexión y volteo</i>
	<i>Grietas como placa perimetralmente apoyada</i>	<i>Flexión</i>

g) *Estimación de la posible causa de los daños.*

Para realizar una evaluación de carácter preliminar del daño, limitaremos a tres las causas principales por las cuales la estructura falló:

1.- Relación entre la distribución geográfica del daño y el tipo del subsuelo.

2.- Colindancias.

3.- Sistema constructivo.

2.- En lo que respecta a las construcciones contiguas, podemos afirmar que el impacto que el edificio de esta cionamientos causó a nuestro edificio fué decisivo, ya que debido a la escasa junta constructiva que existía y a que se trata de un edificio que descansa entre pilotes apoyados en una capa firme, al asentarse el terreno se asentó el edificio o inclinó al nuestro (Fig. No. 12) y, por lo tanto, al venir la deformación producida por el levantamiento del lado (a) o por el hundimiento del (b), crece la diagonal (d) y naturalmente viene la rotura.

3.- En lo referente al sistema constructivo que, como se ha visto es a base de muros de carga de tabique y - cadenas de cerramiento de concreto reforzado, sabemos que - un efecto muy crítico en la mampostería es el de las cargas laterales que actúan en su plano, como las debidas a empujes de sismo o a hundimientos diferenciales.

Estas cargas tienden a producir distorsiones en

el muro y esfuerzos de tensión principales en dirección normal a una de las diagonales del muro, las que pueden provocar una falla a través de una grieta que atraviesa diagonalmente al muro; cosa que se presentó en todos los muros dañados tanto severa como débilmente.

Estas fallas pueden deberse tanto a debilidad de las piezas en tensión como -y con más frecuencia- a la debilidad de la junta ante esfuerzos diagonales y de tensión.

Un aspecto particularmente importante del comportamiento ante cargas laterales de muros de mampostería es - el carácter frágil de la falla, o sea, la posibilidad de un colapso brusco una vez alcanzada la capacidad del muro.

1.3 Clasificación y Evaluación preliminar de los daños.

1.3.1 Metodología.

En la tabla 1.2 se presentan algunos criterios - recomendables para la clasificación y la evaluación preliminar de los daños de una estructura.

Al llevar a cabo la evaluación preliminar, deben interpretarse los criterios expuestos con cierta flexibilidad, con base en la experiencia y el buen juicio de la persona que la realiza. Es evidente que no es lo mismo observar grietas de determinado ancho en algunos elementos aislados, que encontrar el mismo daño generalizado.

En las medidas recomendadas se distingue entre - la simple restauración entendida como la recuperación de la resistencia original, y el refuerzo que consiste en incre--

mentar la resistencia de los elementos o de la estructura.

1.3.2 Aplicación de la metodología y conclusiones.

Una vez identificados los daños, debemos tomar una primera decisión de gran importancia: ¿qué hacer con -- las personas que habitan el edificio y qué hacer con la estructura? Con este fin, debemos clasificar de alguna forma el tipo de daño (general) que sufrió la estructura, por lo que en la tabla 1.2 se hizo una recopilación de daños dándoles una primera solución, clasificándolos en cuatro tipos:

- 1.- No estructural.
- 2.- Estructural ligero.
- 3.- Estructural fuerte.
- 4.- Estructural grave.

TABLA 1-2. CLASIFICACION Y EVALUACION PRELIMINAR DE DAÑOS

Tipo de daño	Descripción	Evaluación preliminar
<i>No estructural</i>	Daños únicamente en elementos no estructurales	No existe reducción en la capacidad sismo-resistente. No se requiere desocupar. La reparación consistirá en la restauración de los elementos estructurales.
<i>Estructural ligero</i>	Grietas de menos de 0.5 milímetros de ancho en elementos de concreto. Fisuras y caída de aplastados en paredes y techo. Grietas de menos de 0.3 milímetros de ancho en muros de mampostería.	No existe reducción en la capacidad sismo-resistente. No se requiere desocupar. La reparación consistirá en la restauración de los elementos dañados.
<i>Estructural fuerte</i>	Grietas de 0.5 a 1 milímetro de ancho en elementos de concreto. Grietas de 3 a 10 milímetros de ancho en muros de mampostería.	Existe una reducción importante en la capacidad sismo-resistente. Debe desocuparse y mantenerse sólo acceso controlado previa rehabilitación temporal. Es necesario realizar un proyecto de reparación

TABLA 1-2. CLASIFICACION Y EVALUACION PRELIMINAR DE DAÑOS.
(Continuación)

Tipo de daño	Descripción	Evaluación preliminar
Estructural grave	<p>Grietas de más de 1 milímetro de ancho en elementos de concreto. Desprendimiento del recubrimiento en columnas. Aplastamiento del concreto, rotura de estribos y pandeo del refuerzo en columnas y muros de concreto. Agrietamiento de las planas alrededor de las columnas. Aberturas en muros de mampostería. Desplomes en columnas de más de 1:100 de su altura. Desplome del edificio de más de 1:100 de su altura.</p>	<p>para la restauración y el refuerzo de la estructura.</p> <p>Reducción importante en la capacidad sismo resistente. Debe desocuparse y suprimirse el acceso y la circulación en la vecindad. Es necesario proteger la calle y los edificios vecinos mediante la rehabilitación temporal o proceder a la demolición urgente. De ser posible deberá recurrirse a una evaluación definitiva que permita decidir si procede la demolición o bien el refuerzo generalizado de la estructura.</p>

Como resultado de la evaluación preliminar de daños llevada a cabo según la Tabla 1-2, se concluye que no es necesaria la demolición total de la estructura, ya que a pesar de que se trata de un Daño Estructural Fuerte, podemos proceder a su rehabilitación temporal manteniendo un acceso controlado y definiendo las medidas de emergencia apropiadas para proceder con el estudio de la rehabilitación definitiva.

CAPITULO II.

Rehabilitación temporal.

2.1. Objetivos.

Las medidas de emergencia apropiadas para garantizar la protección temporal tienen por objeto aliviar la carga vertical sobre los componentes estructurales dañados y proteger la estructura contra las acciones laterales debidas a posibles réplicas del sismo, disponiendo elementos de apoyo y de contraventeo provisionales.

El propósito de la rehabilitación temporal es proporcionar resistencia provisional a aquellos elementos y conexiones de los cuales depende la seguridad del sistema estructural total. Además, la protección temporal deberá incluir medidas que garanticen la seguridad de las personas en las zonas adyacentes al edificio dañado y de los trabajadores que realicen las labores de rehabilitación.

El diseño de los sistemas de protección temporal debe efectuarse con premura, por lo que no se suele disponer de suficiente tiempo para aplicar los métodos convencionales de dimensionamiento. Así, deberá recurrirse a métodos aproximados de análisis para determinar las magnitudes de las cargas y de sus efectos.

A continuación, presentamos las fuerzas o acciones que deben tomarse en cuenta en el diseño de estos sistemas, describiendo algunos elementos auxiliares útiles y sugiriendo diversos procedimientos de apuntalamiento vertical y contraventeo.

2.2 Acciones.

En el Artículo 18 del Decreto por el que se establecen las normas de emergencia en materia de construcción para el Distrito Federal, se estipula que: "Mientras se lleven a cabo obras de refuerzo y reparación, los edificios dañados deben estar apuntalados de manera que garanticen la estabilidad de la estructura para las cargas verticales estimadas y - 25 por ciento de las laterales estimadas, que se obtendrían aplicando las presentes normas con las cargas vivas previstas durante la ejecución de las obras".

Podrá prescindirse de los soportes o apuntalamientos laterales en aquellos casos en que los daños a reparar -- sean locales y se considere evidente que la estabilidad general de la estructura es adecuada.

2.3 Apuntalamiento vertical.

2.3.1 Consideraciones generales.

El proporcionar apoyo vertical auxiliar a las columnas y muros de carga seriamente dañados es la primera medida a tomar al instalar un sistema de protección temporal.

Evidentemente se requiere apoyo vertical en el piso correspondiente al elemento dañado. En algunas situaciones es posible limitar el apuntalamiento a un sólo piso como lo muestra la figura 13. En estos casos debe revisarse la resistencia o cortante en las secciones t-t de la figura 13 para garantizar que el apuntalamiento vertical sea efectivo.

Una alternativa más confiable consiste en propor--

cionar soporte provisional a todos los niveles además del correspondiente al elemento dañado, como se ilustra en la figura 13.

De esta manera, se reducen considerablemente las fuerzas cortantes en las secciones t-t a ambos lados del elemento vertical dañado. Cuando los elementos de soporte provisional se apoyan sobre las losas debe cuidarse que no se presenten problemas de penetración. Para evitar esto, los elementos de soporte deben apoyarse sobre piezas horizontales -- que pueden ser tablonés o vigas de madera acostados, que distribuyan la carga. Estas piezas pueden combinarse con placas de acero para casos de cargas grandes o sistemas de piso débiles. Debe procurarse que los puntales sean colineales en todos los niveles. Generalmente será necesario transmitir cargas hasta la cimentación e incluso puede requerirse la construcción de un cimientó provisional para llevarlas hasta el suelo.

La distancia entre los elementos de apoyo provisionales y el elemento dañado debe ser la mínima posible, aunque dejando espacio suficiente para los trabajos de reparación.

2.3.2 Soportes de madera.

La madera es quizá el material para apuntalamiento vertical más fácil de conseguir. Las secciones más comunes son: el polén de 4 X 4 pulgadas, la viga de 4 X 8 pulgadas, el tablón de 2 pulgadas de grosor y las tablas o duelas de -- 3/4 de pulgada a 1 1/2 pulgada. Estas medidas son nominales. Las medidas reales suelen ser algo menores. La madera generalmente asequible es el pino. A continuación se proporcionan valores de esfuerzos permisibles conservadores para madera de -

pino y se sugieren métodos simplificados para dimensionar elementos de madera sujetos esencialmente a cargas axiales de -- compresión, que son las predominantes en elementos de soporte verticales.

Las secciones o escuadras mencionadas pueden combinarse de diversas formas para soportar cargas de alguna importancia.

Con cargas ligeras pueden utilizarse polines o vigas sin arriostrar. Para repartir la carga y evitar los problemas de penetración es necesario colocar en los apoyos tablones o vigas acostados. En uno de los extremos deberán colocarse cuñas en la forma indicada en la figura 13 B.

La eficiencia de los miembros aislados puede incrementarse por medio de arriostramientos triangulares que disminuyan las longitudes efectivas de pandeo como se muestra en la figura 13 B,

El arriostramiento puede hacerse únicamente en el sentido desfavorable en caso de secciones rectangulares como las vigas. En caso de secciones cuadradas como los polines, el arriostramiento deberá hacerse en ambos sentidos para que sea efectivo. Las piezas para arriostrar deben tener un grosor mínimo de una pulgada y un ancho mínimo de 10 centímetros. Deben clavarse con clavos de 2 1/2 pulgadas. El número de clavos en cada unión debe ser el máximo posible en el espacio -- disponible, sin que se excedan los espaciamientos que establecen las normas. Los detalles de apoyo deben ser semejantes a los mencionados para miembros simples aislados.

Cuando las porciones de muros entre aberturas se -

han agrietado de manera que su capacidad de carga y su estabilidad lateral sean dudosas, puede recurrirse a refuerzos con piezas de madera como los mostrados en la figura 13 C. Una solución semejante es apropiada cuando se han presentado daños en los dinteles y muros sobre aberturas.

Dimensionamiento de piezas de madera para apuntalamiento.

Dimensiones: Usar las dimensiones reales, no las nominales.

Esfuerzos permisibles: Los esfuerzos debidos a las cargas previstas, no afectadas de factores de carga, debe ser iguales o menores que los esfuerzos permisibles de la Tabla 2-1.

