

Nº 2  
2.E.1.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA



“REESTRUCTURACION Y REMODELACION  
DEL CENTRO NACIONAL DE LA SECRETARIA  
DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A:

MIGUEL AGUIRRE LEON

MEXICO, D. F.

1992

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## I N D I C E

I.-	INTRODUCCION.	0	1
II.-	ANTECEDENTES.	0	7
III.-	CAUSAS FUNDAMENTALES DE FALLA.	2	7
IV.-	ESTUDIOS PRELIMINARES.	3	7
V.-	DESCRIPCION DEL PROYECTO.	5	5
VI.-	PROCEDIMIENTO DE RECONSTRUCCION.	7	1
VII.-	NORMATIVIDAD Y CONTROL DE CALIDAD.	1	2 2
VIII.-	CONCLUSIONES.	:	4 4

## OBJETIVO Y ALCANCE

En este trabajo, me limito abordar temas sencillos de carácter introductorio en las empresas de "Reestructuración y Remodelación del Centro Nacional de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes."

Los trabajos de reestructuración y remodelación de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, principalmente son consecuencia de los sismos ocurridos en la Ciudad de México en septiembre de 1985, que de alguna forma influyeron en la magnitud de los daños; lo cual condujo a efectuar inspección y evaluación estructural de los inmuebles dañados.

En seguida, se menciona la descripción del proyecto y se incluye el procedimiento de reconstrucción, como algunas normas de calidad en edificación.

En toda construcción de ingeniería, se debe definir el tamaño físico de las diferentes partes de una estructura. A tales partes se les asignan las dimensiones apropiadas para que resistan las fuerzas reales o probables que se les apliquen; así, los pisos de un edificio deben ser lo suficientemente resistentes para que cumplan con su cometido.

De igual modo, las partes de una estructura compuesta deben ser lo necesariamente rígidas para que no se flexionen o en el caso de que estén bajo la acción de las cargas que se les

impongan. Similarmente, el piso de un edificio puede tener la resistencia requerida y, sin embargo, sufrir una deflexión excesiva o bien, el agrietamiento del plafón de yeso formado en su parte inferior. Por último, un miembro estructural puede ser tan delgado que al someterse a una carga de compresión se arruine o derrumbe por pandeo.

En el ejercicio de ingeniería, se deben satisfacer todos estos requisitos con un gasto mínimo de material y costo.

## CAPITULO I

## INTRODUCCION

## FACTIBILIDAD

El panorama económico mexicano dominado por una crisis manifestada desde los años setenta, la cual se incrementó a partir de los años de 1985, siendo este fenómeno natural una de las principales causas que incrementaran la situación financiera más aguda que se haya dado en México en las últimas décadas, ha alcanzado a amplios sectores sociales.

Esto trajo consigo que los trabajos de evaluación y ejecución de la obra de "REESTRUCTURACION Y REMODELACION DEL CENTRO NACIONAL DE LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES" se vieran afectados, ya que se dio en primera instancia prioridad al sector dañado por los macrosismos y en segundo término a los trabajos de evaluación y análisis de proyecto, los cuales se apegaron a los lineamientos de los planes de austeridad y de emergencia que vivió la Ciudad de México.

Las alternativas de análisis y evaluación de proyecto presentadas fueron:

- I.- La construcción de nuevas edificaciones que albergaran las oficinas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, S.C.T., la cual presentó los siguientes inconvenientes:

- a).- Un alto costo de las demoliciones de las instalaciones existentes, ya que éstas deberían ejecutarse mediante métodos tradicionales; se eliminó la alternativa del uso de explosivos, a causa de los daños que esto presentaba en las estructuras aledañas, así como los posibles daños a las instalaciones de la Torre de Telecomunicaciones.
- b).- Los trabajos de retiro de escombros, producto de las demoliciones, representaban un alto costo económico, puesto que los bancos de tiro se localizaban en la periferia del Distrito Federal. Los trabajos de construcción del nuevo conjunto se encarecieron y, además, se presentó el fenómeno de escasez de mano de obra, lo que causó que aumentara aún más el precio.
- c).- Mayor tiempo en la ejecución de los trabajos de construcción en el nuevo conjunto, dada la magnitud de la obra a ejecutar.
- II.- Reconstrucción de las edificaciones dañadas, la cual se caracterizó en:
- a).- Menor costo en los trabajos de demolición, ya que dichos trabajos se realizarían localmente en cada uno de los inmuebles.

- b).- Menor precio en la reconstrucción, con lo cual se pretendió la reutilización de los materiales de acabados a instalaciones existentes, lo que representaba un ahorro en los materiales y equipo.
- c).- Menos tiempo para la reconstrucción de los inmuebles, que equivalían a un volumen menor en la obra por ejecutar.

Esta segunda alternativa era la más factible. Comprendía menor erogación monetaria y menos tiempo para la ejecución de la obra, con lo cual representaba una mayor estrategia dentro de la urgencia requerida para que este organismo se reactivara e impulsara nuevamente la economía nacional. Sin embargo, es importante mencionar que las alternativas de solución no eran enteramente de carácter económico, debido al daño que sufrieron las estructuras de los edificios: a pesar del elevado costo que implicaba esta consideración, se tenían que rescatar y conservar los murales y esculturas que constituían las fachadas de los inmuebles de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.



ESTADO DE LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y  
TRANSPORTES, DESPUES DEL SISMO DEL 19 DE SEPTIEMBRE  
DE 1985.



## CAPITULO II

## ANTECEDENTES

## GENERALIDADES

En sus orígenes, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, llamada entonces "Secretaría de Obras Públicas", fue creada en 1891 para regular el crecimiento carretero y en 1908 los Ferrocarriles Nacionales de México. Sin embargo, no fue sino hasta 1946 con el Comité Nacional de Caminos que la industria denota posibilidades bajo el auspicio de la Secretaría de Obras Públicas, que tenía a su cargo la realización y dirección de obras de infraestructura y mantenimiento. Esta delegaba funciones a la competencia de otros organismos.

Con estos lineamientos pasó a llamarse Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas (S.C.O.P.), ya que desempeñaba funciones en el área de comunicaciones, razón por la cual cambió de nombre.

Esta Dependencia se mantuvo con el mismo nombre por muchos años, hasta la década de los setenta en que tomó otras denominaciones, que fueron Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas (S.A.H.O.P.) y finalmente Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.), que es el organismo

que se encarga de coordinar, legislar, promover, contratar, etc. lo relativo al "Sector Comunicaciones y Transportes del País.

**EL CENTRO S.C.O.P.**

Originalmente, el Centro S.C.O.P. estaba integrado por los siguientes edificios:

Con frente a la Avenida Xola, el cuerpo "C" con dos niveles, y detrás de éste los cuerpos "A" y "B", con once niveles cada uno, formando una "T". Estos tres edificios formaban el núcleo principal de este Centro, que cuenta asimismo con dos rampas principales de acceso al edificio "B", que alojaban en su interior instalaciones locales de servicios de intendencia y una subestación y equipo de bombeo hidroneumático de agua potable.

Adicionalmente, se tenían los cuerpos "D" y "H", muy próximos al edificio "A", hacia el lado poniente, el primero con cuatro niveles y el segundo con once niveles.

La Torre de Comunicaciones fue construida posteriormente y quedó ubicada sobre el Eje Central Lázaro Cárdenas.

Existen además algunos edificios complementarios: el Gimnasio, el Cendi, el Auditorio, Multifamiliares, el Centro de Desarrollo Infantil y una Guardería; asimismo, una explanada de ceremonias, área de estacionamiento, plazoletas y jardines. Todo esto comprendió una área de 13.2 hectáreas de superficie. Croquis de localización en la Figura N° 1.

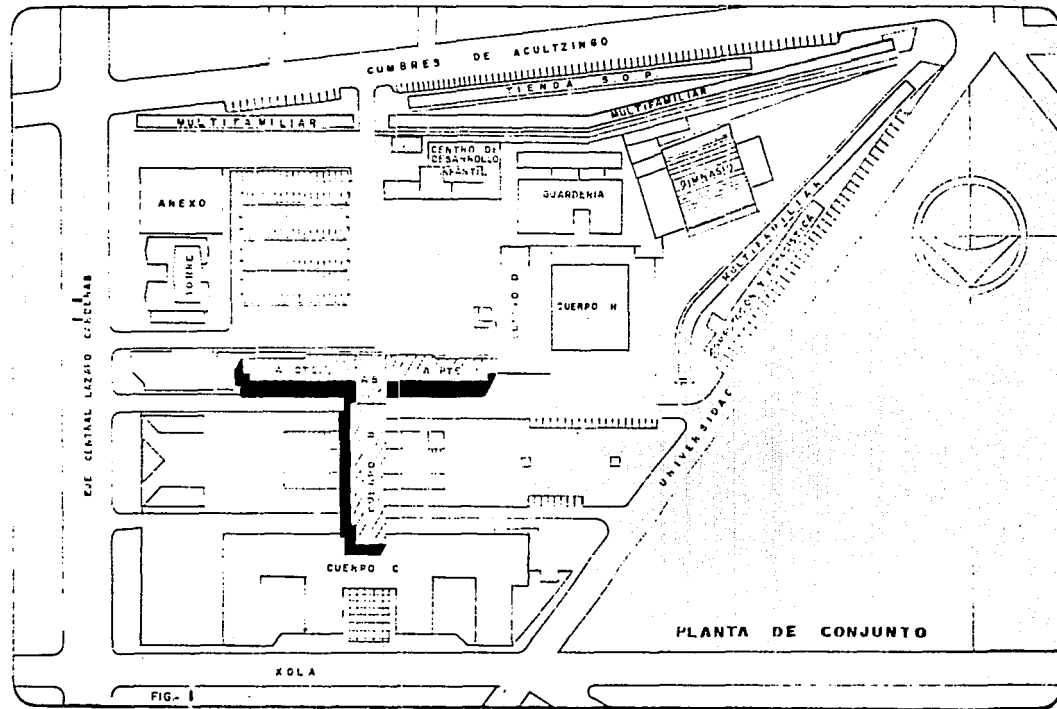
## LOCALIZACION

El Centro S.C.O.P. es ahora el Centro Nacional de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, que se encuentra ubicada en la Colonia Narvarte de la Capital, y sus colindancias son:

N O R T E	-	AVENIDA XOLA O EJE CUATRO SUR.
S U R	-	CALLE CUMBRES DE ACULTZINGO.
E S T E	-	AVENIDA LAZARO CARDENAS.
P O N I E N T E	-	AVENIDA UNIVERSIDAD.

Croquis de localización en la Figura N° 1.

# SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



## ASPECTOS SOCIALES

La afectación en los medios de comunicación, a causa de los sismos de 1985, generaron el reconocimiento de la importancia que tiene la Secretaría de Comunicaciones y Transportes dentro del desarrollo social y económico del País. Queda de manifiesto que finalmente no es posible, con los escasos recursos disponibles del Gobierno Federal, atender por igual las vías de comunicación, como lo venía haciendo hasta antes de los sismos de 1985, en todas las áreas de la comunicación.

Sin embargo, al no tener mecanismos específicos de financiamiento por el Gobierno Federal en la reactivación de los medios de comunicación, que permita hacer un desarrollo económico y social con miras hacia el futuro, y lograr un adelanto tecnológico de salud, en la industrialización, desarrollo urbano y económico, el Gobierno Federal conjuntamente con la sociedad mexicana han visto la necesidad de avanzar y reactivar los medios de comunicación como un componente encauzador de los sistemas circulatorios y nerviosos del País y básico, por ende, para la economía y para la Sociedad, para el movimiento de personas y bienes, para la presentación de servicios y para la transmisión de ideas. Los objetivos generales tanto del Sector Público como del Sector Privado, son:

- .- Ampliar considerablemente la infraestructura productiva para atender por igual el desarrollo urbano y rural .
- .- Concesión y apoyo financiero nacional, enfocados a la construcción de nuevas vías carreteras de cuota. Al término de 12 años, esta concesión se cancelará y pasará a la operación del Gobierno.
- .- Generación de fuentes de trabajo y capacitación técnica del personal que labora en la creación de la infraestructura carretera.
- .- Participación en el capital de las vías de comunicación de radio y televisión, en las cuales el Sector Público actuará como administrador y regulador.