TABLA 2-1. ESFUERZOS PERMISIBLES Y MODULOS DE ELASTICIDAD PARA MADERA DE PINO USADA PARA ELEMENTOS DE APUNTALAMIENTO. (Kg/cm²)

Sección transversal	Flexión	Tensión	Compresión para	Compresión per	Cortante	Ep y
			lela a las fi-- bras.	pendicular a - las fibras.		Emñn
	f_{bp}	f_{tp}	f_{cp}	f_{np}	f_{vp}	
Piezas de 2 pulg- das de grosor o me- nos y 6 pulgadas - de ancho o menos	95	70	80	25	10	90 000 60 000
Polines (4 X 4 pul- gadas)	85	65	75	25	10	85 000 55 000
Vigas (4 X 8 pul- gadas y secciones mayores.	75	60	70	25	10	80 000 50 000

NOTA: Para que sean aplicables estos esfuerzos, no debe tener la madera nudos que ocupen más de la cuarta parte de la sección de la pieza y el contenido de humedad debe ser menor que 18 por ciento. Si la madera está húmeda (contenido de humedad mayor al 18 por ciento) el esfuerzo cortante debe reducirse en un 15 por ciento, la compresión paralela en un 20 por ciento y la perpendicular en un 50 por ciento.

Longitudes efectivas.

Tomar k_1 y k_2 Longitud total del puntal cuando no existe arriostramiento.

Tomar k_1 y k_2 Longitud entre nudos o puntos de apoyo cuando existe arriostramiento, como en los ejemplos de la figura 15.

Figura 15. Longitudes efectivas.

Es necesario revisar los efectos de esbeltez en las dos direcciones principales; regístrala condición más desfavorable.

Miembros compuestos.

La capacidad de miembros formados por la unión de piezas con pernos o flejes, debe tomarse igual a la suma de las capacidades de los miembros unidos considerados independientemente.

2.3.3 Perfiles de acero:

Cuando las cargas que deben soportarse son grandes debe recurrirse al empleo de perfiles simples de acero o a -- combinaciones de ellos para formar diferentes tipos de secciones compuestas, que deben estar previstos de placas de apoyo. Deben acuñarse de forma semejante a la utilizada en madera.

2.3.4 Puntales telescópicos y elementos tubulares diversos.

Para cargas muy ligeras pueden utilizarse soportes telescópicos independientes como el mostrado en la figura 13. La capacidad de estos elementos es del orden de dos toneladas y su altura máxima es de aproximadamente tres metros. La altura puede ajustarse por medio de un dispositivo a base de rosca. Están provistos de placas de apoyo en los extremos, pero en caso que los esfuerzos de penetración sean excesivos, deberá disponerse de tablones o vigas para lograr una mejor repartición de la carga.

Para soportar sistemas de piso o techos ligeros -- que hayan sufrido daños, puede recurrirse a combinaciones de elementos tubulares como en el caso ilustrado en la figura 13. La altura de estos elementos puede ajustarse por medio de dispositivos de rosca como el de la figura 15. Al igual que en el caso de los soportes telescópicos independientes, deben -- cuidarse los detalles de apoyo en ambos extremos.

Los datos sobre capacidad útil de los elementos -- estándar descritos deben obtenerse de los fabricantes.

CAPITULO III.

Evaluación definitiva y reparación.

3.1 Objetivos.

El objetivo de la evaluación definitiva es determinar si la estructura dañada es reparable; esto es, si es posible recuperar parte de la inversión que representaba antes -- del sismo. En general, esto será así cuando el costo de la reparación sea razonablemente menor del que implica demoler y volver a construir una estructura.

La determinación de la importancia de los daños es la base para el planteamiento de la reparación, que podrá llevarse a cabo en dos niveles:

- a) Restauración: Recuperación de la capacidad sismo-resistente original.
- b) Refuerzo: Incremento de la capacidad sismo-resistente original y mejoramiento de la estructuración.

El estudio de las alternativas de reparación y las limitaciones del caso, permitirá finalmente elegir la solución adecuada para proceder a su diseño y construcción.

Metodología.

3.2. Inspección detallada.

Esta última etapa de la identificación de los daños

en la estructura, se deberá efectuar después de su rehabilitación temporal. Para su realización, tendrán que ser retirados todos los acabados de los elementos estructurales que se sospeche puedan estar dañados con base en la inspección preliminar.

La inspección detallada consiste en registrar la descripción del estado en que se encuentra cada elemento dañado. Para esto, se recomienda el uso individual del elemento en cuestión. La información que así se recabe, deberá llevarse a copias reducidas de los planos para facilitar su manejo dentro del proyecto de reparación.

3.3 Información complementaria.

Para realizar la evaluación definitiva de la estructura y el proyecto de reparación, además de la identificación de los daños, conviene contar con información adicional sobre el diseño original del edificio, su proceso de construcción y el uso y adaptaciones que haya tenido durante su vida útil. Esta información se puede agrupar en los siguientes conceptos:

- a) Planos estructurales
- b) Planos arquitectónicos
- c) Planos de instalaciones
- d) Memorias de cálculo
- e) Normas de diseño vigentes para la reparación.
- f) Uso actual de la estructura
- g) Remodelaciones o reparaciones previas.

En 1960 se hicieron los tres cuartos de servicio en la azotea.

3.4 Verificación de la información.

Es indispensable verificar la validez de la información disponible, pues tanto la estructuración como las propiedades de los materiales de una construcción pueden haber sufrido cambios con el tiempo, o cabe la posibilidad de que no se hayan cumplido las especificaciones del proyecto desde un principio.

Los principales conceptos que requieren ser verificados son los siguientes:

3.4.1 Planos estructurales, arquitectónicos y de instalaciones.

Deberá revisarse la coincidencia entre los planos y la estructura en cuanto a:

- a) Existencia y ubicación de los elementos estructurales.
- b) Dimensiones y armado de los elementos estructurales.
- c) Existencia, ubicación y tipo de los elementos divisorios.
- d) Existencia y ubicación de aberturas.
- e) Tipos de acabados y elementos de fachada.
- f) Rellenos en azoteas.
- g) Uso actual de la estructura.
- h) Existencia y ubicación de ductos (*)

(*) Para la localización y verificación de las dimensiones de estos elementos podemos recurrir a diferentes tipos de detección tales como sistemas electromagnéticos o radiografías.

3.4.2 Nivelación y mecánica de suelos.

Cuando se tengan indicios de desplomes o hundimientos, será necesario efectuar una nivelación general de la estructura e incluso se deberán hacer nuevos sondeos y pruebas de laboratorio para la verificación de las características -- del suelo. Es aconsejable determinar un perfil que muestre la variación de los desplazamientos laterales del edificio con -- su altura y realizar nivelaciones periódicas hasta cerciorarse de que ya no hay movimientos significativos.

3.5 Evaluación de la estructura.

Para poder evaluar el estado de una estructura dañada, es necesario conocer su capacidad sismo-resistente inicial y, con ella como base, tratar de comprender su comportamiento durante el sismo y las causas de los daños que se hayan presentado. En este proceso, la experiencia y el buen sentido del diseñador pueden complementarse con las siguientes -- herramientas:

- a) Análisis aproximado.- Aplicable en estructuras regulares y de poca altura. (Características -- que corresponden a nuestro edificio en estudio)
- b) Análisis convencional.- El análisis convencional de la estructura según las normas en vigor, permite conocer su capacidad resistente inicial y localizar los elementos más críticos. En este caso, generalmente será preferible recurrir a -- un análisis dinámico con base en un espectro de diseño.

- c) *Análisis no-lineal.*- Con este método se puede intentar reproducir el esquema de daños mediante el análisis paso a paso de la estructura, considerando el comportamiento no-lineal de sus elementos. Deberán emplearse varios acelerogramas.

Nota.- En buena parte de los casos podrá usarse el análisis aproximado en combinación con el convencional y solamente en estructuras de gran complejidad será necesario recurrir al análisis no-lineal.

Debe resaltarse la necesidad de localizar los puntos débiles de la estructura. Los más comunes suelen ser los siguientes:

- a) *Columnas cortas debidas a muros de altura incompleta.*
- b) *Cambios abruptos de rigidez y estructuración en elevación.*
- c) *Torsión excesiva por una distribución inadecuada de la rigidez en planta.*
- d) *Conexiones columna-losa plana*
- e) *Incompatibilidad de deformaciones entre marcos y muros de diafragma.*
- f) *Conexiones excéntricas viga-columna.*

Si el estudio concluye que la capacidad de la estructura original cumple con las normas vigentes, los daños son ligeros y se originaron en pocos elementos, entonces el camino a seguir será la restauración de dichos elementos procurando aumentar su ductilidad.

Si, por el contrario, la estructura original no cumple con las normas vigentes, se presentaron daños generalizados fuertes o graves y se encontraron problemas de estructuración, entonces la reparación deberá tender al refuerzo de la estructura. En estos casos, además de la restauración y el refuerzo de los elementos dañados, será recomendable introducir nuevos elementos rigidizantes, sobre todo si se tiene una estructuración deficiente.

Es importante tener en cuenta que la restauración de un elemento dañado, en general sólo permite recuperar entre 70 y 80 por ciento de la rigidez original, de tal forma que cuando más del 25 por ciento de los elementos de la estructura deben restaurarse, es necesario recurrir también al refuerzo de la misma.

Con base en las técnicas de restauración y refuerzo descritas en los siguientes capítulos, deberán plantearse todas las alternativas posibles de reparación, las cuales podrán incluir demoliciones parciales.

La solución definitiva será aquella que logre conciliar las limitaciones de cada caso en particular y que, en general, serán las siguientes:

- a) Costo
- b) Funcionalidad

- c) Espacio
- d) Estética
- e) Importancia social
- f) Dificultad técnica

3.6 Proyecto de reparación.

Si de acuerdo con la evaluación definitiva de la estructura se considera que es reparable, deberá procederse al diseño de la alternativa elegida de acuerdo con las normas en vigor.

Será necesario tener en cuenta para el diseño del refuerzo de la estructura, que en la mayoría de los casos éste contribuirá solamente a tomar la carga viva y la accidental.

Especial atención deberá otorgarse al diseño de las conexiones entre la estructura original y los elementos de refuerzo, así como a la transmisión de las cargas de estos a la cimentación.

3.7 Materiales de reparación.

3.7.1 Consideraciones generales.

La reparación de estructuras de concretos y mampostería necesita materiales adecuados para el resane de grietas y la sustitución de morteros y concretos dañados, que sean capaces de alcanzar rápidamente su resistencia y mantener su adherencia indefinidamente. En combinación y en algunos casos también se requiere acero de refuerzo, placas y perfiles metálicos, soldadura y conectores mecánicos.

Algunos productos se comercializan ya dosificados y con instrucciones precisas para su aplicación. Cuando no sea así, será necesario respaldar su uso con pruebas de laboratorio.

En la elección de los materiales de una reparación debe procurarse que exista compatibilidad entre su resistencia y rigidez y la de los materiales originales.

3.7.2 Resinas.

Se emplean por lo general en la inyección de grietas en concreto de menos de 0.5mm de ancho, o bien como pegamento para unir elementos metálicos al concreto.

3.7.3 Lechadas y morteros.

La lechada de cemento es una mezcla muy fluida de agua y cemento que se puede emplear en la inyección de grietas menores de 0.5mm de ancho en elementos de concreto o mampostería, y en la preparación de la superficie de contacto entre concreto nuevo y viejo para mejorar la adherencia. En grietas de más de 0.5mm de ancho es preferible recurrir al uso de lechadas de morteros de cemento-arena. Para reducir la contracción y aumentar la fluidez de la lechada, es recomendable utilizarla en combinación con aditivos expansores y plastificantes.

Para el resane de huecos, tanto en concreto como en mampostería, es conveniente recurrir al uso de morteros de cemento-arena en combinación con aditivos expansores que minimicen la contracción. Asimismo, se pueden emplear morteros epóxicos a base de resinas, de gran adherencia, alta resisten-

cia y baja contracción, que también proporcionan excelentes resultados en el anclaje de conectores metálicos en el concreto.

3.7.4 Concretos.

El concreto lanzado presenta muchas ventajas como material de reparación, sobre todo para muros de concreto y mampostería: buena adherencia, alta resistencia y necesidades mínimas de cimbra.

El equipo utilizado mezcla neumáticamente la arena y el cemento con el agua en el momento de la explosión y proporciona la cantidad mínima necesaria para la hidratación logrando así altas resistencias.

3.7.5 Soldadura y anclajes mecánicos.

La reparación de elementos de concreto y mampostería requiere con frecuencia la adición de acero de refuerzo y la fijación de conectores metálicos.

Debido a las altas temperaturas que genera, el uso de soldadura puede unir el acero de refuerzo nuevo con el viejo puede producir cambios en sus características mecánicas, por lo que debe ponerse especial atención en precalentar el acero y -- evitar su enfriamiento rápido. La necesidad de anclar elementos conectores metálicos en el concreto se puede resolver ahogándolos con lechadas o morteros. Otra opción consiste en recurrir a anclajes mecánicos como los clavos o pernos hincados por disparo, las barrenanclas y los taquetes.

cia y baja contracción, que también proporcionan excelentes resultados en el anclaje de conectores metálicos en el concreto.

3.7.4 Concretos.

El concreto lanzado presenta muchas ventajas como material de reparación, sobre todo para muros de concreto y mampostería: buena adherencia, alta resistencia y necesidades mínimas de cimbra.

El equipo utilizado mezcla neumáticamente la arena y el cemento con el agua en el momento de la explosión y proporciona la cantidad mínima necesaria para la hidratación logrando así altas resistencias.

3.7.5 Soldadura y anclajes mecánicos.

La reparación de elementos de concreto y mampostería requiere con frecuencia la adición de acero de refuerzo y la fijación de conectores metálicos.

Debido a las altas temperaturas que genera, el uso de soldadura puede unir el acero de refuerzo nuevo con el viejo puede producir cambios en sus características mecánicas, por lo que debe ponerse especial atención en precalentar el acero y evitar su enfriamiento rápido. La necesidad de anclar elementos conectores metálicos en el concreto se puede resolver ahogándolos con lechadas o morteros. Otra opción consiste en recurrir a anclajes mecánicos como los clavos o pernos hincados por disparo, las barrenanclas y los taquetes.

3.8 Aplicación de la metodología del Capítulo III al edificio de Oaxaca No. 53.

En cuanto a la información complementaria (3.3) se anexan los planos originales de los edificios Oaxaca 53, Sinaloa 42 y Sinaloa 44, que son los siguientes:

- 1.- Plano de la cimentación. Escala 1:50.
- 2.- Planta de azotea. Escala 1:50.
- 3.- Desplante. Escala 1:50.
- 4.- Viguetas de la azotea. Escala 1:50.
- 5.- Sótanos y albañales. Escala 1:50
- 6.- Vigas de los niveles 1, 2 y 3. Escala 1:50.
- 7.- Vigas del sótano. Escala 1:50.

En cuanto a la verificación de la información (3.4) ésta es válida cumpliéndose, además, las especificaciones del proyecto.

También, podemos afirmar que todos los incisos que pertenecen a la parte 3.4.1 de la presente tesis son correctos.

CAPITULO IV.

Restauración y refuerzo de elementos estructurales.

4.1 Consideraciones generales.

En el proyecto de reparación se podrá optar por intentar restaurar la resistencia original de los elementos estructurales, o bien por reforzarlos después de su restauración inicial. En ambos casos es conveniente aumentar la ductilidad.

Se debe poner especial cuidado al modelar para su análisis el tipo de refuerzo utilizado, pues si éste es sólo para fuerza cortante, la rigidez por flexión seguirá siendo la del elemento original. Igualmente habrá que tener en cuenta la historia de carga, considerando en general que las cargas muertas son tomadas por los elementos originales, mientras que las cargas vivas y las de sismo son resistidas por el elemento y su refuerzo.

El refuerzo de elementos provoca cambios importantes en su rigidez, que inciden en la magnitud de las fuerzas sísmicas y en su distribución en la estructura. Para evaluar estos efectos, basta en la mayoría de los casos, con efectuar un análisis estructural que suponga el comportamiento monolítico del elemento original y su refuerzo.

Será necesario revisar la relación de su resistencia y rigidez entre vigas y columnas después del refuerzo, para comprobar que la aparición de articulaciones plásticas ocurra en las vigas antes que en las columnas.

Metodología.

4.2 Restauración.

4.2.1 Inyección de grietas.

La inyección de resinas o lechadas en las grietas es un procedimiento adecuado para la restauración de elementos de concreto o mampostería con daños no muy severos.

Con este procedimiento se puede llegar a recuperar la resistencia original, pero solamente del 70 al 80 por ciento de la rigidez, debido a la imposibilidad de inyectar la totalidad de las grietas.

En elementos de concreto se recurre a la inyección de las grietas cuando no se ha producido el aplastamiento del concreto y son pequeñas. En grietas de 0.5 milímetros de ancho se emplea la inyección de resinas. Para grietas de 0.5 a 5 milímetros de ancho es necesario mezclar las resinas con algún agregado.

Para efectuar la inyección se deberá proceder a -- limpiar de polvo las grietas con chorro de aire y a sellarlas superficialmente con yeso o cinta adhesiva, dejando ahogadas boquillas metálicas de 1 centímetro de diámetro espaciadas de 10 a 50 centímetros.

Las resinas se introducen a presión principiando por la boquilla más baja y avanzando hacia arriba. La presión necesaria depende del ancho de la grieta y de la viscosidad del producto. Para grietas de más de 0.5 milímetros de ancho se puede intentar la inyección por gravedad.

Para poder proceder al arreglo de las grietas - cuarteaduras en muros de mampostería, es conveniente analizar los principales tipos de éstas, por lo que la forma más fácil de clasificarlas será la siguiente:

- a) Cuarteaduras verticales.- Es muy frecuente encontrar este tipo de grietas en las líneas de refuerzos verticales de concreto y muros de tabique; en estructuras en los puntos similares - tales como las uniones de muros de relleno y -- las columnas propias de la estructura, por no haberse logrado una solución propia para resolver esta junta. Este tipo de grietas casi nunca tiene importancia y, una vez aparecidas, el defecto puede resanarse en forma normal casi siempre sin peligro de que vuelvan a aparecer.

- b) Cuarteaduras inclinadas.- Si se deben a fallas de terreno, podrán ser corregidas ampliando la cimentación en ese punto; pero si se deben a la vecindad de construcciones que ha "jalado", por decirlo así a las construcciones ligeras, es casi imposible proceder a su reparación. En general, este tipo de grietas no son de peligro salvo que sean muy exageradas, y la mejor manera de repararlas consistirá en introducir cuñas de piedra a presión por ambos lados del muro, pega

das con cemento, que tendrán por objeto hacer que la parte superior del muro vuelva a apoyarse sobre la inferior comprimiendo ambas partes que, desde luego estarán flojas y, naturalmente llenar el hueco consecuencia de la grieta. Generalmente estas cuarteaduras son reparadas por medio de algunos elementos denominados "amarres" que son pequeños refuerzos horizontales y cuyo uso es completamente inútil, pues al seguir la causa que origina la cuarteadura, ésta desde -- luego no romperá el refuerzo, sino que pasará -- alrededor de él, quedando éste ligado a la parte superior o inferior, según el camino seguido de la cuarteadura.

c) Cuarteaduras horizontales.- Estas pueden localizarse en diversas partes del muro:

1. En la parte superior.- Para prevenirlas basta ligar el techo con castillo a la cadena de refuerzo horizontal al nivel de cerramientos. Ocurren también debido al flambeo de las losas, lo que origina una grieta exactamente entre el apoyo de la losa y el muro. Cuando este flambeo no es de importancia, y por lo general la grieta tampoco; una vez ocurrida ésta, puede repararse mediante el relleno de la misma. Pero si el flambeo es desproporcionado, la grieta presentará las mismas características; la solución debe ser reforzar la losa mediante vigas de concreto metálicas volviéndola a su posición original mediante el empleo de gatos, corrigiéndose, en esta forma, también la cuarteadura.

Cuando se tienen pretiles arriba de esta losa, por ser elementos sumamente ligeros, no ayudarán a evitar esta cuarteadura, por lo que deberá colocarse una cadena como remate del pretil y ligarla, mediante castillos espaciados convenientemente, al nivel de cerramientos de puertas o ventanas.

2. A la mitad del muro.- Este tipo de cuarteaduras suele ser el de más peligro, pues aparecen cuando el muro corre el riesgo de desplomarse por flambéo. Su arreglo desde luego es radical, -- pues es necesario cambiar el muro y aumentar el espesor del mismo, haciendo previamente los -- apuntalamientos correspondiente del entrepiso o techo. Puede ser corregido también, conservando la misma sección del muro, pero colocando dentro del mismo refuerzos verticales que ayuden a soportar la carga.
3. En la parte inferior.- Aunque es poco frecuente, es sumamente peligroso y casi siempre ocurre en casas ligeras donde el muro ha sufrido un desalojamiento horizontal en su parte inferior, con secuencia casi siempre de la dilatación de los polines o vigas de madera que sostienen el entrepiso, los cuales erróneamente no fueron dejados separados del muro como se debe hacer. Lógicamente la viga o polín, al mojarse o estar sujeto a una atmósfera muy húmeda, tenderá a hincharse y empujará por los extremos.

En cuanto a la inyección en este tipo de grietas,

podemos recurrir a la inyección de resinas en grietas entre 0.5 y 3 milímetros de ancho, aunque resulta más práctico el uso de una lechada de mortero de cemento-arena. Para grietas de 3 a 10 milímetros de ancho, será necesario emplear algún aditivo expansor con lechada. El procedimiento de inyección es semejante al descrito para elementos de concreto.

También, en elementos de mampostería con grietas de más de 10 milímetros de ancho, resulta recomendable proceder al reemplazo de las piezas dañadas usando un mortero rico en cemento. Una alternativa puede ser el sustituirlas por un castillo.

4.3 Refuerzo de muros de mampostería.

Recubrimiento con mortero reforzado. - Este tipo de refuerzo se efectúa recubriendo el muro con malla electrosoldada o de alambre y un aplanado de mortero. La malla deberá unirse al muro mediante conectores espaciados de 50 a 60 centímetros en ambas direcciones.

Aunque se puede trabajar en una sola cara, los mejores resultados se obtienen cuando el recubrimiento se coloca en las dos y los conectores atraviesan el muro.

Para restaurar tan sólo la resistencia original en muros de tabique rojo o de tabicón, se puede recurrir a eliminar el aplanado original 0.5 metros a ambos lados de la zona agrietada y, después de resanar las grietas, colocar una capa de malla de alambre de tejido rectangular unida al muro con taquetes, aplanando nuevamente con mortero de cemento.

4.4 Refuerzo de uniones.

La mampostería sin confinamiento tiene la tendencia al volteo de sus muros por efecto del sismo, debido a la precaria unión entre ellos. La introducción de un sistema de liga constituye un buen refuerzo para este tipo de estructuras, cuyo representante más típico son las casas de adobe.

El uso de tirantes horizontales, además de servir de liga entre los elementos de la estructura contribuyen a mejorar su resistencia al corte. En este caso se pueden aprovechar las alternativas de soporte provisional mencionadas en el Capítulo II.

Otro procedimiento de refuerzo consiste en el uso de cadenas perimetrales de concreto o de madera, con o sin contrafuertes adicionales.

4.5 Refuerzo de vigas.

4.5.1 Encamisado con concreto reforzado.

Si solamente se requiere reforzar la resistencia o flexión, se puede recurrir al encamisado de la cara inferior, usando conectores soldados para unir el nuevo refuerzo al viejo, así como estribos adicionales que también sean soldados a los originales. Para proporcionar el anclaje adecuado en los extremos, se puede recurrir a un collar de ángulos alrededor del extremo de la columna.

Cuando se requiere reforzar tanto para flexión como para cortante, el encamisado se puede efectuar en tres caras o todo alrededor de las vigas.

La perforación de la losa es necesaria tanto para pasar los estribos como para facilitar el colado.

4.5.2 Encamisado metálico.

Para el refuerzo de vigas por flexión o cortante, se puede hacer uso de placas metálicas adheridas con resinas epóxicas y conectores metálicos a las caras del elemento.

Otra alternativa de refuerzo la constituye el empleo de estribos postensados exteriores que aumenten la capacidad a cortante y la ductilidad de la viga.