**ASPECTOS CULTURALES**

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.), caracterizada por sus fachadas que mantienen un colorido especial, representan numerosos pasajes de nuestra historia nacional y manifiestan algunos aspectos de nuestras raíces.

Las obras de arte que lograron mantenerse en pie después de los sismos de 1985 en los inmuebles de la Secretaría de Comunicaciones, fueron de gran importancia en la toma de decisiones para la reestructuración y remodelación de la propia Secretaría.

Dichas obras se encuentran ubicadas en las fachadas de los edificios "A", "B", "AB", "C", figurando en su realización los nombres de los siguientes autores:

RODRIGO ARENAS BETANCOURT

JUAN O'GORMAN

R. SOTO

J. GORDILLO

MONROY

JORGE BEST

JOSE CHAVEZ MORADO

ARTURO ESTRADA

FRANCISCO ZUÑIGA

GARCIA ROBLEDO



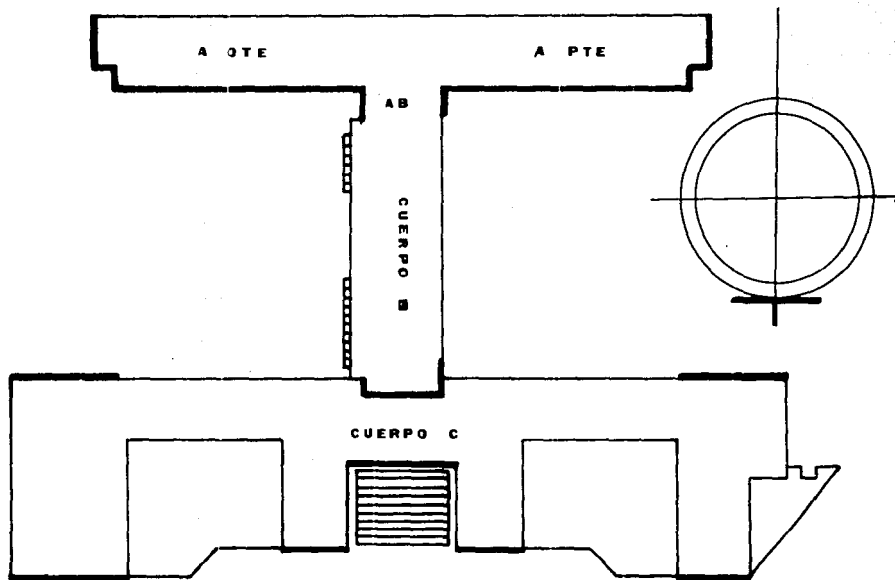
El diseño original de las fachadas fue plasmado en una área de 6,400.00m<sup>2</sup>.

Las obras conservadas en las fachadas de los inmuebles son murales que representan diferentes etapas de la historia de México, con un "Canto a la Patria" y a los mexicanos. En el patio oriente se representa la tierra de cultivo coronada por mosaicos y flores, con el sol simbolizado por un adolescente, así como otros símbolos que se refieren a los transportes del agua y los medios de difusión y de intercomunicación, realizados en mosaicos de piedra de diferentes colores.

Los murales tienen dimensiones originales de 27 mts. de altura y de 15 a 30 mts. aproximadamente de ancho, en los inmuebles "A", "AB", "B", y con dimensiones variables en la fachada del edificio "C", mismos que permanecieron en gran parte en pie después de los sismos, quedando incompletos únicamente los que se localizan en las fachadas de los edificios antes mencionados, debido a que solamente se colapsaron los últimos cinco ni veles de los edificios "A", "AB", "B".

También se encuentran esculturas talladas en cantera, caracterizadas por una mujer rodeada de trabajadores técnicos, que re presentan los transportes por agua. Se localizan en la parte oriente del vestíbulo del edificio "B", con dimensiones variables y en una área de 280 m<sup>2</sup>, y no sufrieron daños considerables.

UBICACION DE MURALES  
Y  
ESCULTURAS



91

fig. - 2

## RECURSOS FISICOS

Los recursos físicos o de infraestructura desarrollados en los últimos ciento cincuenta años han contribuido al desenvolvimiento cultural y científico. En ellos se han presentado los avances técnicos y de investigación y su mejor aprovechamiento en la vida cotidiana.

Las obras de infraestructura realizadas hasta la fecha son tan importantes como la construcción de nueva infraestructura en la comunicación y el transporte. Además, es igualmente de primera importancia su correcta operación, mantenimiento y conservación en las obras e instalaciones existentes, a efecto de que puedan garantizar los servicios que proporcionan y preservan el aparato productivo de la nación.

Entre las obras más importantes de infraestructura en que está constituida la Secretaría de Comunicaciones y Transportes S.C.T., destacan:

- .- 1436 Estaciones de radio y televisión.
- .- Un sistema de satélite.
- .- Miles de equipos de radiocomunicación.
- .- Ocho millones de teléfonos.
- .- Un sistema postal mexicano, que comprende:

- a).- 31 Agencias estatales.
  - b).- 6115 Oficinas.
  - c).- 1478 Administraciones.
  - d).- 4373 Agencias.
  - e).- 264 Sucursales.
  - f).- 4708 Expendios de estampillas.
  - g).- Tres centros mecanizados.
- .- Sistema carretero con extensión de 235,000 kilómetros de carreteras en la República Mexicana, constituida de:
- a).- 14 km de túneles carreteros.
  - b).- 20 mil km de autopistas.
  - c).- 70 mil km pavimentados.
  - d).- 113 mil km revestidos.
  - e).- 30 mil km de brechas mejoradas.
- .- Sistema ferroviario, que cuenta con:
- a).- 235 00 km de vías en la República.
  - b).- 44 túneles ferroviarios
  - c).- 700 locomotoras.
  - d).- 750 coches de pasajeros.
  - e).- 45,000 carros, vagones, furgones y góndolas.
- .- Sistema marítimo, constituido de 16 puertos, los cuales están clasificados de la siguiente manera:

- a).- Cuatro Puertos Nacionales.
- b).- Diez Puertos Regionales.
- c).- Dos Puertos Estratégicos.

.- Transporte aéreo, que se ha desarrollado con base en una red de aeropuertos troncales y regionales, y con la cual da servicio a un número de localidades.

Por razones antes dichas, el Gobierno ha otorgado una atención sin paralelo al Sector de Comunicaciones y Transportes, al que se ha definido como el encausador de los sistemas circulatorio y nervioso del País y, por ende, básico para la economía y la sociedad, para el movimiento agilizado de las personas, la prestación de bienes y servicios, y la necesaria transmisión de ideas.

## ESCALAS SISMICAS

Existen tres escalas para medir el movimiento sísmico, cada una con características propias, como sigue:

- .- Escala de Richter, que mide la magnitud (la energía liberada) de un sismo. Esta magnitud debe ser igual para cualquier estación sismológica en el mundo, en escala de 1 a 8.6 de magnitud. (Fig. A-3).
- .- Escala de Mercalli, que es una medida de intensidad. Se refiere a los efectos de un sismo, siendo una medida subjetiva que capta los daños provocados por el mismo. La escala modificada de Mercalli, que va de I a XII, será variable para cada uno de los observadores. (Fig. A-4).
- .- Escala de Aceleración, con la cual es posible obtener la velocidad y el desplazamiento del terreno y con ello los esfuerzos a que está sujeta la construcción. Esta escala es la más importante para la Ingeniería Civil, ya que permite conocer el comportamiento de las estructuras ante un sismo y actualizar las normas de una construcción, con lo cual se evitan futuras desgracias tanto materiales como humanas. Tal fue el caso de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Analizando los sismos ocurridos en el Valle de México en los años 1899, 1903 y 1932, que generaron una magnitud del mismo orden que los de 1985, aunque sin ocasionar catástrofes comparables, estos últimos sí causaron mayores pérdidas humanas y daño considerable a los materiales de infraestructura en las vías de comunicación que tiene a su cargo la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Estos sismos fueron registrados con una magnitud de 8.1 y 7.5 grados en la escala de Richter y de una intensidad de IX en la escala de Mercalli, respectivamente, originándose por el deslizamiento de la placa de Cocos bajo la placa de Norte América (Fig. A-5), lo cual provocó una ruptura con área de 50 km x 170 km en la primera fecha, en tanto que al siguiente día fueron 20 km x 40 km x 90 km a lo largo de la costa del Pacífico, que va aproximadamente desde la frontera de Colima, pasando por Michoacán, Guerrero y Oaxaca (Fig. A-6).

Sobre estos sismos, se dice que el movimiento de la corteza terrestre que se generó a 400 km de la Ciudad de México, produjo vibraciones que se transmitieron a través del terreno firme hasta llegar al Valle de México.

De los registros más importantes efectuados durante el sismo del 19 de septiembre de 1985, se encuentra el que ocurrió en

el área que ocupa la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Dicho estudio fue realizado en un mismo lugar y se muestra en la Fig. A-7.

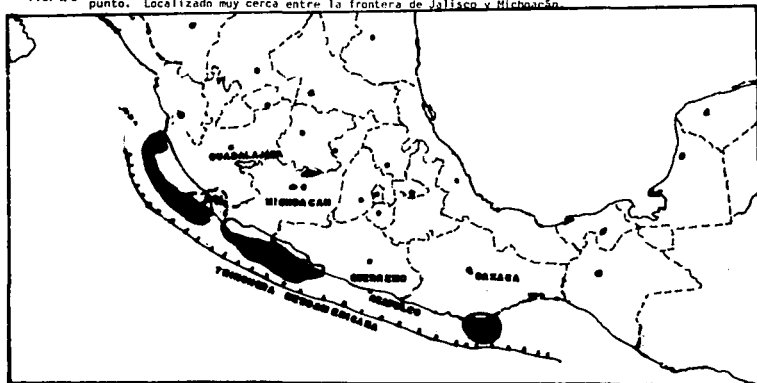


Escala Mercalli (Modificada)		
I	No significativo	Detectado por instrumentos.
II	Débil	Sentido por personas sensibles.
III	Suave	Vibraciones como de un camión que pasa.
IV	Moderado	Se siente en interiores. Algunas personas dormidas despiertan. Ventanas y platos cascabelean.
V	Más o menos fuerte	Sentido por la mayoría de las personas. Muchos despiertan. Se cae la mampostería. Los relojes de péndulo se detienen.
VI	Fuerte	Sentido por todos. Muchos se asustan. Se caen chimeneas y los muebles se mueven.
VII	Muy fuerte	Alarma. Mucha gente corre hacia afuera. Las estructuras débiles resultan con daños menores. Se puede sentir en vehículos en movimiento.
VIII	Destructivo	Alarma general. Todos corren afuera. Las estructuras débiles se dañan con severidad. Pequeños daños en estructuras fuertes. Los muebles pesados se mueven. Se caen los monumentos.
IX	Ruinoso	Pánico. Destrucción total de estructuras débiles. Daños considerables a las estructuras especialmente diseñadas. Daño en cimentaciones. Tuberías subterráneas rotas y fisuras en el suelo.
X	Desastroso	Pánico. Sólo los mejores edificios quedan en pie. El suelo queda fracturado.
XI	Muy desastroso	Pocas estructuras se mantienen en pie. Fisuras anchas en el suelo.
XII	Catastrófico.	Superpánico. Destrucción total. Se ven ondas moverse en el suelo.

Escala Richter	Escala Mercalli		
Magnitud	Intensidad	Temblores	Energía
1-1.9		700,000/año	½ kg de TNT
2-2.9	(II)	300,000/año	
3-3.9	(III)	50,000/año	
4-4.9	(V)	6,000/año	
5-5.9	(VII)	800/año	20,000 ton de TNT
6-6.9	(IX)	120/año	1 megatón
7-7.9	(X)	18/año	
8-8.6	(XII)	1 en varios años	60,000 megatones

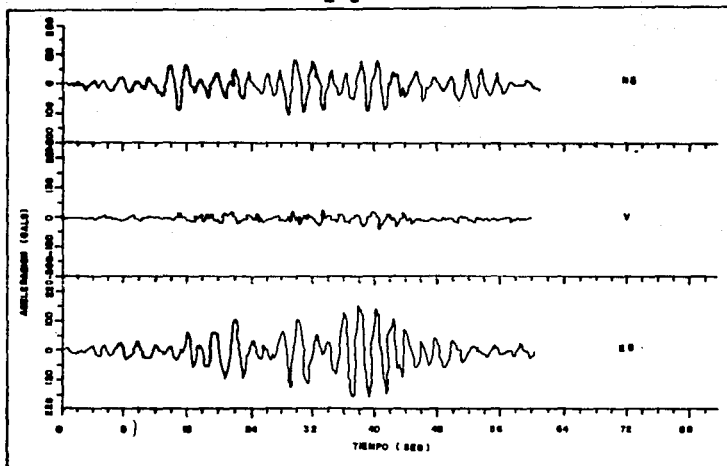


MAPA 1.- En el mapa se muestra el epicentro del temblor del 19 de septiembre así como la profundidad. Como se puede apreciar en las ondas sísmicas se propagaron en todas direcciones a partir de ese punto. Localizado muy cerca entre la frontera de Jalisco y Michoacán.



MAPA 2.- Areas de ruptura provocadas por diferentes temblores.

FIG. 28



En la parte superior se ve la aceleración que en la dirección norte-sur sufrió el terreno donde se ubica la Secretaría de Comunicaciones y Transportes durante el sismo del 19 de septiembre. En la parte media, la componente vertical, y en la inferior la este-oeste. Nótese que alrededor del segundo número 40 (véase la escala horizontal) en la dirección este-oeste la aceleración fue de 200 gallos (cm/seg<sup>2</sup>) aproximadamente. También es importante notar que el movimiento sísmico del 19 de septiembre -como la totalidad de los temblores- tuvo componentes tanto verticales como horizontales; es decir, que no se puede hablar de sismos trepidatorios y oscilatorios, sino simplemente de sismos.

Fig. A-7

## CAPITULO III

## CAUSAS FUNDAMENTALES DE FALLA

Es preciso señalar que la estabilidad de las construcciones depende principalmente de la capacidad de las personas que participan en su edificación, de la homogeneidad de los materiales seleccionados, los fenómenos naturales, uso adecuado del diseño y del mantenimiento que reciban éstas durante su término de duración.

.- Definición de Falla.

Una falla se puede definir de distintas maneras, pero en general las fallas las podemos definir como: un estado de deterioro ó de mal funcionamiento de las estructuras, que están en desacuerdo con los cálculos elaborados para la ejecución de un proyecto.

Estas fallas traen como consecuencia que en algunos casos se tengan que realizar reparaciones, reconstrucciones e, incluso, demoliciones.

Existen muchas causas por las cuales los edificios fallan. Algunas fallas se presentan con mayor frecuencia que otras; sin embargo, debemos poner todo nuestro interés para que día con día se minimicen errores has-

ta su erradicación, porque de lo contrario pasamos a exponer intereses tanto humanos como económicos.

Para efectos de este trabajo, he agrupado en ocho grandes rubros las causas principales de fallas:

- a).- Errores en la concepción y el diseño arquitectónico.
- b).- Inadecuación del sistema estructural.
- c).- Formación de fisuras o grietas.
- d).- Cambio de uso (destino) de los edificios.
- e).- Modificaciones estructurales.
- f).- Fallas en la cimentación.
- g).- Mala calidad de los materiales.
- h).- Fallas por supervisión deficiente e insuficiente.

- a).- Errores en la concepción y el diseño arquitectónico.

En el caso que ocupa nuestra atención, como primera causa de error tenemos el terreno sobre el que se asienta la "Secretaría de Comunicaciones y Transportes" en la Ciudad de México, que está formado por depósitos lacustres de 30, 40 o más metros de profundidad (Fig. 8), compuestos de arcillas con enormes contenidos de agua, que

amplificarán los movimientos sísmicos y que se concentrarán en algunas áreas.

Lo anterior trajo como consecuencia que el período de vibración haya sido alrededor de dos segundos, como se puede observar en los acelerogramas registrados en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (Fig. A-7).

Este período de vibración se mantuvo durante dos segundos, dado que las ondas sísmicas quedaron atrapadas en el Valle de México, lo que influyó aún más en la generación de resonancia en los edificios, conduciéndolos a daños graves y al inevitable colapso.

- Excesiva discrepancia en las relaciones largo/ancho y/o alto/ancho.

Es importante mencionar que la excesiva discrepancia en la relación largo/ancho y/o alto/ancho, tuvieron participación en la falla de algunos elementos estructurales como fueron las vigas y columnas, con lo cual se provocó la falla en los marcos principales.

- Holgura insuficiente en las colindancias.

La insuficiencia de espacio en las colindancias motivó también choques en tres estructuras vecinas y daños a edificaciones. Tal fue el caso del edificio "A" Pte. con el edificio "D".

- Asimetría.

Los daños observados se debieron en muchos casos a la excesiva asimetría en la distribución en plantas y elevación de masa, rigidez y resistencia de las edificaciones.

b).-Inadecuación del sistema estructural.

- Modelación estructural inadecuada.

En general, los errores de concepción tienen su origen en varias causas, de las cuales las más notorias son:

- Diseño realizado por personal con poca capacidad y experiencia.
- Errores en los cálculos y detalles de construcción, planos incompletos, insuficiencia en la información, o detalles inadecuados en el acervo de refuerzo.
- Influencia de elementos nominalmente no estructurales.

Una de las fallas más importantes relacionada al sistema no estructural fue debida al efecto de muros asimétricos dentro de las edificaciones.

En ocasiones, las estructuras no se consideraban en su diseño con el efecto de estos muros, los que



en algunos casos ayudaron a la estabilidad de los edificios al absorber y disipar grandes cantidades de energía mediante el mecanismo de agrietamiento. Sin embargo, hubo otras situaciones en las que, por la colocación asimétrica de los muros ó por ser construidos en forma distinta a su concepción nominal no estructural, indujeron fuertes torsiones sísmicas, agravadas por el exceso de su masa, produciendo la falla de columnas y/o de muros, ó el colapso parcial o total.

- Punzonamiento de losas.

Otra importante causa de falla fue debida a la falta de capacidad estructural de las losas macizas de concreto reforzado apoyado en traves y/o en las vigas, para transmitir la fuerza cortante originada por las fuerzas horizontales.

- Conexiones viga-columna incorrecta.

Una de las fallas, no menos importante, fue la inadecuada ejecución de las conexiones de viga y columna en el mando, que permitió la formación de "articulaciones prácticas", en vez de la formación de zonas de comportamiento "inelástico" en las trabes, que no causan inestabilidad de la estructura y son más fáciles de detallar y de reparar.

- Escaso confinamiento lateral del concreto.

Otros aspectos estructurales de importancia fueron el insuficiente confinamiento lateral de concreto mediante estribos en las trabes y/o zunchos en las columnas; la concentración de varillas en paquetes en las esquinas de las columnas; la insuficiente longitud de anclaje o la falta de adherencia del refuerzo.

c).- Formación de fisuras ó grietas.

- Agrietamiento en estructuras de concreto.

Todos los materiales se ven afectados por el agua, el calor y el frío. La acción de estos elementos que componen las estructuras se refleja en deformaciones de éstas y, por consiguiente, en agrietamientos de las mismas. En las estructuras de concreto armado donde encontramos normalmente diferentes grados de agrietamiento debido a la heterogeneidad de este material -como sabemos, la naturaleza de cada material que compone el concreto armado comprende arena, grava, cemento, agua y acero de refuerzo- depende del control en su proceso

de fabricación, por lo que los daños son menores o son mayores.

Las fisuras o grietas en el concreto, pueden tener su origen en:

Defectos de vibrado.

Segregación de los materiales.

Sangrado de concreto (fugas de lechada).

Consistencia inadecuada.

Secado del concreto.

Pérdida del calor producido por la reacción exotérmica del cemento.

Diferencial térmico y/o de humedad entre diferentes niveles de la sección de la junta.

Características de la mezcla.

Contracción por secado.

d).- Cambio de uso (destino) de los edificios.

Uno de los factores que indujeron a la falla de los inmuebles fue el cambio de uso del servicio de los edificios, que fueron proyectados y construidos para fines de oficina y se destinaron también a bodegas y archivos de documentos.

Por sí sola, esta situación motivó daños y propició fallas en varios edificios.

## e).- Modificaciones estructurales.

Siendo la estructura lo primero que se construye, resulta normal que los constructores de la obra negra hayan ya terminado su labor cuando se inician las instalaciones y que para alojar éstas se rompa el concreto, se desplacen varillas y se afecten piezas estructurales en forma grave. De esto queda poca o ninguna constancia en los planos estructurales, pero en la estructura sí permanecen huellas de debilidad.

Es evidente que, como medida preventiva, deben proporcionarse al proyectista de la estructura todos los datos de las instalaciones que llevará el edificio y desde su proyecto se prevean las instalaciones requeridas y se detallen en los planos respectivos de construcción, procurando que en la obra misma se dejen las preparaciones de entradas y salidas de los servicios e instalaciones.

## f).- Fallas en la cimentación.

Sin particular alusión a los temblores de tierra, se han venido presentando asentamientos diferenciales provocados por los cambios que el hombre mismo

ha ocasionado en el presente ciclo en el medioambiente.

El hundimiento en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (Fig. 9) es consecuencia de la extracción de agua del subsuelo de la Ciudad de México, que provoca que las arcillas que se localizan en la zona pierdan su contenido de agua. Según pruebas obtenidas, estas arcillas constan de un contenido de agua hasta de un 500 por ciento, es decir, cinco partes de agua por cada parte de sólidos. Sin embargo, al ser remolidas, éstas se convierten en lodo fluido, y si se someten a desecación adquieren una contextura deleznable que se reduce a polvo ante unos cuantos ciclos de carga alternados.

g).- Mala calidad de los materiales.

Cuando se construyó cada una de las edificaciones, fue función del proyectista definir y especificar la calidad de los materiales que se debieron utilizar a fin de que la obra resultara durable y resistente; para lo cual no solamente fue necesaria la justa consideración de cargas y solicitaciones, sino también las condiciones de exposición y servicio.

Si éstas fueron benignas, no afectaron la estabilidad de la estructura, pero contrariamente, esto representó un grado de severidad. Tenemos para ejemplificar:

- .- La aplicación selectiva y razonada de concretos de distinta calidad en diferentes partes de la obra.
- .- Corrosión del acero refuerzo debido a inclusión de cloro de calcio u otras sales de aditivos/agregados.
- .- Agregados con elementos orgánicos alternan las relaciones químicas de resistencia del cemento, disminuyéndola.

h).- Fallas por supervisión deficiente e insuficiente.

Independientemente de los errores de tipo arquitectónico o estructural, se puede atribuir toda falla a omisión de los conceptos de control de calidad y al incumplimiento de las normas en cada una de las etapas, cuya ejecución conjuntó una supervisión deficiente y/o insuficiente.