CAPITULO V.

Solución definitiva.

Una vez localizados perfectamente todos los daños y que hemos tomado en cuenta todos los puntos de los captulos anteriores, podemos llegar a lo que será la solución definitiva del problema en cuestión.

5.1 Procedimiento constructivo para la reparación de los muros dañados.

- 1.- Es necesario apuntalar los entrepisos en los cuales se construirán muros nuevos.
- 2.- Se procederá a demoler el muro dañado en la zona del edificio colindante, cuidando no dañar los muros que estén unidos a éste.
- 3.- Se harán ranuras de aproximadamente 30 centímetros de profundidad por 15 centímetros de ancho en los muros gruesos de 28 centímetros del sótano para anclar los castillos K-1, tal y como se localizan en la planta del área de reparación, ya que sobre estos también se desplantará el nuevo muro de tabique como se indica.
- 4.- Para los muros que no se demolerán, se procederá a apuntalar todas las puertas, ventanas de los muros superiores, para proceder al colado de las dalas D-1 tomando en cuenta el cuidado de picar y vibrar perfectamente bien la sección, ya que junto con el muro serán los encajar

gadas de soportar el piso de cada entrepiso.

- 5.- Los muros agrietados se reformarán como se indica en el procedimiento para la reparación de las cuarteaduras en muros.

5.2 Procedimiento constructivo para la reparación de las cuarteaduras en los muros.

- 1.- Se procede a quitar el aplanado en ambas caras del muro, cuando la grieta se observa desde ambos lados.
- 2.- Se limpia perfectamente la grieta, con cepillo de alambre.
- 3.- Se cañafateará o rellenará a presión con mortero de alta resistencia, rico en cemento ----- $f'c=100\text{Kg/cm}^2$ en ambos lados del muro, que tendrá por objeto hacer que la parte superior del muro vuelva a apoyarse sobre la inferior, comprimiendo ambas partes que desde luego estarán flojas y naturalmente llenar el hueco a consecuencia de la grieta.
- 4.- Se colocará una malla de acero (electrosoldada 4 X 4-10/10) o similar en ambos lados de la grieta, antes de proceder a recubrir el muro con su aplanado final de cemento. La malla se fijará con conectores o taquetes en ambos la-dos del muro, como se ve en la siguiente figura.

5.- Todos los muros con grietas de más de 10 milímetros de ancho, se recomienda reemplazar las piezas dañadas usando un mortero rico en cemento,

Se anexa plana de solución que incluye:

- 1.- Planta del área de reparación.
- 2.- Corte; señalando la zona dañada.
- 3.- Detalles de reparación y refuerzo.

Así como también se anexa la planta indica mostrando los tres edificios y la zona dañada,

PRESUPUESTO PARA LA REPARACION ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO UBICADO EN OAXACA No. 53
Y SINALOA, COLONIA ROMA, EN MEXICO, DISTRITO FEDERAL.

No.	C O N C E P T O	U	CANT.	P.U.	IMPORTE
1.	Apuntalamiento de losas en las zonas afectadas, con torres y viguetas metálicas.	M2	185	2 070.00	382 950.00
2.	Demolición a mano de muros de tabique rojo recocido de 14cm. de espesor (trabajando entre torres de apuntalamiento).	M2	90	503.01	45 270.90
3.	Demolición a mano de muros de tabique rojo recocido de 28cm de espesor.	M2	24	704.22	16 901.28
4.	Ranurado en detalle (tipo caja) de muro de tabique rojo recocido de 28cm. de espesor para dejarlo de 14cm. de espesor y recibir dala D-1 de concreto en sótano.	M2	9.62	1 039.50	9 999.99
5.	Demolición de techumbre provisional en zona dañada de la azotea.	M2	37.03	375.00	13 886.25

No.	C O N C E P T O	U	CANT.	P.U.	IMPORTE
6.	Demolición de muros provisionales en zona dañada de azotea.	M2	88.53	425.00	37 625.25
7.	Ranurado en detalle (tipo caja) de muro de tabique rojo recocido de 28 cm. de espesor (eje A) para dejarlo de 14cm. de espesor y recibir castillo K-1 de concreto en sótano, planta baja y primer piso.	Ml	40.80	650.00	26 520.00
8.	Corte del sistema de losas de en trepisos para el paso de los castillos K-1 en el eje B.	Pza.	32.00	3 000.00	96 000.00
9.	Perforación en muros de tabique de 28 cm. de espesor para que pasen las dalas D-1 de punta (detalle 2).	Pza.	50.00	945.30	47 265.00
10.	Romper losas de cimentación para anclar castillos K-1 que desde ahí se desplantan.	Pza.	14.00	4 500.00	63 000.00
11.	Acarreo en camión con carga manual de material producto de la demolición, primer kilómetro.	M3	126.00	1 217.79	153 441.54

ESTR. TERC. 19 DE FEBR. SALA DE LA BIBLIOTECA

No.	C O N C E P T O	U	CANT.	P.U.	IMPORTE
12.	Kilómetros subsecuentes zona urbana (se consideran 10).	M3-Km	1 260.00	103.50	130 410.00
13.	Acarreo en carretilla de material, producto de la demolición por estación de 20 metros.	M3	126.00	769.81	96 996.06
14.	Acarreo de escombros en costales del patio posterior pasando por escaleras de planta baja y bajando a nivel calle	M3	126.00	1 850.00	233 100.00
15.	Acarreo vertical de escombros y material producto de demolición por conducto de tambos de lámina.	M3	126.00	650.00	81 900.00
16.	Traspaleo de material producto de la demolición a una distancia de hasta 4 metros.	M3	126.00	672.26	84 704.76
17.	Muro de tabique rojo recocido de 14cm. de espesor, acabado común asentado con mortero cemento-arena 1:5 desde el sótano hasta el quinto nivel. Incluye elevación del material	M2	134.20	4 632.56	621 689.56

No.	CONCEPTO	U.	CANT.	P.U.	IMPORTE
18.	Castillo de concreto armado tipo K-1 de 14 X 20 cm. con $f'c=200$ Kg/cm ² y armado con 4 ϕ de 1/2" y estribos del número 2 a cada 25cm.	M ²	238.00	5 129.78	1'220 887.64
19.	Dala de concreto armado de 14 X 30 cm. con $f'c=200$ Kg/cm ² y armada con 4 ϕ de 1/2" y dos varillas de 5/16" con estribos del número 2 a cada 30 cm.	M ²	208.10	5 790.45	1'204 992.65
20.	Recubrimiento de muros de aplanado de mezcla terminado fino con mortero cemento-arena proporción 1:5.	M ²	166.65	3 263.64	543 885.61
21.	Quitar aplanado en ambas caras de muros agrietados y limpieza de la grieta con cepillo de alambre.	M ²	110.00	1 950.00	214 500.00
22.	Resanes en muros de tabique agrietado calafateando a presión con mortero de alta resistencia rico en cemento $f'c=100$ Kg/cm ² por ambos lados del muro hasta llenar el hueco o grieta.	M ²	55.00	2 315.00	127 325.00

- 57 -

No.	C O N C E P T O	U.	CANT.	P.U.	IMPORTE
23.	Suministro y colocación de - malla de acero electrosoldada de 4 X 4-10/10 de 1.20 metros de ancho en ambos lados del mu- ro, resanando por grieta, la - malla se fijará con conectores o taquetes del tipo de la ma-- lla a cada 50 cm.	M1	55.00	763.15	41 973.25
24.	Recubrimiento de muros de apla- nado terminado fino con mortero cemento-arena proporción - 1:5 en muros resanados por grie- ta.	M2	55.00	3 263.64	179 500.20
25.	Suministro y aplicación de pin- tura vinílica sobre aplanados - en muros exteriores, incluye: ma- terial, aplicación de sellador, dos manos de pintura, herramien- ta y mano de obra.	M2	45.00	1 253.38	56 402.10
26.	Suministro y aplicación de pin- tura vinílica en muros interio- res, incluye: material, aplica- ción de sellador, dos manos de pintura, herramienta y mano de obra.	M2	193.05	1 196.91	231 063.48

No.	C O N C E P T O	U.	CANT.	P.U.	IMPORTE
27.	Suministro y aplicación de pintura vinílica en plafones, incluye: material, aplicación de sellador, dos manos de pintura, herramienta y mano de obra.	M2	148.16	1 309.86	194 068.06
28.	Suministro y aplicación de pintura esmalte en puertas y ventanas de herrera metálica.	M2	51.00	1 602.10	81 707.10
29.	Suministro y colocación de vidrios en ventanas tipo translúcido florentino o similar.	M2	22.50	7 850.62	176 638.95
30.	Plafón falso de mezcla cemento-arena en proporción 1:5, acabado fino, sobre metal desplegado armado con canaleta de lámina negra y colgantes de alambre -- galvanizado.	M2	72.76	6 500.00	472 940.00
31.	Rellenos de azoteas con tezontle o similar para dar pendientes.	M3	21.95	6 500.00	163 198.25
32.	Entortado sobre relleno de azotea con mortero cemento-arena.	M2	73.15	185.00	13 532.75
33.	Enladrillado en azotea con ladrillo común asentado con mortero cemento-arena 1:5.	M2	73.15	4 750.75	347 517.37

No.	C O N C E P T O	U.	CANT.	P.U.	IMPORTE
34.	Impermeabilización de azotea	M2	73.15	2 850.00	208 477.50
35.	Hechura de pretil en azotea a base de muro de tabique rojo <u>re</u> cocido de 28cm. de espesor, incluye: aplanado por ambas caras y dala de remate.	M2	22.14	13 750.00	304 425.00
36.	Desmontar ventanas afectadas <u>rea</u> condicionando el claro de albañilería, instalar nuevamente la -- ventana.	Pza.	12.00	1 715.00	20 580.00
37.	Desmontar closets de madera para hacer resanes y reparación en <u>mu</u> ros estructurados. Instalar nuevamente los closets.	M2	12.40	12 500.00	155 000.00
38.	Reposición de bóveda de ladrillo sobre vigas metálicas en losa de azotea.	M2	37.03	7 500.00	277 725.00
39.	Reposición de pisos	M2	73.10	4 250.00	310 675.00
40.	Suministro y colocación para - reposición de ventana estructural.	Pza.	2.00	28 500.00	57 000.00
41.	Suministro y colocación de <u>vigue</u> tas de acero en losa de sótano	Ml	11.40	8 370.00	95 418.00

No.	C O N C E P T O	U.	CANT.	P.U.	IMPORTE
42.	Desmontar y retirar puntales de acero entre los dos edificios	Ml	18.00	2 350.00	42 300.00
43.	Suministro y colocación para reposición de puntales de acero entre los dos edificios.	Ml	18.00	8 370.00	150 660.00
44.	Suministro y colocación para reposición de viguetas metálicas que reciben bóvedas de la drillo en losa de azotea.	Ml	28.86	8 370.00	241 558.20
45.	Limpieza final de la obra	Lote	1.00	150 000.00	150 000.00
					9'425 715.40

El importe del presente presupuesto es por la cantidad de \$ 9'425 715.40 (NUEVE MILLONES CUATROCIENTOS VEINTICINCO MIL SETECIENTOS QUINCE PESOS 40/100 M.N.)

México, D. F., julio de 1986.

CONCLUSIONES.

La presente tesis pretende ser una contribución a la reconstrucción de los daños causados por el sismo del 19 de septiembre de 1985, que dejó un saldo de varios miles de estructuras dañadas en la Ciudad de México, principalmente en edificios de concreto y mampostería.

El propósito que motivó este trabajo, fué la preparación de una guía que ayude a normar el criterio de los profesionistas que tengan que enfrentarse con el problema de la evaluación de los daños de una estructura, con el del proyecto y con la ejecución de su reparación.