Entre otros ejemplos, se mencionan:

- .- Incorrecta colocación del refuerzo en las conexiones viga-columna.
- .- Traslapes insuficientes.
- .- Incorrecta distribución de los estribos.
- .- Insuficiente longitud de anclaje de varillas provenientes de vigas ante ciclos de inversión de carga.
- .- Uso de paquetes de más de dos varillas de columna/trabe.
- .- Soldadura con baja o mala calidad.
- .- Insuficiencia de estribos ó su inadecuado diámetro.
- .- Falta ó nulo control de calidad en proceso constructivo.
- .- Idem en concreto, acero de refuerzo y la soldadura.
- .- Confinamiento de los materiales por excesivo vibrado y falta de limpieza en el acero estructural de elementos.

## CAPITULO IV

## ESTUDIOS PRELIMINARES

Después de los sismos ocurridos el 19 y 20 de septiembre de 1985, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes procedió a la tarea de inspeccionar los edificios correspondientes al Centro Nacional S.C.T. para determinar la magnitud de los daños y para la clasificación de los mismos.

En forma general, los estudios de análisis y evaluación realizados fueron:

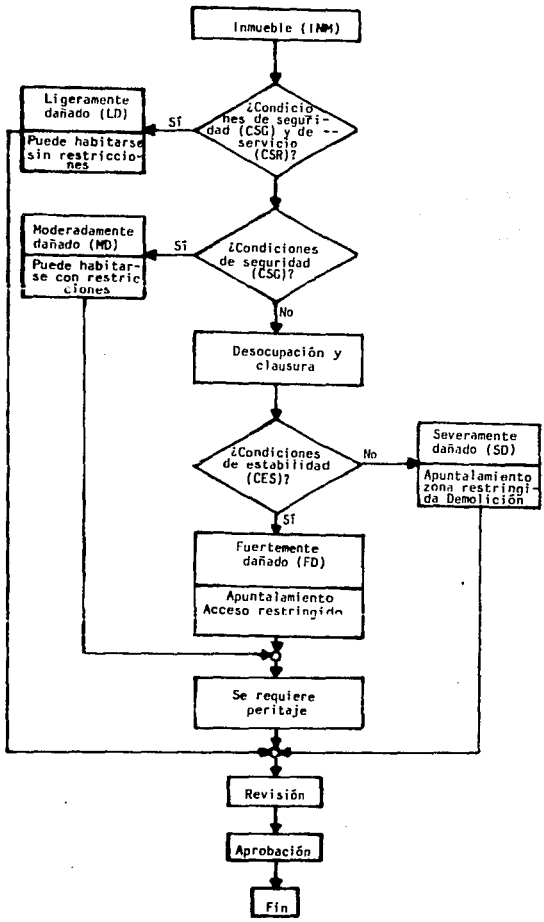
- .- Dictamen técnico preliminar
- .- Dictamen técnico definitivo

1.- Dictamen técnico preliminar.- Tuvo la finalidad de determinar si los edificios dañados por el sismo brindaban las condiciones de seguridad, servicio y estabilidad necesarios para ser habitados.

Los objetivos particulares de la inspección fueron:

- La revisión del estado de seguridad, servicio y estabilidad de los inmuebles mediante inspección visual y levantamiento de datos de las estructuras.

I Dictamen técnico preliminar (DTP)





- Medidas de emergencia, caracterizadas en el desalojo del personal laboral en las instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con el fin de agilizar el levantamiento de información del estado de los inmuebles.
- Determinación de las áreas con mayor grado de inestabilidad estructural.
- Demolición de los materiales en los cinco últimos niveles que se colapsaron.
- Reducción rápida de cargas en los inmuebles "A", "AB", "B" y "H".
- Apuntalamiento de emergencia en los inmuebles "A", "AB", "B", "C", "D" y "H".
- Demolición parcial y total de los elementos no estructurales y estructurales (muros divisorios, muros diafragma y muros de rigidez, etc.) que debían demolerse a fin de eliminar los riesgos que éstos representaban.

2.- Dictamen técnico definitivo.- Distintos estudios fueron realizados para para este logro, como sigue:

- Apoyo de fotografías, las cuales fueron utilizadas como antecedente de las condiciones en que quedaron los inmuebles y demás después del sismo, siendo un valioso testimonio para la supervisión de las autoridades gubernamentales y de importancia fundamental para el análisis de datos de la investigación científica y aplicada. Estas fotografías se basaron en la toma de daños estructurales y no estructurales y daños en los murales y en las instalaciones de servicio de luz y agua (Fig. 14).
- Observación y descripción de grietas en trabes, columnas, losas y nudos, lo que permite hacer una evaluación detallada del estado que mantiene una estructura; lo cual servirá para hacer el análisis correspondiente a su reparación y reestructuración.
- El dictamen técnico definitivo fue la parte importante en los estudios de peritaje y la base para determinar la mejor solución estructural ó la demolición del inmueble dañado.
- El peritaje de los inmuebles comprendió el estudio y evaluación detallada que determinó la

estabilidad de los inmuebles siguiendo los procedimientos de análisis y revisión que marcaba el reglamento de construcción. El resultado de esta evaluación llevó finalmente a la elaboración de los proyectos de demolición, reparación, refuerzo y reconstrucción.

- Recopilación de la información e investigación detallada y completa de los daños sufridos en los elementos estructurales.
- Elaboración de planos de los daños en los elementos estructurales (columnas, trabes, losas, nudos).
- Debido a la nula información de planos estructurales y libros de bitácora, no se evaluó detalladamente el diseño original de la estructura, su proceso constructivo y el uso y adaptaciones que haya tenido durante su vida útil.
- Análisis de las estructuras en condiciones originales.

El estudio de evaluación por medio de laboratorio para la obtención de las características de los materiales se hizo mediante las pruebas siguientes:

- a) No destructiva
  - . Detector de armado
  - . Pulso ultrasónico

- b) Destructiva
  - . Calas
  - . Extracción de corazones

a).- Pruebas No-Destructivas

Detector de armado.- Este método permitió la localización del armado y su recubrimiento de los elementos estructurales terminados. Comprendió en los sondeos la extracción de corazones en losas y columnas, y con esto se pudieron hacer los trabajos sin perjudicar el armado de los elementos estructurales.

Pulso ultrasónico.- Esta técnica permitió estimar el estado de agrietamiento estructural.

b).- Pruebas Destructivas

Calas.- Esta técnica consistió en descubrir el armado de los elementos estructurales, con lo cual se determinaron las características del acero, su separación y su recubrimiento, principalmente en elementos estructurales como son las columnas.

Extracción de corazones.- La extracción y prueba de corazones permitió estimar la resistencia del concreto y su módulo de elasticidad. Estas pruebas se realizaron en los elementos con características más desfavorables, con lo cual se obtuvo el nivel de confianza de diseño del concreto.

Las distancias entre grietas diferentes también se determinó para conocer si éstas lograban penetración suficiente y si disminuían la resistencia mecánica del elemento estructural.

La metodología más común en la determinación de las grietas fue mediante muestras de yeso de 5 x 5 x 0.5 cm y la observación del mismo en la trayectoria de la grieta.

Con base en lo anterior y únicamente para una evaluación inicial de las estructuras, podemos definir lo siguiente:

Se considera que existe daño mayor si la suma de las longitudes de las grietas es mayor que el 70% del perímetro de la sección transversal del elemento estructural.

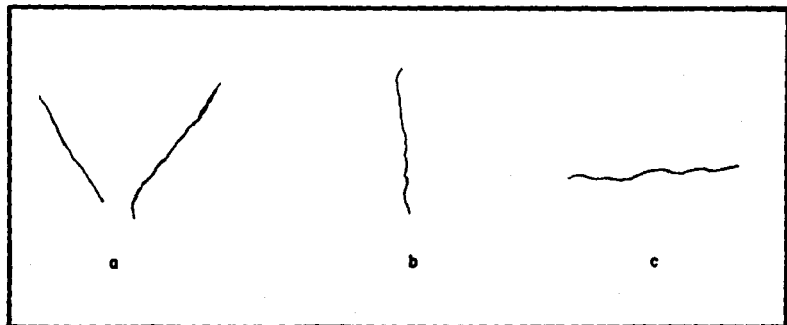


Fig. 9 Croquis de fallas más comunes en los elementos estructurales.

Se realizaron estudios topográficos en cada uno de los inmuebles de la propia Secretaría, con el objetivo de llevar el control de comportamiento del suelo después de los sismos. En uno de los estudios realizados en el edificio "A" Pte. (Fig. 10), se observó que a partir del mes de diciembre de 1985 y hasta junio de 1986 el suelo presentó 25 mm de asentamiento. A partir de julio del mismo período, se presentó una elevación en el edificio.

Lo anterior se puede atribuir a la recuperación de carga del terreno, ya que se vió disminuida la carga del edificio por lo antes expuesto.

## MECANICA DE SUELOS

El predio se encuentra ubicado en la Zona III "Zona de Lago", definido en el Artículo 219 del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal, como se puede apreciar en el Plano No. 13.

El estudio de mecánica de suelos permitió determinar las características y propiedades estatigráficas y mecánicas que presenta el suelo de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (Fig. 12)

Dicho estudio reflejó lo siguiente:

- .- Depósito arenoso arcilloso ó limos, con abundancia de restos arqueológicos, ó bien rellenos artificiales que en algunos puntos de la Secretaría llegaron hasta 3 mts. de profundidad.
- .- Arcilla volcánica extraordinariamente compresible de variados colores y consistencia, comprendida entre blanda y media, intercalada con pequeñas capas ó lentes de arena. Su potencial total oscila entre 5 a 32 mts.
- .- La primera capa dura de unos 3 mts. de espesor está constituida por suelo arcilloso ó limo-arenoso, compacto y rígido. Se encuentra a 30 mts. bajo la superficie aproximadamente.

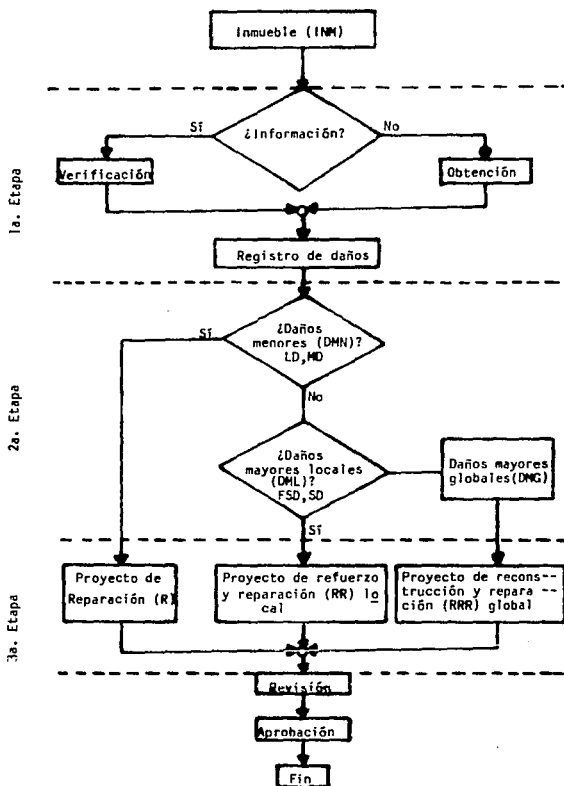
- .- Depósitos profundos, constituidos por suelo arenoso-limoso y limo-arenoso muy compacto, con algunas gravas. (tam. máx. 5 cm.)
- .- Depósito de arena con grava separada por estratos de limo ó arcilla arenosa.
- .- Los estudios realizados en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, que permitieron conocer la estratigrafía y propiedades de los materiales del subsuelo en el predio, consistieron en la perforación de siete sondeos de exploración. (Fig. de Localización No. II)

Estos estudios comprendieron tres sondeos de exploración, tipo (SP-1, SP-2, SP-3), a una profundidad promedio de 41 mts. y cuatro sondeos mixtos del tipo (SM-1, SM-2, SM-3, SM-B) a una profundidad media de 38 mts., distribuidos estratégicamente en lugares de mayor interés según el Plano No. II.