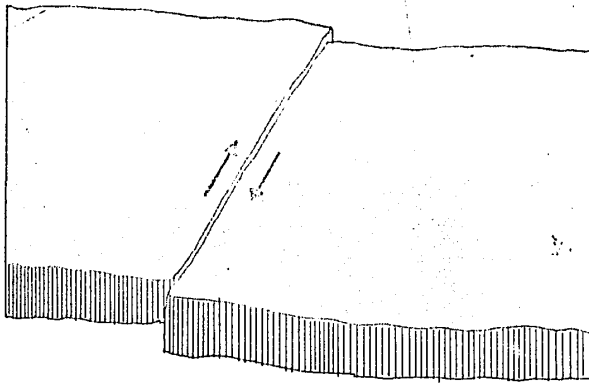
Debido a la premura propia de la labor de reconstrucción, se decidió integrar este escrito en el menor tiempo posible, aún a costa de cometer omisiones en algunos temas; por el mismo motivo, se limitó el alcance a estructuras de mampostería y no se trata la reparación de cimentaciones ni de estructuras de acero.

En el Capítulo I, se proponen los lineamientos que debe seguir la inspección de una estructura dañada para poder formular una evaluación preliminar, de la cual podrá desprenderse la necesidad de una demolición inmediata o bien, la posibilidad de reparación. En este último caso, será necesario proceder a la rehabilitación temporal en la forma descrita en el Capítulo II, con el fin de detener el deterioro de la estructura y protegerla contra otros sismos, en tanto se define si procede la reparación y se determinan las características convenientes de ésta.

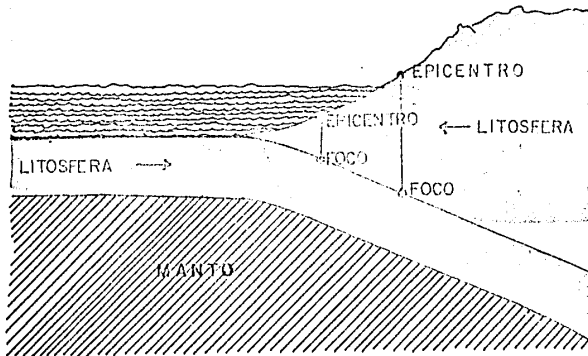
El Capítulo III, describe el proceso de la evaluación definitiva de la estructura dañada y el estudio de las

alternativas para su reparación, las cuales podrán ser formuladas con base en las técnicas descritas en los siguientes capítulos, que cubren la descripción de los materiales de reparación, así como los procedimientos de restauración y refuerzo de la estructura y sus componentes.

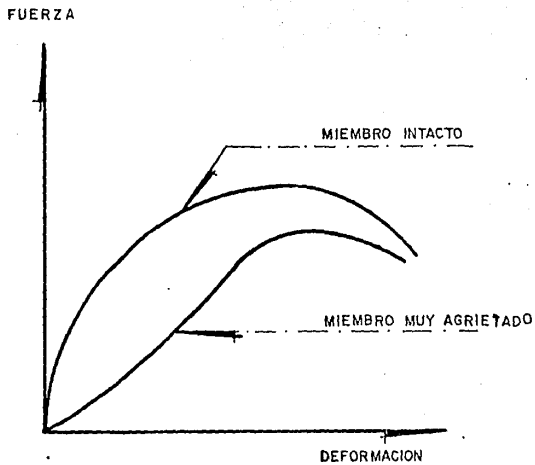
Por las circunstancias que originaron este trabajo, frecuentemente se hace referencia a las normas de emergencia expedidas el 18 de octubre de 1985, sin embargo, los conceptos expuestos podrán utilizarse en cualquier otra ocasión -- adaptando su manejo a las normas vigentes.



SUBDUCCION
I.A

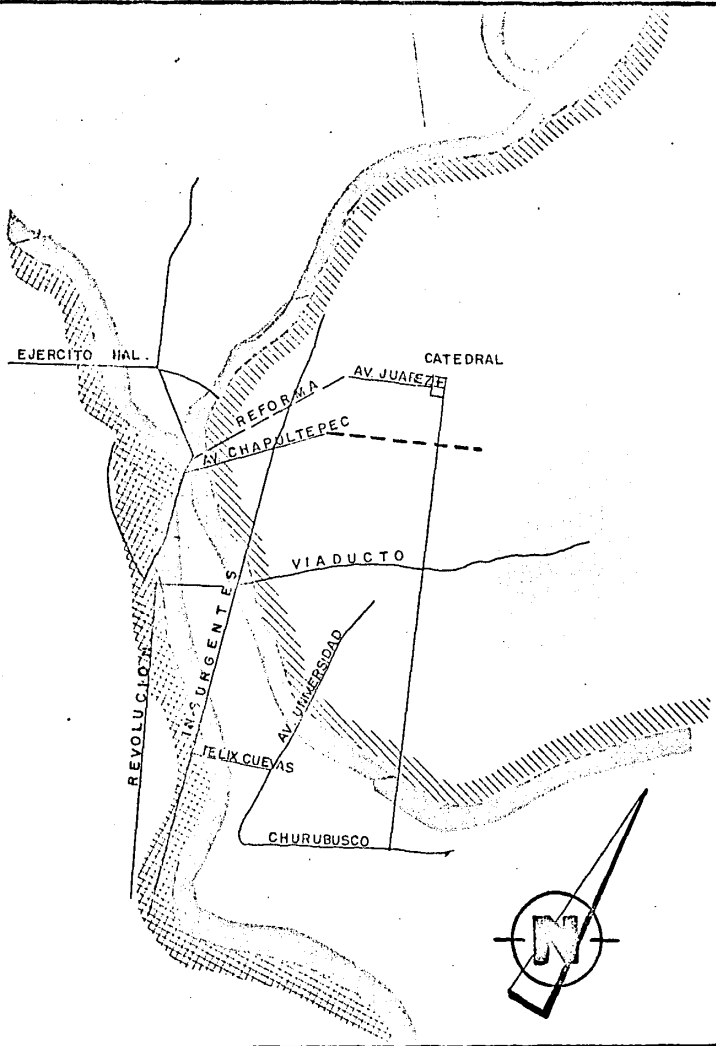





SUBDUCCION		FIG. 1
Ubicacion del edificio OAXACA No. 53		
Realizó CARMEN L. ARROYO Z.	Fecha Julio 1986	
Revisó ING. JORGE CASSAB E.	Escala metros	




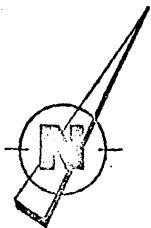
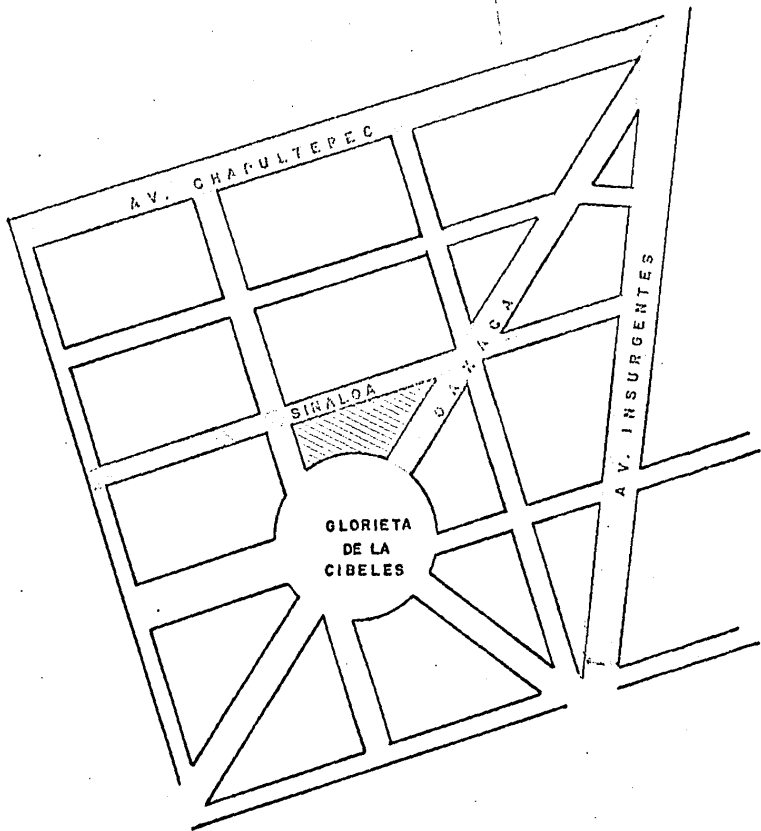
EFFECTOS DEL AGRIETAMIENTO EN
LA RELACION FUERZA-DEFORMACION

GRAFICA FZA-DEFORMACION		FIG. 2
Ubicación del edificio OAXACA NO. 53		
Realizó CARMEN L. ARROYO Z.	Fecha Julio 1986	
Revisó ING. JORGE CASSAB E.	Escala metros	