Los sondeos se realizaron por el método de penetración estándar, con muestreos con tubo de pared delgada. Este procedimiento es quizás entre todos los exploratorios preliminares el que rinde mejores resultados en la práctica y el que proporcionó la más útil información en torno al suelo.



II Peritaje de un edificio



Etapa I

- 1a. Recopilación de información de campo.
- 2a. Dictamen técnico.
- 3a. Alternativa de solución estructural.

## ESTADO FISICO DE LOS INMUEBLES

Una vez hecha la evaluación del dictamen técnico definitivo en los inmuebles de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes S.C.T., realizada mediante la Dirección General de Servicios Técnicos, esta Dependencia de la propia Secretaría determinó:

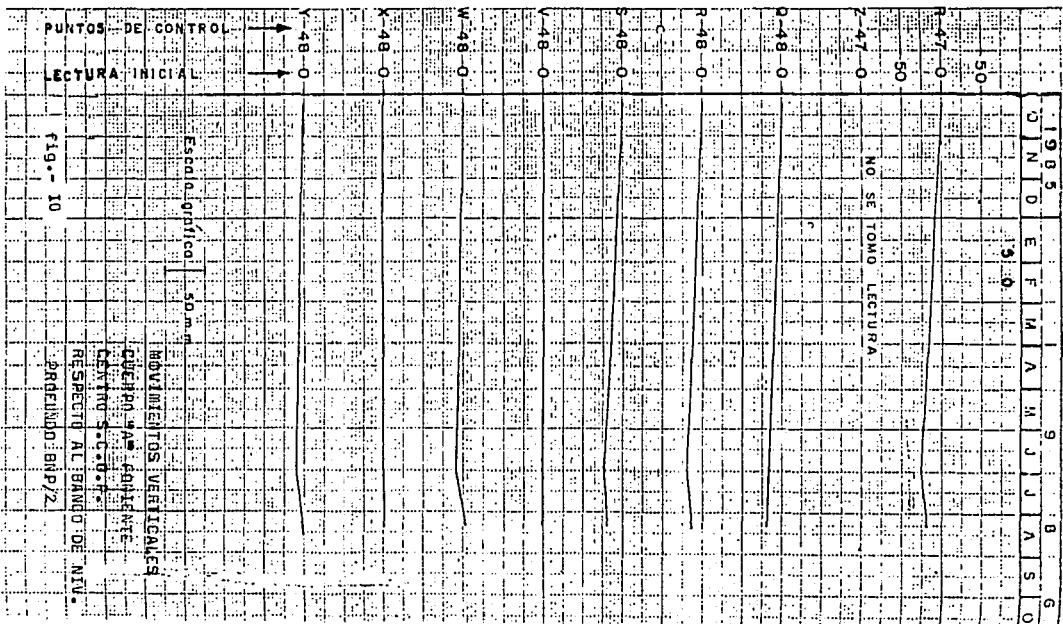
- .- En los edificios "A", "AB" y "B", cuyas estructuras de cimentación son profundas, los pilotes de fricción no presentaron daños que afectaran la estabilidad de los inmuebles.
- .- En la superestructura de los inmuebles se presentaron agrietamientos fuertes en casi toda la estructura del sexto nivel. En la planta baja y hasta el quinto nivel, se presentaron daños de agrietamiento en algunas estructuras (losas, columnas, trabes y uniones viga-columna), así como desplomes en ciertas columnas y fachadas.
- .- Los niveles del séptimo al onceavo se colapsaron; además, en lo que respecta a los Murales, se determinó la pérdida total de  $3,098 \text{ m}^2$ , quedando severamente dañados  $2,181 \text{ m}^2$  presentando desprendimientos de piezas y desprendimiento en su anclaje.
- .- El edificio "C", constituido por dos niveles cuya cimentación es de zapatas corridas no presentó daño;

sin embargo, presentó agrietamiento en la superestructura Oriente y la Poniente, quedando intactos los Murales en su fachada.

- .- El cuerpo "D" no presentó daños en su estructura que afectaran su estabilidad y su principal problema apareció en uno de sus arcos estructurales esquineros de la Planta Baja, que mostró agrietamiento por falla en el nudo.
- .- Se dictaminaron daños mayores en la estructura del Cuerpo "H" en los niveles 2º, 3º, 4º y 7º, que pusieron en peligro la estabilidad del inmueble, con lo que el dictamen técnico definitivo dispuso la demolición del inmueble.
- .- El dictamen técnico preliminar de las rampas de acceso al edificio "B" constituidas por un nivel, determinó daños mayores en las estructuras, tanto en la cimentación como en la superestructura, siendo el dictamen técnico definitivo la demolición de los inmuebles.
- .- Las demás instalaciones que conforman el conjunto de S.C.T. no presentaron daños de consideración en sus elementos estructurales.

Fig. I.

# MOVIMIETOS VERTICALES EN MILÍMETROS



MOVIMIETOS VERTICALES

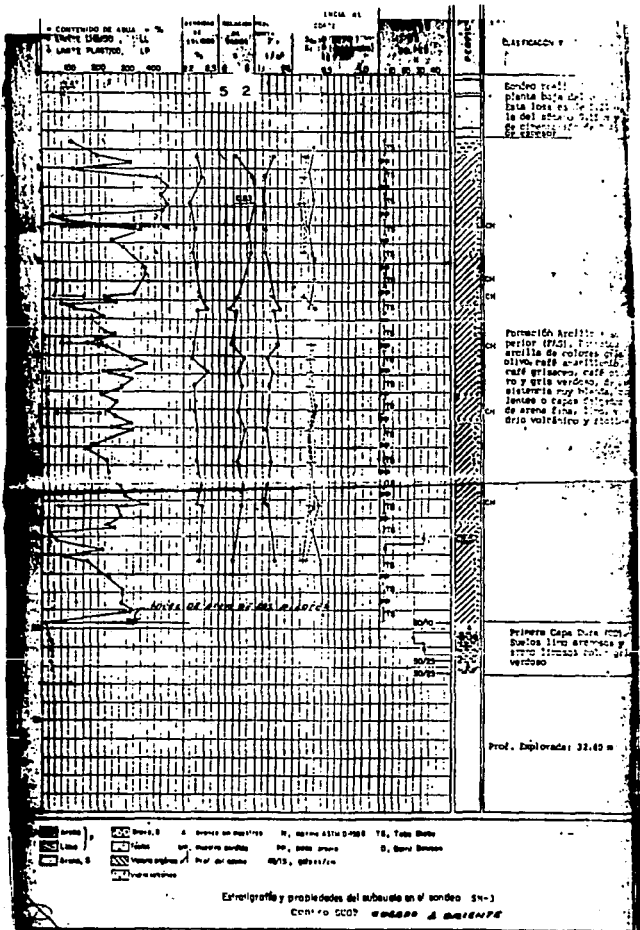
CENITRO

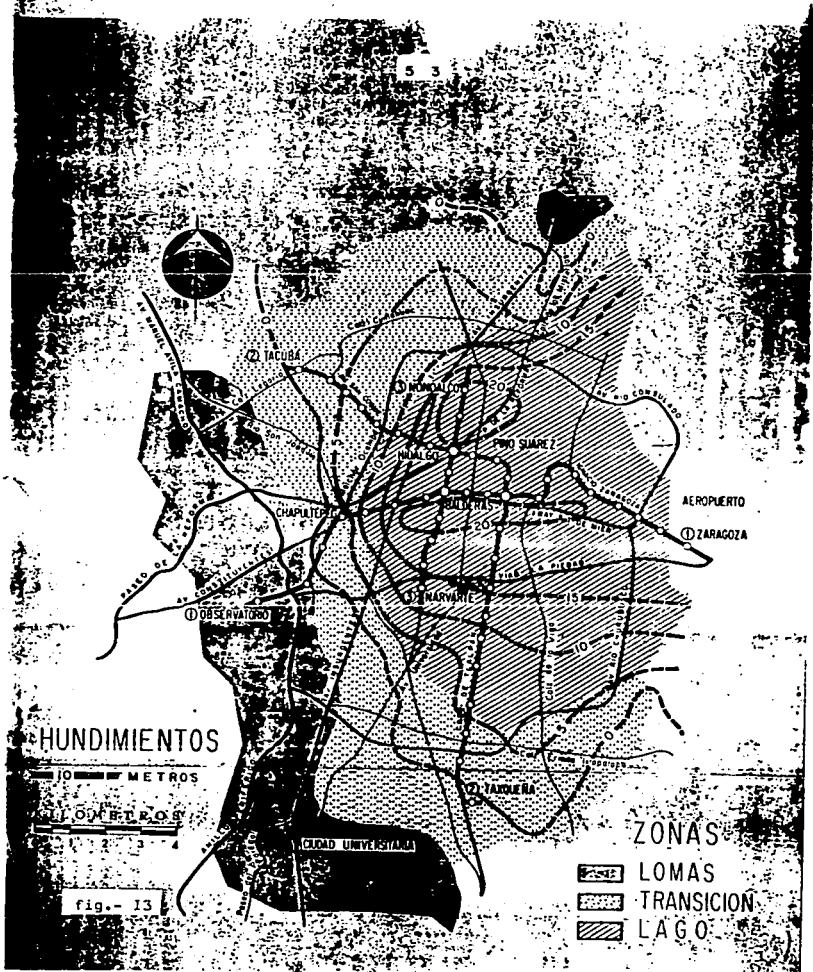
LEV. IV 50.00.01.

RESPECTO AL BARRIO DE NIV.

diciembre 1989/2










HUNDIMIENTOS

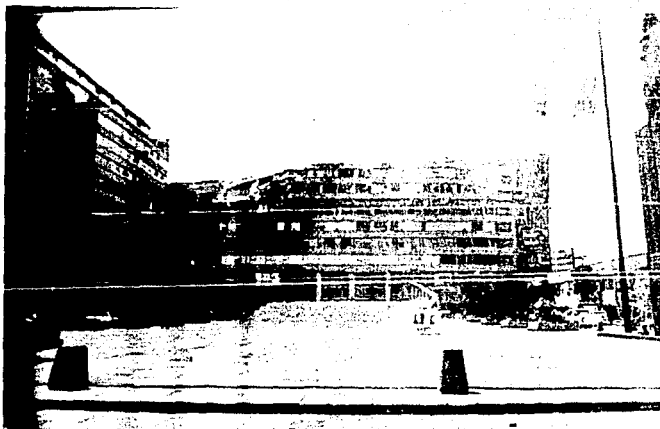
10 KILOMETROS METROS

0 1 2 3 4

fig.- 13

ZONAS

-  LOMAS
-  TRANSICION
-  LAGO



VISTA ORIENTE DEL EDIFICIO "B" , DESPUES DEL SISMO  
DEL 19 DE SEPTIEMBRE DE 1985.

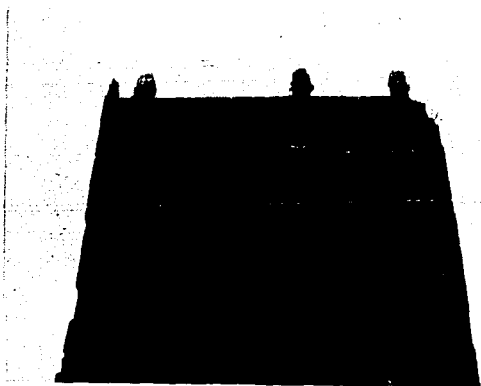


fig - 14

VISTA NORTE DEL EDIFICIO "B", EN ESTA TOMA SE  
MUESTRA EL ESTADO DE LOS MURALES Y LOS TRABAJOS  
DE DEMOLICION DE LOS CINCO ULTIMOS NIVELES.



CAPITULO V  
DESCRIPCION DEL PROYECTO

Conociendo la evaluación de la resistencia y rigidez rotativa en todas las estructuras, así como la calidad ó ductilidad de la resistencia de las edificaciones, la Dirección General de Servicios Técnicos (D.G.S.T.), de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, dictaminó las siguientes soluciones:

- .- Proyecto de reparación.
- .- Proyecto de refuerzo y reparación.
- .- Proyecto de reconstrucción, refuerzo y reparación.

EDIFICIO "A" Y "AB"

- .- Recimentación general del edificio.
- .- Reestructuración y rigidización general en la Planta Baja y cinco niveles que quedaron en pie, incluyendo la estructura metálica del sexto nivel.
- .- Construcción del sexto nivel de estructura metálica.
- .- Construcción de torretas de estructura metálica en el ala oriente, central y poniente, en donde en futuro se colocarán los murales.
- .- Colocación de aluminio, vidrio y cantera en las fachadas norte y sur.

- .- Aplicación de impermeabilización en azotea del sexto nivel.
- .- Construcción del drenaje exterior desde el edificio hasta el subcolector Ote. y Pte.
- .- Instalación de la subestación No. 9 en una caseta ubicada exteriormente entre los edificios "A" y "D" y las subestaciones No. 7 y 8 en el interior de este edificio.
- .- Servicios de las instalaciones hidráulica, sanitaria, eléctrica, telefonía, y de aire lavado.
- .- Colocación de nuevos acabados.
- .- Restauración, construcción y rehabilitación de los mosaicos de murales.

#### EDIFICIO "B"

- .- Recimentación general del edificio.
- .- Reestructuración y rigidización general en su Planta Baja y cinco niveles más, que quedaron en pie, incluyendo la estructura metálica del sexto nivel.
- .- Construcción del sexto nivel de estructura metálica.
- .- Construcción de una torreta de estructura metálica en el ala norte, en donde en futuro se colocarán los murales.
- .- Colocación de aluminio, vidrio y cantera en las fachadas Ote. y Pte.

- .- Aplicación de impermeabilización en azotea del sexto nivel.
- .- Construcción de la red de drenaje exterior desde el edificio hasta el subcolector que cruza el Centro Nacional S.C.T. y hasta una de las salidas del drenaje del edificio "C".
- .- Construcción de las estaciones que alojan a la subestación No. 6 de la planta de emergencia de 750 KVA a los cuartos de máquinas ubicados en la escalinata poniente, así como las subestaciones cuatro y cinco que se alojan dentro de esta edificación.
- .- Servicios de las instalaciones hidráulica, sanitaria eléctrica, telefonía y de aire lavado.
- .- Colocación de nuevos acabados.
- .- Restauración, construcción y rehabilitación de los mosaicos de murales.
- .- Construcción de dos puentes peatonales que comunican al edificio "C".
- .- Construcción de dos rampas de acceso hacia el vestíbulo del edificio, ubicadas en parte oriente y poniente del edificio. Estas rampas alojan las subestaciones No. 6 y 7, así como el sistema hidroneumático y el departamento de intendencia.

- .- Construcción de dos terrazas, jardineras y escaleras de acceso al edificio.
- .- Restauración de la fachada Ote.
- .- Construcción de un friso de acero estructural de seis metros de altura, colocado perimetralmente en el edificio.

#### EDIFICIO "C"

- .- Recimentación del edificio.
- .- Reestructuración y rigidización total de la Planta Baja y del primer nivel.
- .- Colocación de aluminio, vidrio y cantera en las fachadas Ote. y Pte.
- .- Aplicación de impermeabilización en la azotea del primer nivel.
- .- Servicios de las instalaciones hidráulica, sanitaria, eléctrica, telefonía, y de aire lavado.
- .- Colocación de nuevos acabados.
- .- Rehabilitación de jardineras, cercados y estacionamientos.
- .- Restauración de los mosaicos artísticos (Murales).
- .- Construcción del Auditorio, ubicado en el ala poniente del edificio.
- .- Reconstrucción de la rampa ubicada en la parte norte del edificio, exactamente en su parte central.

**EDIFICIO "D"**

**.- Refuerzo en uno de sus marcos.**

## OBRAS EXTERIORES

- .- Rehabilitación de la explanada de ceremonias, plazole-  
tas Ote. y Pte., jardineras y áreas de estacionamien-  
to.
- .- Acondicionamiento y nivelación del área en donde se  
ubicaba el edificio "H", para la utilización de auto-  
móviles.
- .- Rehabilitación y construcción de guarniciones, banqueta-  
s y cercados perimetrales.
- .- Reubicación de casetas de vigilancia de acceso.
- .- Construcción de alumbrado para las dos plazoletas.
- .- Construcción de nuevas jardineras en el edificio "A".

Es importante mencionar que dichos trabajos se habrían de eje-  
cutar utilizando los materiales existentes de recuperación,  
tales como cantera y recintos. Asimismo, en lo que concierne  
a las instalaciones, se ha considerado el aprovechamiento al  
máximo de todas las existentes.

## GENERALIDADES DEL PROYECTO DE RECONSTRUCCION

1.- Recimentación.

2.- Reestructuración.

3.- Reparación.

4.- Refuerzo.

1.- La recimentación del proyecto consistió en las siguientes etapas:

- .- Aumento del número de pilotes de los ya existentes, con sistema de control.
- .- Reforzamiento de contratraveses, losa fondo y losa tapa.

2.- La reestructuración se caracterizó básicamente en la rigidización de la estructura existente, mediante muros de rigidez, desde la planta baja hasta el sexto nivel.

3.- La reparación de los elementos estructurales, que presentaban un elevado nivel de daño, se restauró por dos procedimientos:

- .- Sustitución de material total ó parcial en aquellos elementos marcados en proyecto.

- Por inyección en fisuras con productos químicos (resinas epóxicas) en elementos marcados en proyecto.

4.- El refuerzo específico en columnas, consistió en:

- Columnas que se ampliaron desde la base de la cimentación.
- Columnas que se ampliaron parcialmente a partir del tercer nivel. El refuerzo en trabes incluyendo tres tipos fue como sigue:
  - Ampliación de trabe en el nudo.
  - Adosamiento de una trabe nueva a la existente.
  - Envolvimiento de la trabe existente.



## PROYECTO ARQUITECTONICO

El proyecto arquitectónico de rehabilitación en los inmuebles de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes trató de seguir el esquema de austeridad que ha manejado el Gobierno Federal como política económica, ya que las oficinas no presentan acabados lujosos ni ostentosos, sino que están acondicionadas de manera directa con materiales tipo estándar.

Al proyecto se le trató de plasmar la misma fisonomía en todas las áreas, respetando solamente las necesidades de espacio para cada área, según las necesidades y jerarquía de las mismas.

Para las áreas de mayor jerarquía, se manejaron acabados de alfombra y lambrines de madera, así como en las salas de juntas con acabados en plafón de tiro: planchado. Si el espacio y las necesidades de iluminación lo requerían, se instalaba un plafón luminoso con vigas de madera para guardar una decoración uniforme.

Toda la cancelería es de aluminio con vidrios polarizados por su orientación (oriente-poniente) y reciben en gran medida los rayos solares. Asimismo, se equipó a estas áreas con cortinas de tela y persianas verticales para disminuir los efectos de los rayos del sol.

Las oficinas ejecutivas están equipadas con cancelas interiores de madera con cristal transparente, así como con cortinas para mantener su privacidad y al mismo tiempo no carecer de la luz natural.

Ya que la gran mayoría de estas oficinas están ubicadas en el perímetro de las áreas, también están alfombradas, pero a diferencia de las otras oficinas mencionadas no tienen lambrines de madera sino que el acabado en muros y plafón es de tirol planchado.

Las escaleras interiores tienen acabado de lambrín de mármol y pasamanos de madera con color natural.

Las escaleras exteriores tienen acabado de piedra de recinto natural, con pasamanos tubular color azul.

El vestíbulo presenta piso de mármol tipo "macheteado" y lambrín "Santo Tomás", con acabado en los muros de cantera y tirol planchado en plafón luminoso, con vigas de madera color natural para dar una decoración uniforme. Las puertas de acceso son de vidrio traslúcido, con pasamanos.

El resto de las áreas están provistas de loseta vinílica en el piso con tirol planchado en muros y plafón. Estas áreas presentan divisiones parciales o totales hechas de tablaroca y con un acabado de tirol planchado.

Para las divisiones de las áreas, se tienen cancelos y puertas de aluminio y vidrio traslúcido y las puertas de oficinas son de madera, contándose además a la entrada de cada área con una ventanilla para recepción de documentos, así como con una sala de estar con recepción para los visitantes que anuncien su llegada o el nombre de la persona que deseen visitar, o sencillamente para solicitar información.

En todas las áreas de los pasillos de circulación, comunes a todas las áreas, se ha colocado en el piso mármol tipo "mache-teado", distinguiéndose así de las oficinas de cada área.

Los baños de todas las áreas son uniformes, con piso y muros de lambrín de mármol y muebles color blanco, y algunos de ellos tienen regadera si así lo ameritan.

La iluminación es a base de lámparas de 75 x 75 cm, en su mayoría, con cuatro tubos fluorescentes repartidos según proyecto.

En todos los pasillos se instaló zoclo de madera, mezcla y pintura, así como en el interior de las oficinas.

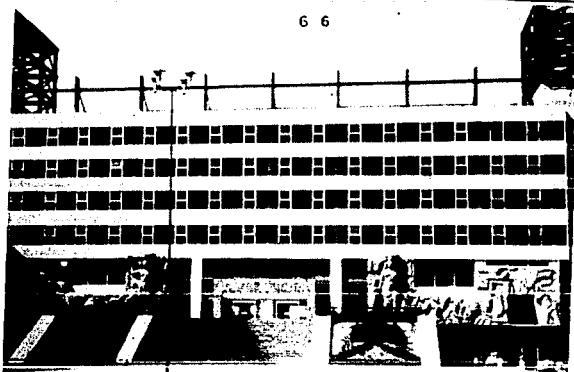


fig. 15.- Vista frontal oriente del edificio "D".

En donde se observa la plazoleta, las esculturas de cantera, los frisos y torretas estructurales, así como los jardines en la rampa y la fachada constituida con seis niveles.

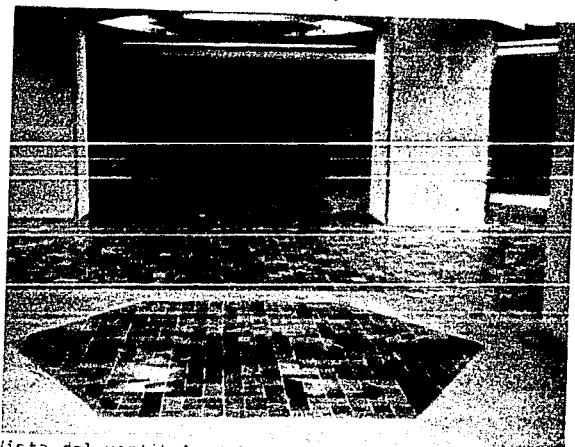
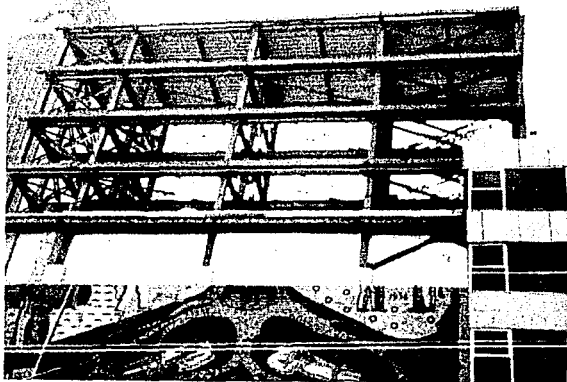
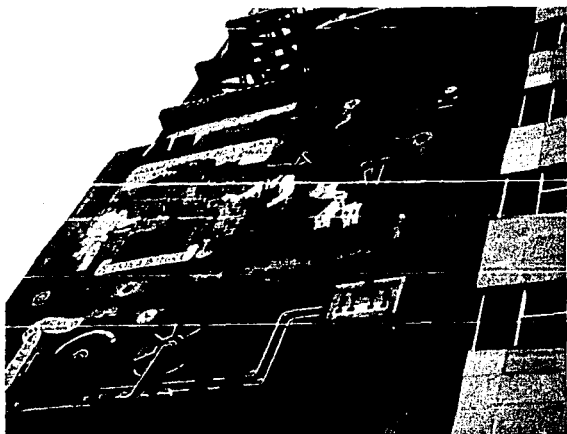


fig.- 14 Vista del vestibulo del edificio "B", donde se muestran los acabados de plafón, recubrimiento en cantera en muros, y piso de adoquín.