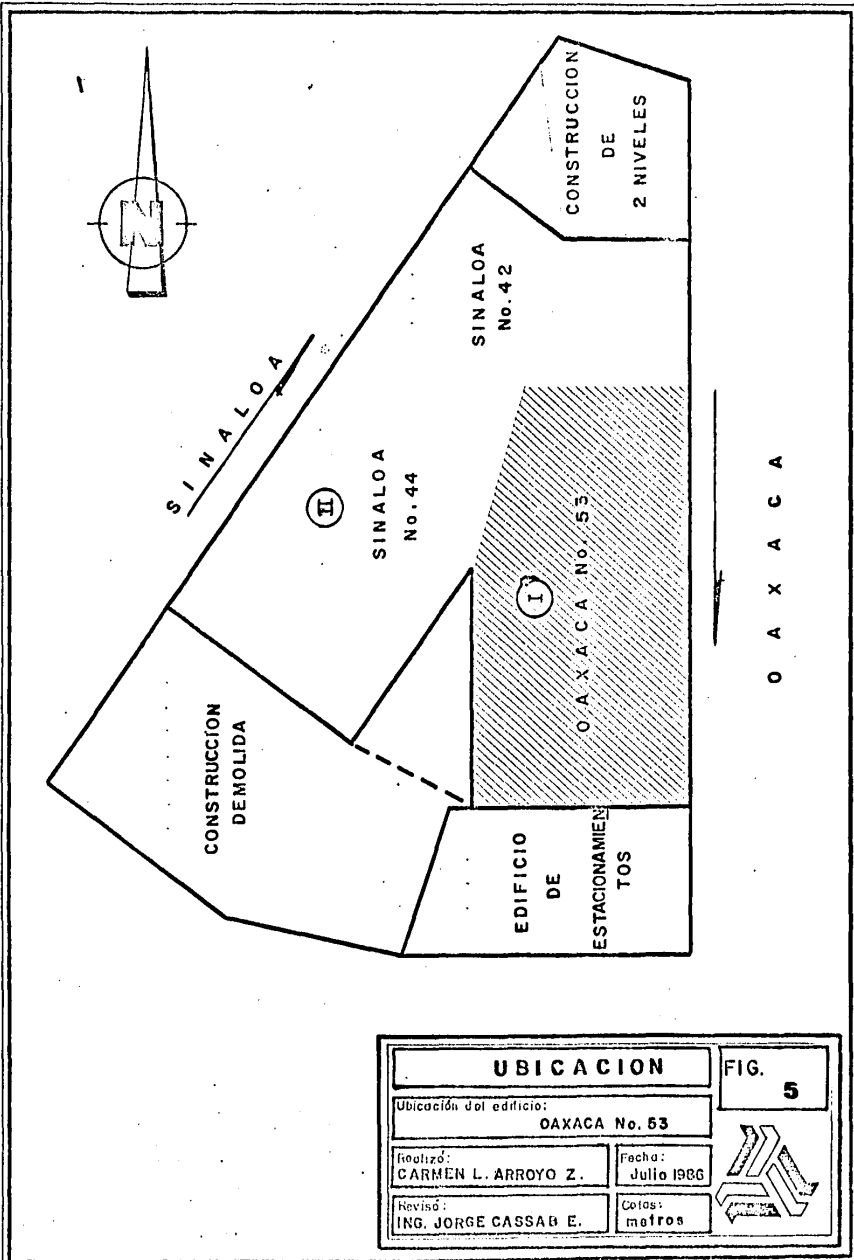


-  ZONA DEL LAGO
-  Z. DE TRANSICION.
-  Z. DE LOMAS

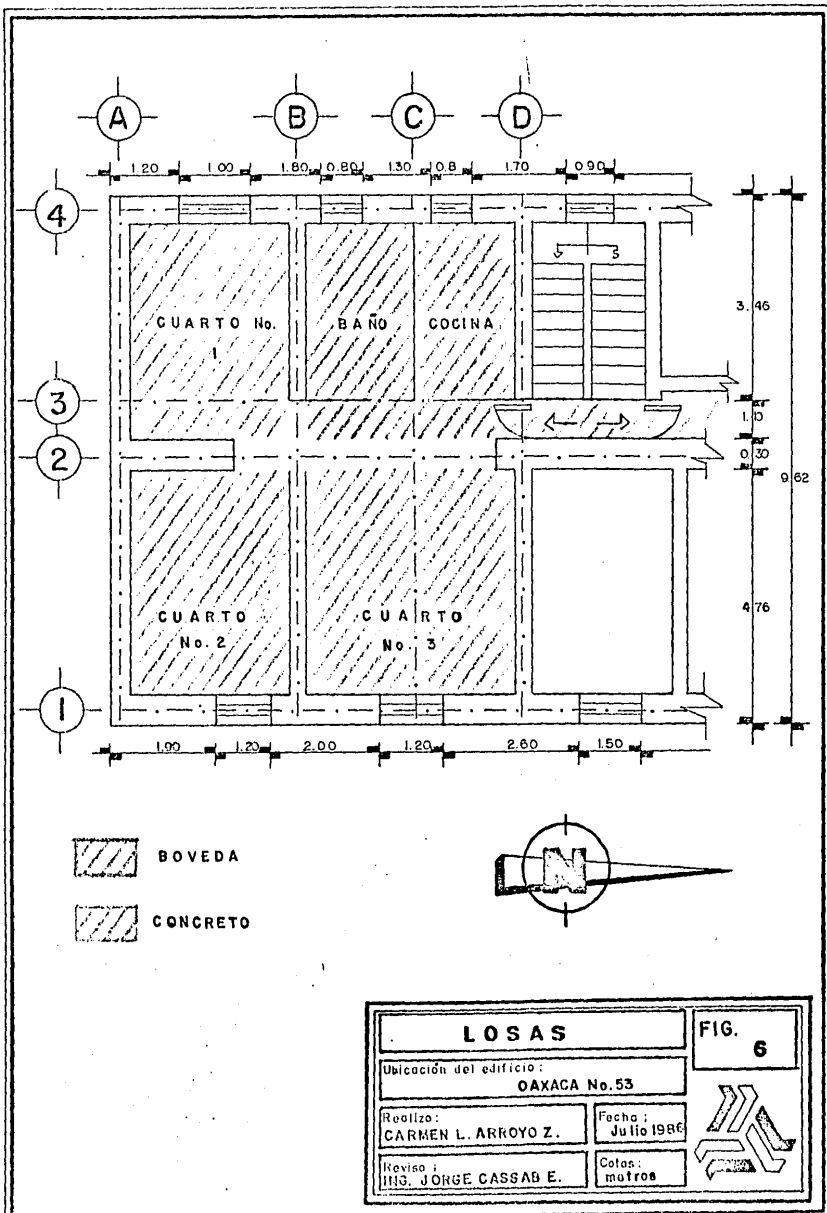
ZONIFICACION		FIG. 3
Ubicación del edificio: OAXACA No. 53		
Realizó: CARMEN L. ARROYO Z.	Fecha: Julio 1986	
Revisó: ING. JORGE CASSAB E.	Cotas: metros	



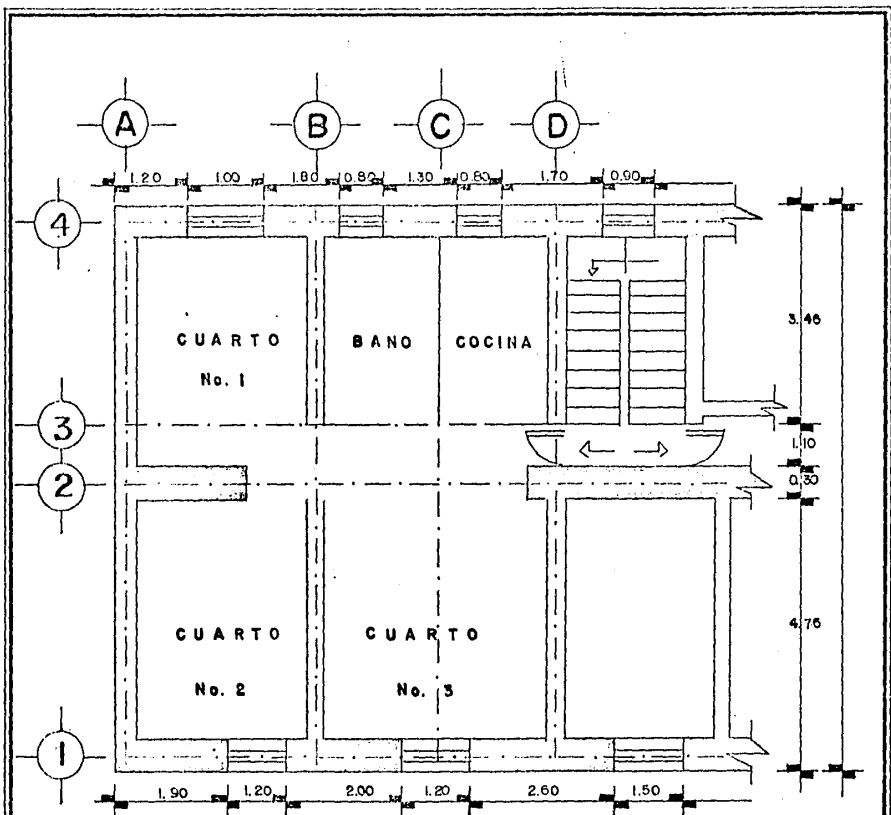
CROQUIS DE LOCALIZACION		FIG. 4
Ubicacion del edificio: OAXACA No. 53		
Redujo CARMEN L. ARROYO Z.	Fecha Julio 1968	
Revisó ING. JORGE CASSAB E.	Escala: metros	



UBICACION		FIG. 5
Ubicación del edificio: OAXACA No. 53		
Realizó: CARMEN L. ARROYO Z.	Fecha: Julio 1986	
Revisó: ING. JORGE CASSAB E.	Escala: metros	

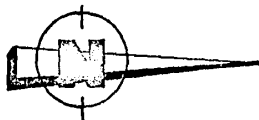


LOSAS		FIG. 6
Ubicación del edificio: OAXACA No. 53		
Realizo: CARMEN L. ARROYO Z.	Fecha: Julio 1986	
Reviso: ING. JORGE CASSAB E.	Escala: metros	

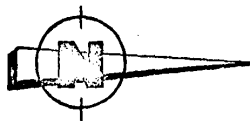
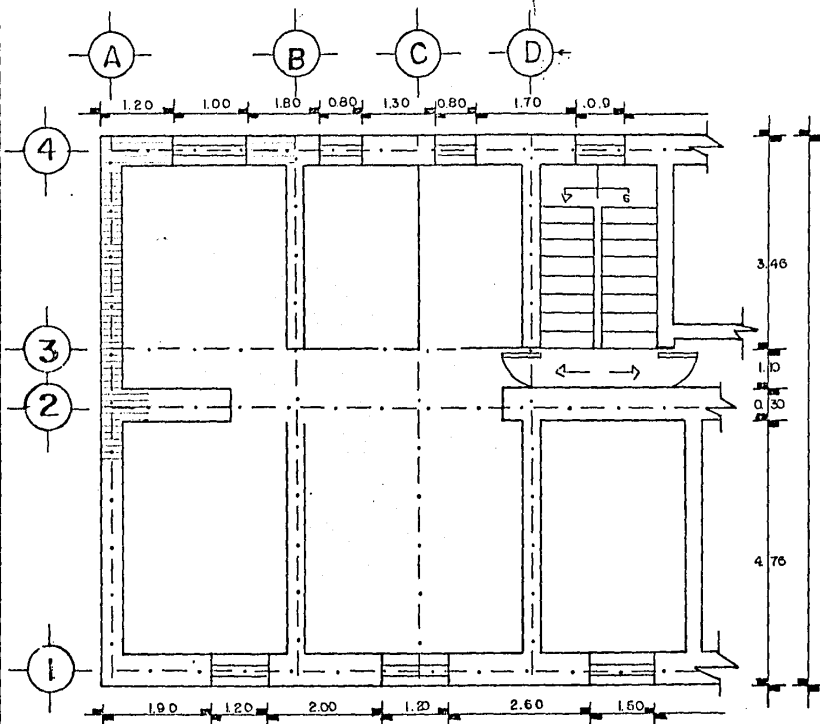


28.00 cm.

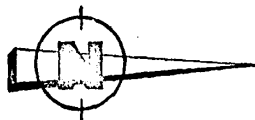
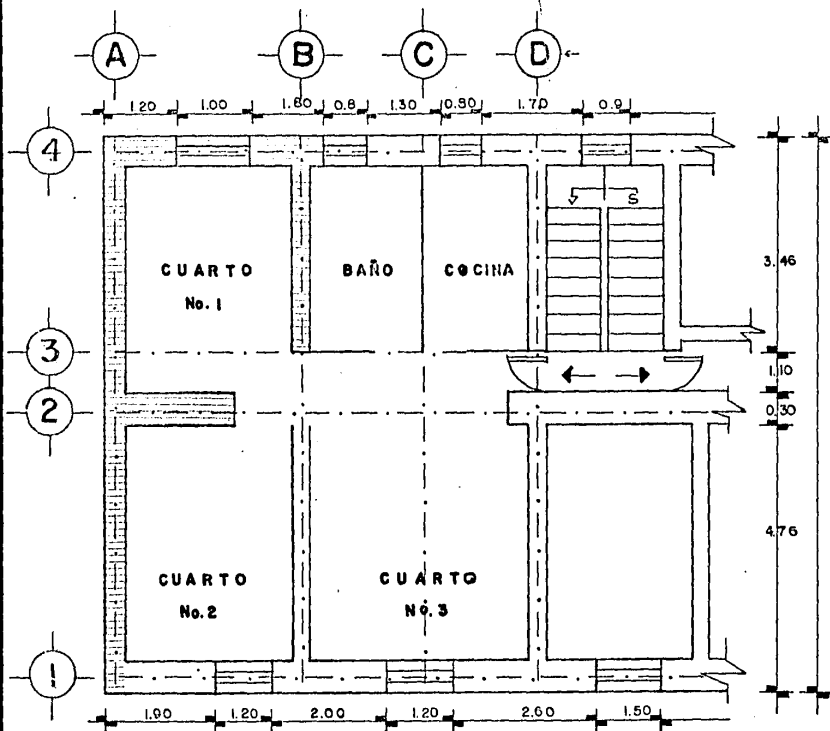
42.00 cm.