CONSTRUCCION DE TORRETAS DE ESTRUCTURA METALICA PARA  
DAR LA ALTURA CORRESPONDIENTE A LOS MURALES QUE SE  
CONSTRUIRAN Y SE COLOCARAN COMO ORIGINALMENTE EXISTIAN.



## TABULAR N° 1

## CENTRO NACIONAL S. C. T.

CUERPO	AREA NUEVA APROVECHABLE.	DEPENDENCIAS QUE LO OCUPAN
"A"	11,700 M2.	INSTITUTO DE CAPACITACION  D. G. DE CARRETERAS ALIMENTADORAS  D. G. DE CONSERVACION DE OBRAS PUBS.  D. G. DE CARRETERAS FEDERALES.  D.G. DE OBRAS MARITIMAS.  D. G. DE AEROPUERTOS.  D.G. DE VIAS FERREAS.
"B"	11,400 M2.	SERVICIOS GENERALES.  AUTOTRANSPORTE FEDERAL.  D.G. DE OPERACION Y DESARROLLO PORT.  D. G. DE MARINA MERCANTE.  D. G. DE FERROCARRILES.  D. G. DE AERONAUTICA CIVIL.

## T A B U L A R N° 1

"C"	13,200 M2.	SR. SECRETARIO. SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA. SUBSECRETARIA DE OPERACION. SUBSECRETARIA DE COMUNICACIONES Y DESARROLLO TECNOLOGICO. OFICIALIA MAYOR. CONTRALORIA INTERNA. DIRECCION GENERAL DE PLANEACION. DIRECCION GENERAL DE ASUNTOS JURID. DIRECCION GENERAL DE COMUNICACION SOCIAL. COORDINACION DE PLANEACION DE CONTROL SECTORIAL.
"D"	3,800 M2.	DIRECCION GENERAL DE RECURSOS HUMANOS.
TOTALES	40,100 M2.	

HA GA

FA EA

DA CA

BA

AA 1b

2b

3b

100

180

470

270

306

125

476

350

300

100

700

700

200

FRISO

300

400

500

600

700

800

900

1000

1100

1200

1300

1400

1500

1600

1700

1800

1900

2000

TORRETA

CTO. DE AIRE LAVADO

VESTIBULO DE ELEVADORES

RECEPCION

AREA SECRETARIA

SANTARON N.

SANTARON N.

CTO. DE AIRE LAVADO

VESTIBULO DE ELEVADORES

RECEPCION

AREA SECRETARIA

SANTARON N.

SANTARON N.

CTO. DE AIRE LAVADO

VESTIBULO DE ELEVADORES

RECEPCION

AREA SECRETARIA

SANTARON N.

SANTARON N.

CTO. DE AIRE LAVADO

VESTIBULO DE ELEVADORES

RECEPCION

AREA SECRETARIA

SANTARON N.

SANTARON N.

CTO. DE AIRE LAVADO

VESTIBULO DE ELEVADORES

RECEPCION

AREA SECRETARIA

SANTARON N.

SANTARON N.

CTO. DE AIRE LAVADO

VESTIBULO DE ELEVADORES

RECEPCION

AREA SECRETARIA

SANTARON N.

SANTARON N.

COCINA

VESTIBULO DE ELEVADORES

CIRCULACION

SUB-ESTACION ELECTRICA

EDIFICIO "A B"







10b

11b

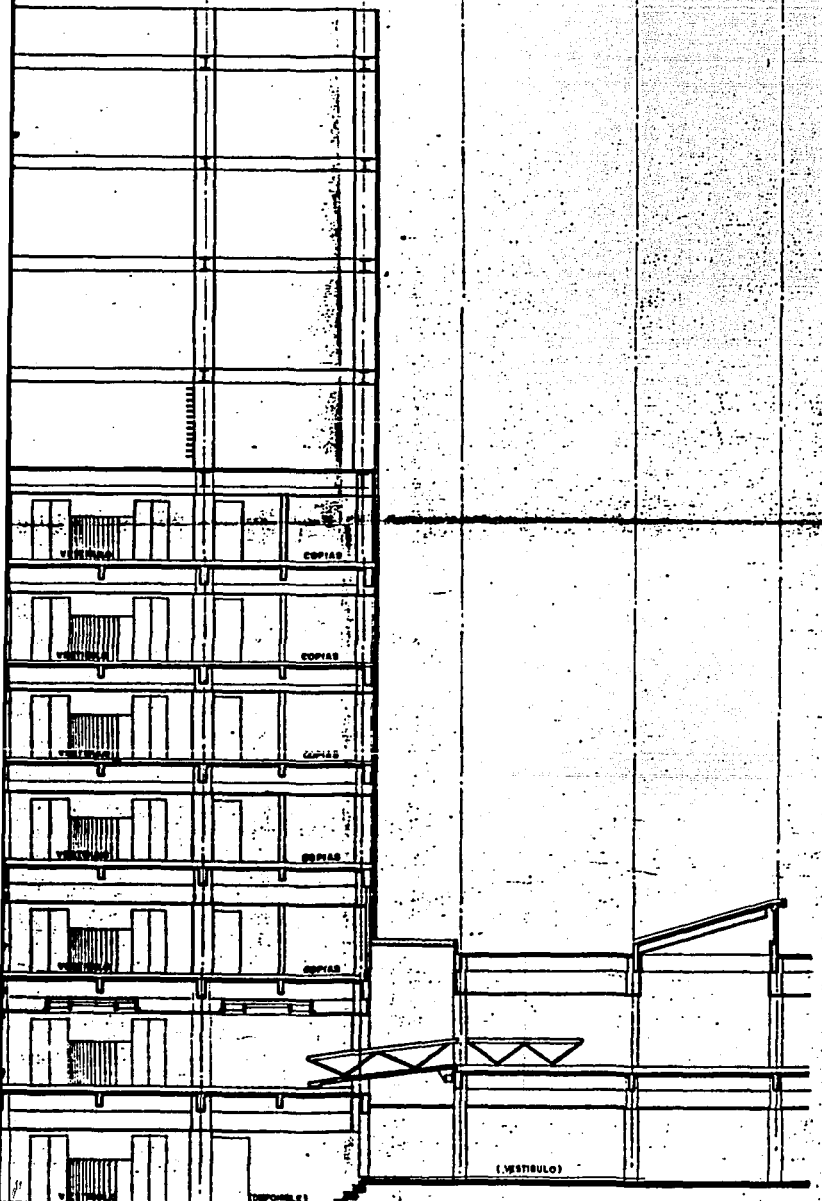
Cc

Dc

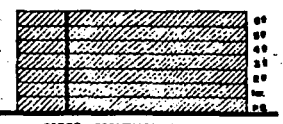
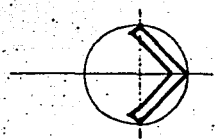
Ec

7 0

700 800 300 900 800



EDIFICIO "C"



CORTE ESQUEMATICO



PLANTA DE LOCALIZACION

No. EJECUCIONES DE PLANOS	CALCULO	DESEÑADORES Y ESTAD	FECHA

**3C1**  
 SUBSECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA  
 DIRECCION GENERAL DE AEROPUERTOS  
 DIRECCION DE EDIFICACION URBANA

PROYECTO	UBICACION
RECONSTRUCCION CENTRO SCOP	MEXICO, D. F.

PLANO	ALICATA	FECHA	PROYECTO	UBICACION
CORTE LONGITUDINAL	PGA-06		RECONSTRUCCION CENTRO SCOP	MEXICO, D. F.

## CAPITULO VI

## PROCEDIMIENTO DE RECONSTRUCCION

## I.- TRABAJOS PRELIMINARES

## 1.1.- Trazo y Nivelación

Tomando como referencia directa el Nivel de Banco Profundo (N.B.P.), fue necesario hacer el levantamiento topográfico de toda la área que ocupa la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para poder hacer el trazo y nivelación de los nuevos inmuebles y de las instalaciones sanitarias.

## 1.2.- Limpieza

Los trabajos de limpieza del terreno se llevaron a cabo manualmente (pala y pico) y mediante equipo mecánico (cargadores frontales y camiones de volteo), habiendo consistido en el retiro de los materiales residuales.

Estos trabajos de limpieza se desarrollaron en tres etapas: La primera, caracterizada por el retiro de los escombros de los cinco niveles que se colapsaron, así como el retiro de escombros producto de la demolición del edificio "H". La segunda etapa comprendió el retiro de las demoliciones parciales y/o totales

de los elementos estructurales a rehabilitar en el proceso constructivo, y la tercera etapa se efectuó con la limpieza general de los inmuebles, plazoletas y estacionamientos.

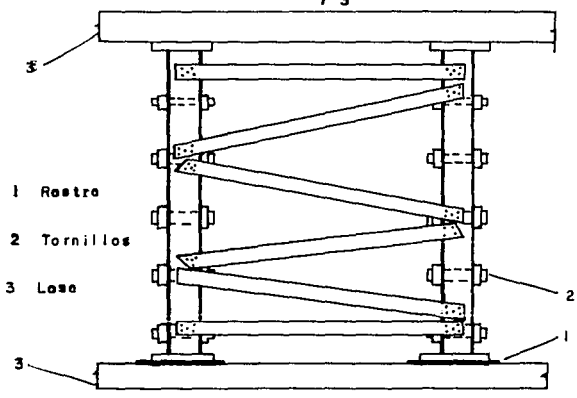
### 1.3.- Demoliciones

Los trabajos de demolición parcial y total se realizaron mediante procedimientos tradicionales, con herramientas manuales (cincel y marro), y en casos particulares con herramientas neumáticas, dadas las características del área de trabajo.

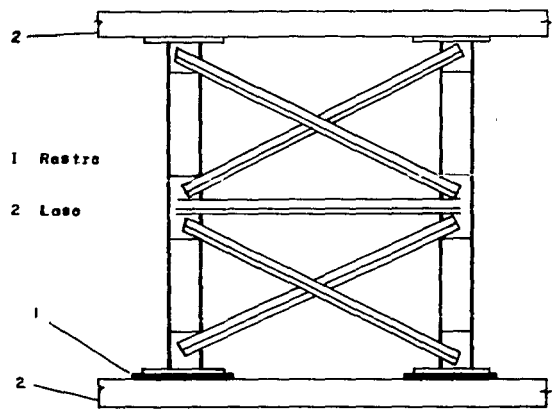
Es importante destacar que en los trabajos con los elementos a rehabilitar, se hizo necesario el apuntalamiento temporal en las áreas de trabajo para evitar daño en las estructuras. Este daño es común y es conocido como segundo sismo.