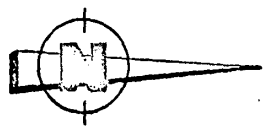
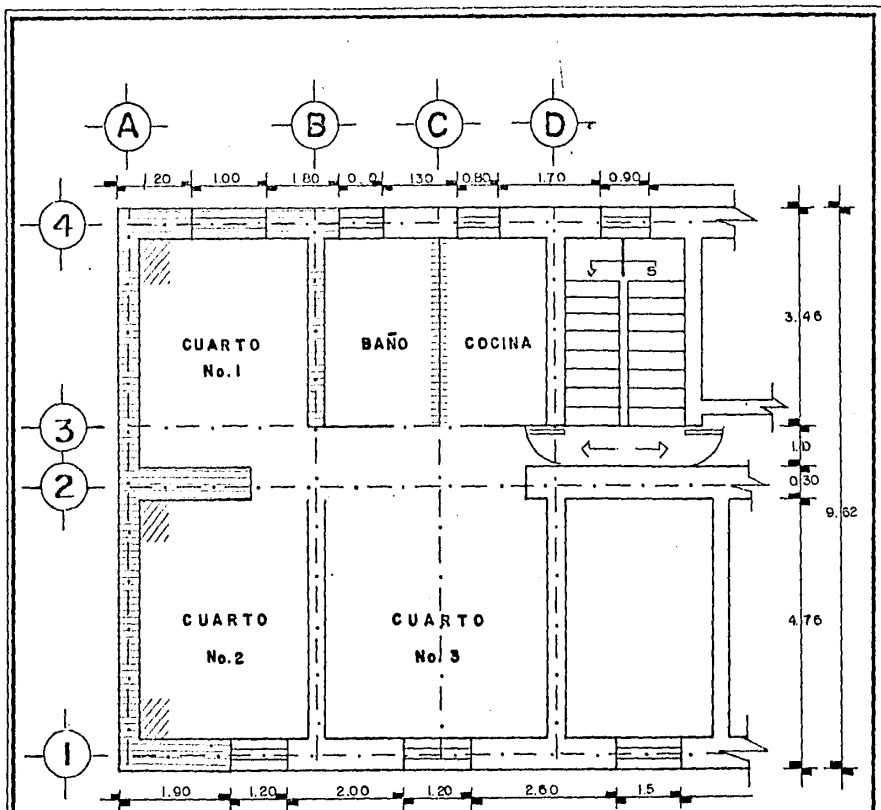
MUROS		FIG. 7
Ubicación del edificio: OAXACA No. 53		
Realizó CARMEN L. ARROYO Z.	Fecha: Julio 1986	
Revisó ING. JORGE CASSAB E.	Cotas: metros	



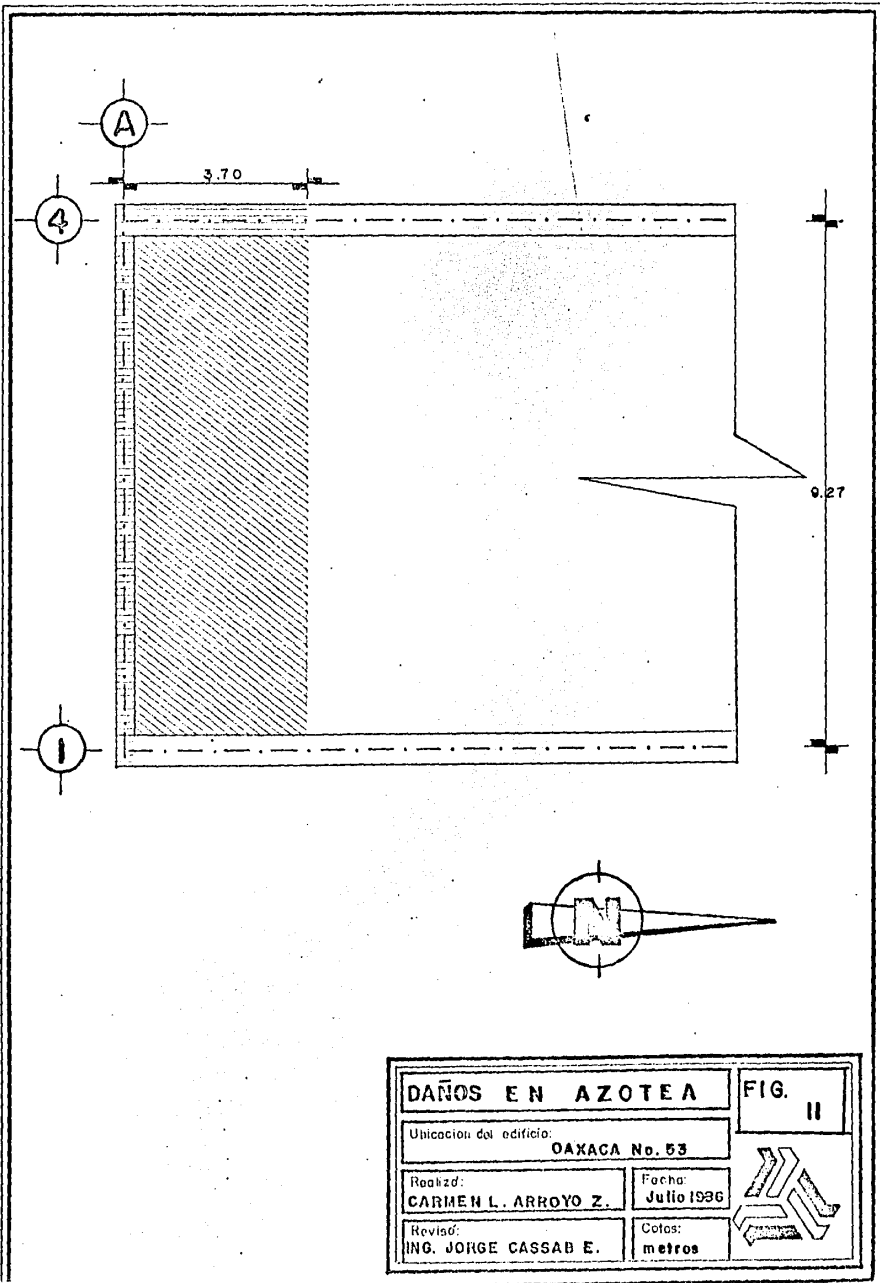
DAÑOS DEPTO. "D"		FIG. 8
Ubicación del edificio: OAXACA No. 53		
Realizó CARMEN L. ARROYO Z.	Fecha: Julio 1966	
Revisó ING. JORGE CASSAB E.	Escala: metros	

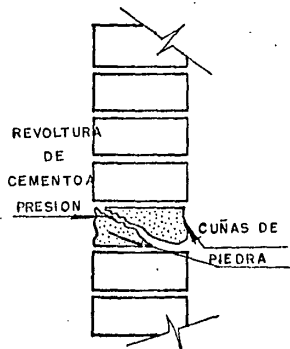
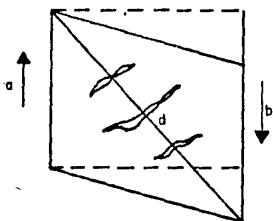
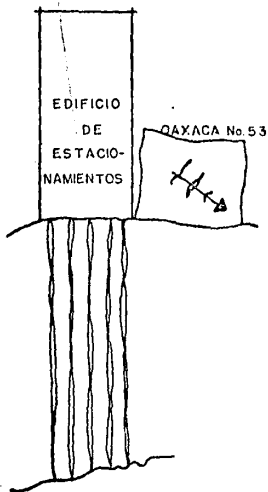


DAÑOS DEPTO. "F"		FIG. 9
Ubicación del edificio: OAXACA No. 53		
Realizó: CARMEN L. ARROYO Z.	Fecha: Julio 1986	
Revisó: ING. JORGE CASSAB E.	Coloca: motros	



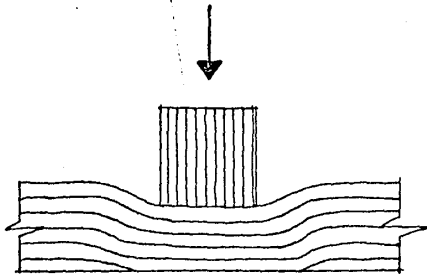
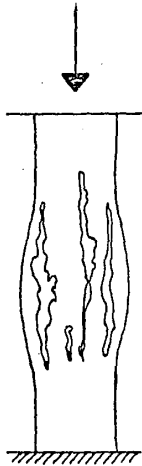
DAÑOS DEPTO. "H"		FIG.
Ubicación del edificio: OAXACA No. 53		10
Realizó CARMEN L. ARROYO Z.	Fecha Julio 1996	
Revisó ING. JORGE CASABE.	Cotos metros	



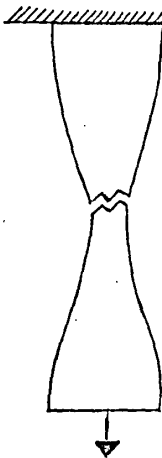


POSIBLE CAUSA DE DAÑOS		FIG. 12
Ubicación del edificio: OAXACA No. 53		
Realizó CARMEN L. ARROYO Z.	Fecha Julio 1986	
Revisó ING. JORGE CASSAB E.	Días: metros	

FALLAS POR COMPRESION



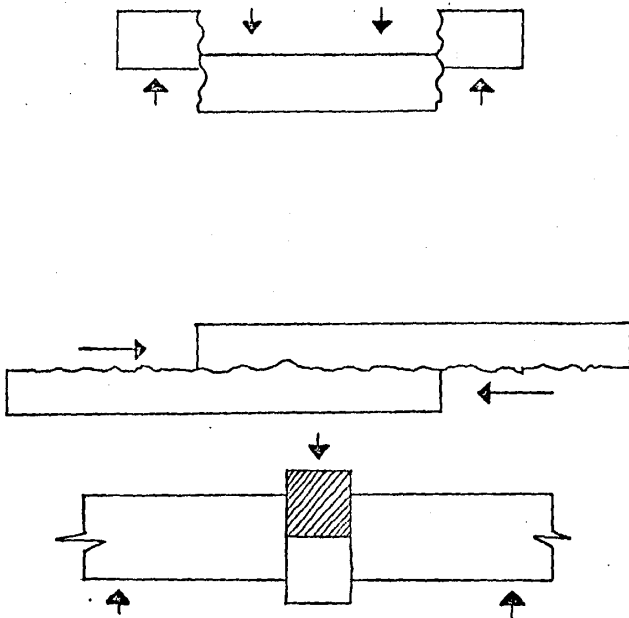
FALLA POR TENSION



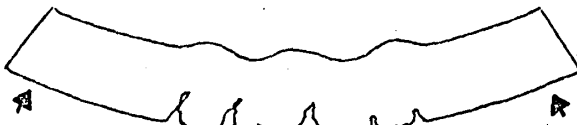
12.1

Ubicación del edificio: OAXACA No. 53		FIG. 12. A
Realizó: CARMEN L. ARROYO Z.	Fecha: Julio 1986	
Revisó: ING. JORGE CASSAR E.	Cotas: metros.	

FALLA POR ESFUERZO CONSTANTE

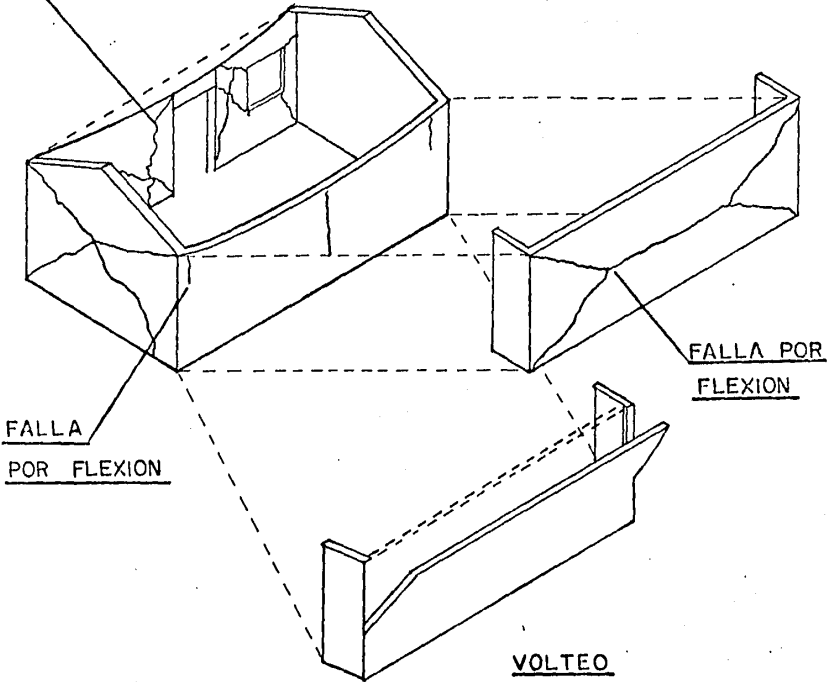


FALLA POR TENSION Y COMPRESION



TIPOS DE DAÑOS		FIG. 12 B
Ubicación del edificio: OAXACA No. 53		
Realizó: CARMEN L. ARROYO Z.	Fecha: Julio 1986	
Revisó: ING. JORSE CASSAB E.	Cotas: metros	

FALLA CONSTANTE



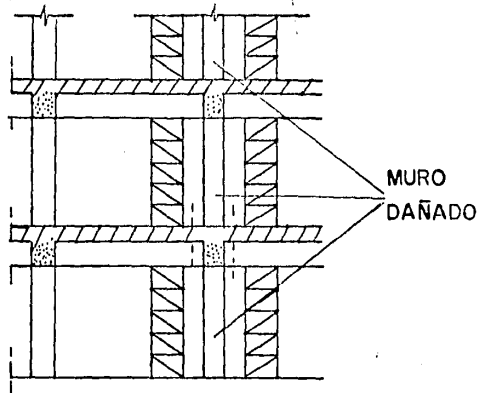
FALLA
POR FLEXION

FALLA POR
FLEXION

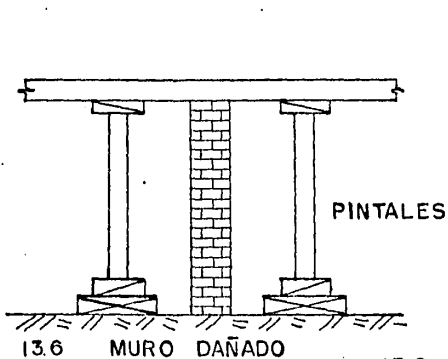
VOLTEO

Determinación de capacidad

Ubicación del edificio: OAXACA N. 53		FIG. 12 C
Realizó: CARMEN L. ARROYO Z.	Fecha: JULIO 1960	
Revisó: ING. JORGE CASSAB E.	Cotes: metros	



APUNTALAMIENTO EN VARIOS PISOS 13.A



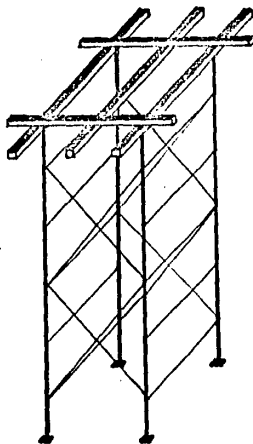
13.6

MURO DAÑADO

PINTALES

13.C

PUNTALES



A P U N T A L A M I E N T O		FIG. 13
Ubicación del edificio: OAXACA No. 53		
Realizó: CARMEN L. ARROYOZ.	Fecha Julio 1986	
Revisó ING. JORGE CASSAB E.	Cotas metros	

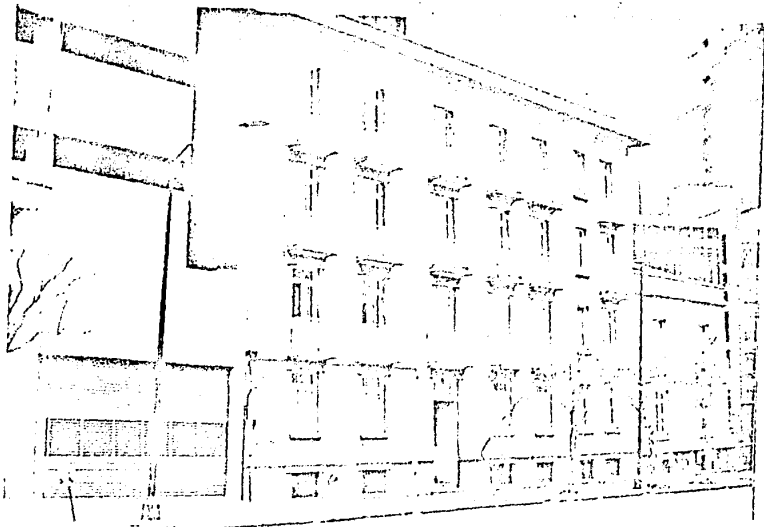


Foto. No. 1
Calle Oaxaca No. 53

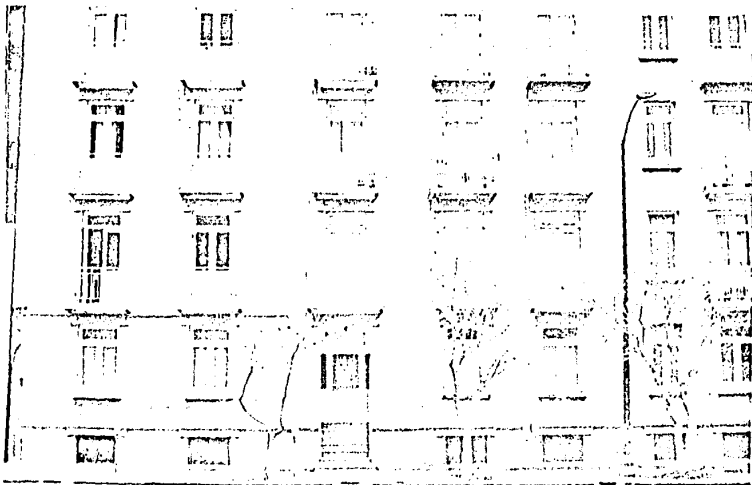
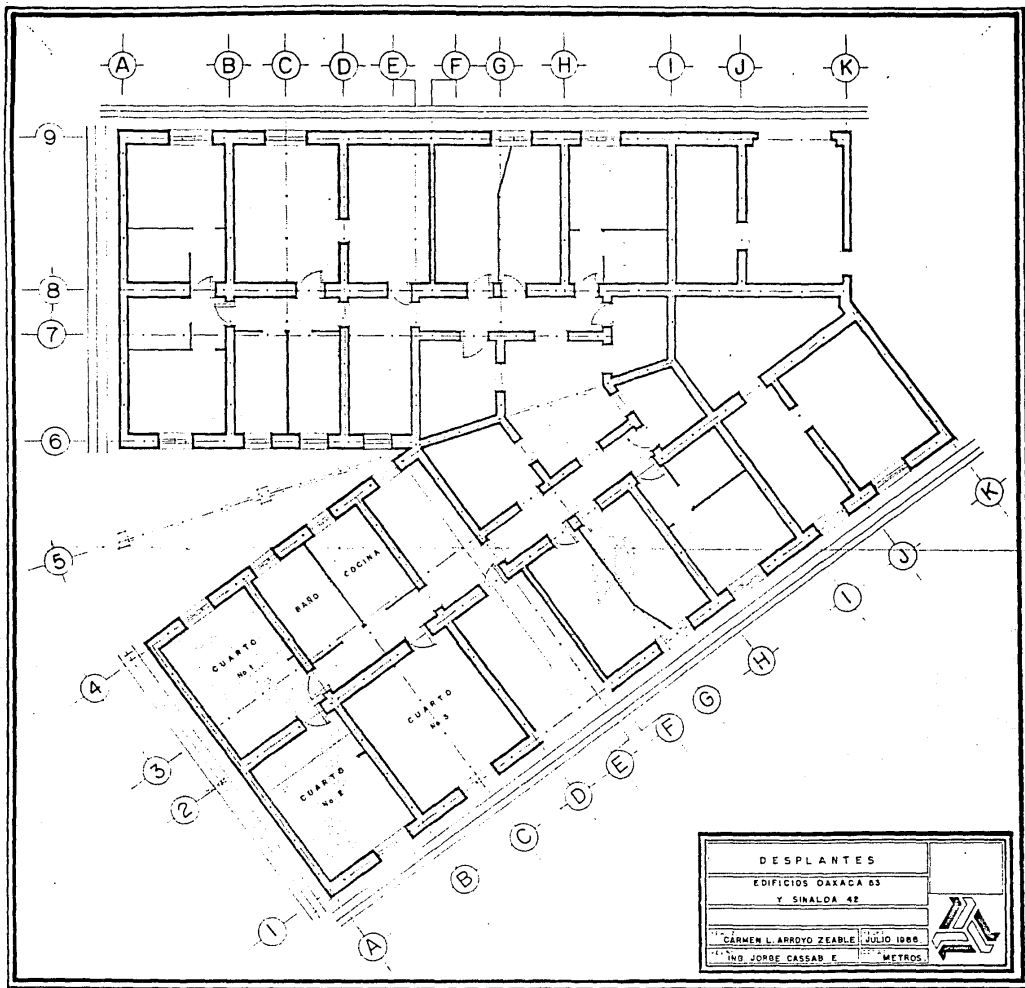

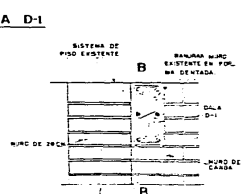
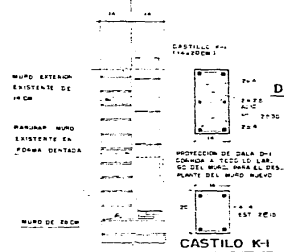
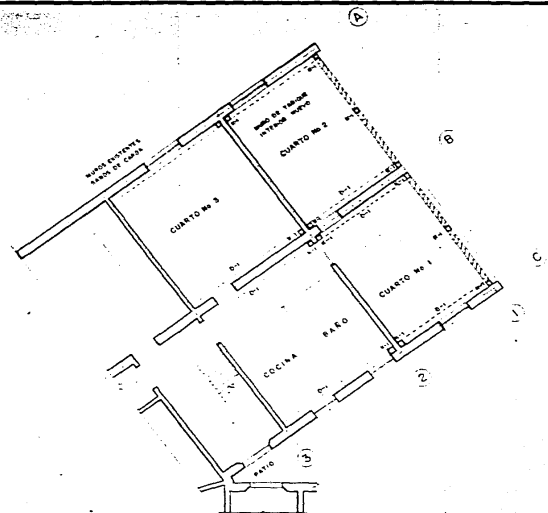
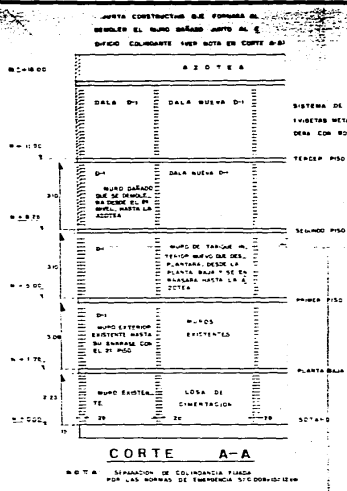


Foto No. 2



DESPLANTES		
EDIFICIO OAXACA 83		
Y SINALOA 42		
CARMEN L. ARROYO ZEABLE	JULIO 1988	
ING. JORGE CASAB E.	METROS.	



APOTE DE LA DALA D-1 SOBRE MURO
 DE CARGA SANO

DETALLES DE REPARACION Y REFUERZO	
REPARACION ESTRUCTURAL, SEGUN NORMAS DE EMERGENCIA PARA EL D.F. 1988	
DISEÑADO POR	DARACA No. 83 COL. ROMA
ELABORADO POR	JULIO 1988
CARMEN L. ARROYO ZARATE	JULIO 1988
ING. JORGE CASAR F.	METROS

B I B L I O G R A F I A

1. "El Hundimiento de La Ciudad de México. Proyecto Texcoco"
Ingeniero Nabor Carrillo. Secretaría de Hacienda y Crédito
Público. México 1969.
2. "Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería.
Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Cons--
trucciones para el Distrito Federal". Instituto de Inge--
niería UNAM. México, julio 1977.
3. "Tratado de Construcción". Doctor Roberto Meli. Editorial
Diana. México.
4. "Ingeniería Sísmica". Newmark. Editorial LIMUSA. México.
5. *Publicaciones*
Revista Obras. Diciembre de 1985
Regista Obras. Noviembre de 1985
6. "Normas y Costos de Construcción". Ingenieros Arquitectos
Alfredo Plazola Cisneros y Alfredo Plazola Anguiano. Edi--
torial LIMUSA. México, D. F.
7. "Normas de Emergencia en Materia de Construcción para el
Distrito Federal". Diario Oficial, Tomo CCCXCII, No. 34.
México, D. F., 18 de octubre de 1985.
8. "Reparación de Estructuras de Concreto y Mampostería".
Centro de Actualización Profesional. Colegio de Ingenie--
ros Civiles de México. México. D. F.