### 1.4.- Rehabilitación Temporal

Como medida de seguridad en los trabajos de restauración, refuerzo y reparación de los elementos estructurales, se requirió la rehabilitación temporal de las plantas inferior y superior en las áreas de trabajo, con lo cual se garantizó la estabilidad de los inmuebles. La rehabilitación temporal consistió en el apun



APUNTALAMIENTO DE MADERA



APUNTALAMIENTO METALICO

fig: 17 Sistema de rehabilitacion temporal



FIG.- I8 . TRABAJOS DE EXCAVACION, EN LOS SERVICIOS  
SANITARIO E HIDRAULICO.

talamiento vertical y horizontal, lo que se logró mediante marcos contraventeados construidos de estructuras de acero o de madera. (Fig. 17)

#### 1.5.- Excavación

Las excavaciones llevadas a cabo en las nuevas edificaciones se realizaron con material tipo "A" (material blando) a una profundidad no mayor de dos metros, utilizando para ello maquinaria retroexcavadora con afine manual. En los trabajos de instalación sanitaria se realizaron las excavaciones manualmente con pico y pala.

#### 1.6.- Cimbra

Se llaman "Formas" o "Cimbras" a las obras falsas, generalmente de madera, que sirven para dar al concreto la estructuración que el diseño requiere y para mantenerlas como sostén mientras la estructura adquiere su propia resistencia.

En forma general, los requisitos que deben reunir las cimbras pueden resumirse en:

- a).- Asegurar el largo de las dimensiones de la estructura dentro de las tolerancias preestablecidas.
- b).- Garantizar resistencia y rigidez adecuada.



- c).- Garantizar la seguridad de los trabajadores y de la estructura misma.
- d).- Permitir usos repetidos.
- e).- Lograr el costo mínimo compatible con la seguridad y calidad (economía).

Fue necesaria la utilización de cimbras de madera y/o de metal que conformaron y soportaron los elementos de concreto con armado durante el tiempo que adquirió la estructura la resistencia mínima requerida, para soportar las fuerzas o cargas que sobre las mismas actuaron (su propio peso).

A continuación menciono las características geométricas de cimbras para diversos tipos de elementos:

- Zapatas
- Contratraveses
- Muros
- Columnas
- Vigas
- Losas

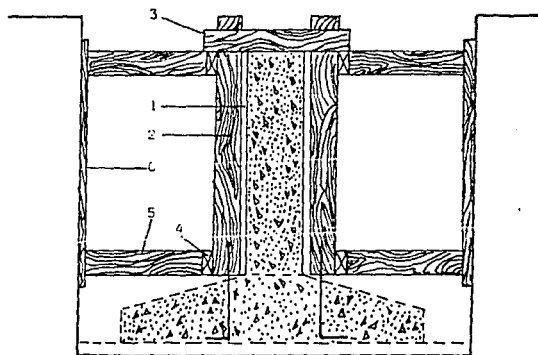
En lo que respecta a la obra falsa, ésta fue metálica mayormente y consistió en andamios tubulares constituidos por marcos rígidos que se pudieron empalmar para conseguir la altura deseada, unidos con contraven-

teos ajustables para afinar o ajustar la altura deseada en la base de los elementos verticales que conformaron el marco. Este equipo cuenta con un mecanismo roscado y para el reparto de las cargas a las losas inferior o firme del terreno tiene pequeñas placas en la base de cada pie del marco.

Para los casos en que se utilizó polines de madera, la altura se ajustó con cuñas rastras y partes de polín unidas con cachetes, que proporcionan rigidez al pie derecho. En la parte superior de los pies derechos se colocaron madrinas o polines fijados con cachetes y contraventeos, los cuales reciben el molde del elemento por colar.

El apuntalamiento se llevó a cabo empleando polines o pedazos de madera, apoyados en los firmes, losas, muros, trabes, y fijados con tablestacas, cuñas, etc., según los requerimientos de cada elemento, a fin de evitar su deslizamiento y la deformación y pandeo de los moldes.

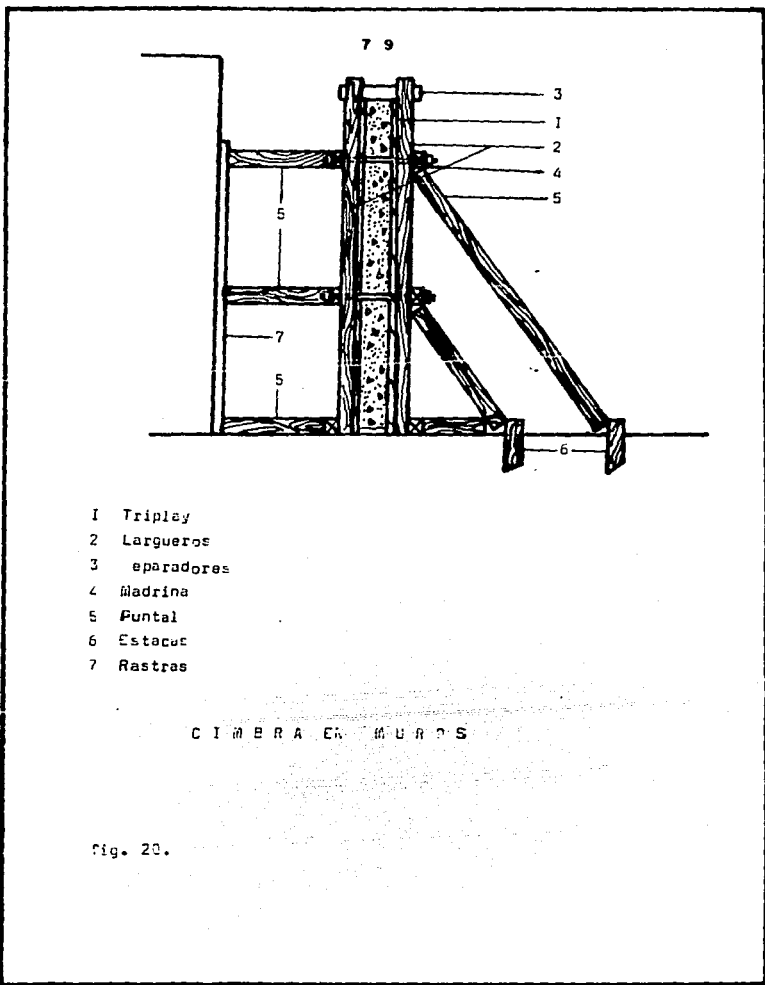
Los andamios y/o rampas para subir a los pisos superiores se construyeron con un ancho mínimo de un metro, conformados por vigas y/o tablones, travesaños y pasamanos.

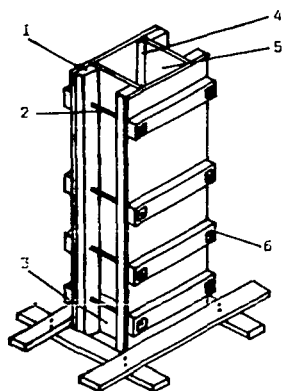


- 1 Cimbra de contacto de duela o triplay
- 2 Largueros
- 3 Separadores
- 4 Madrinas
- 5 Puntales
- 6 Rastras

CIMBRA PARA ZAPATAS Y CONTRATABES  
DE CIMENTACION

fig. 19.





- 1 Larguero
- 2 Tensores
- 3 Fuerte de limpieza
- 4 Chafalón
- 5 Tripley
- 6 Travesaño

- 1 Cimbra de contacto (duela o triplay)
- 2 Yugos
- 3 Puntales
- 4 Plomos
- 5 Estacas

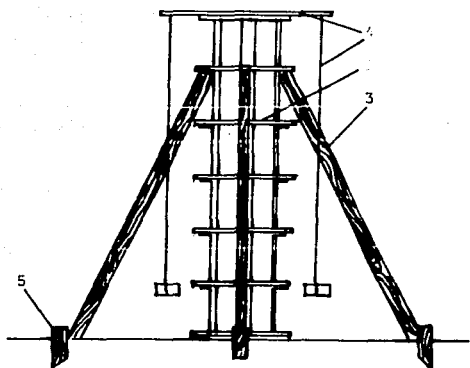
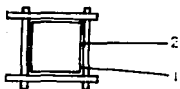
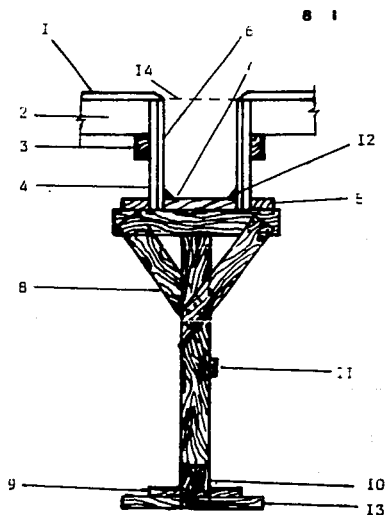
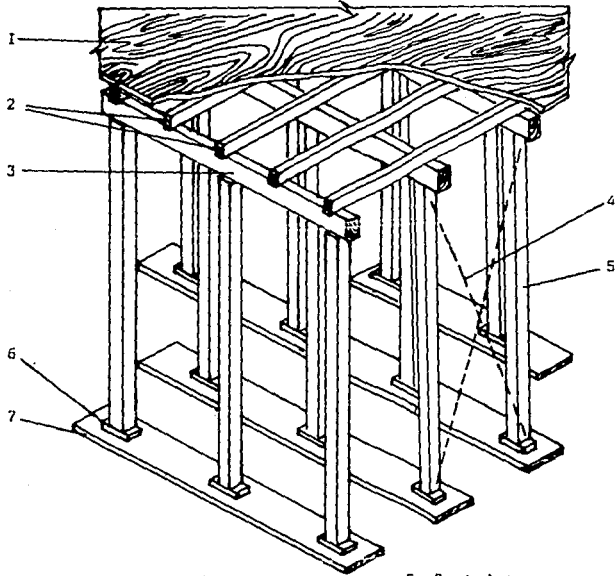


fig. 22. CIMBRA EN COLUMNAS



- |    |                                |    |                     |
|----|--------------------------------|----|---------------------|
| 1  | Cimbra de contacto de losa     | 12 | Bi-el               |
| 2  | Larguero                       | 13 | Mostra              |
| 3  | Adrión                         | 14 | Tenedor de alambres |
| 4  | Calza                          |    |                     |
| 5  | Larguero                       |    |                     |
| 6  | Costado de triplay             |    |                     |
| 7  | Fondo de la trabe de una piera |    |                     |
| 8  | Puntal en "T"                  |    |                     |
| 9  | Cuñas                          |    |                     |
| 10 | Cachetes                       |    |                     |
| 11 | Contraviento                   |    |                     |

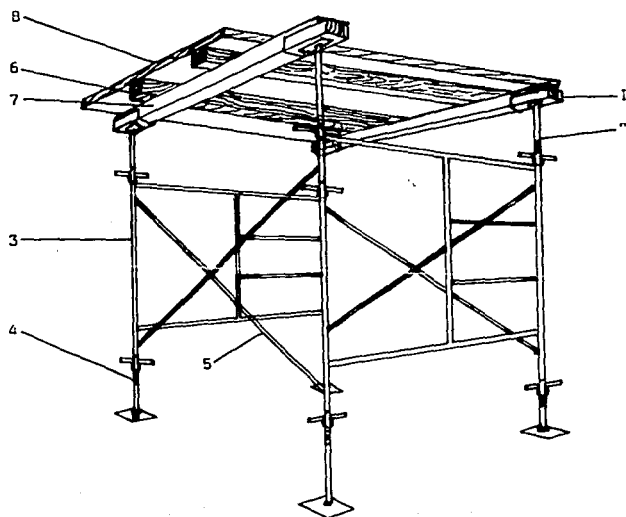
Fig. 23. CIMBRA DE TRAVES



- 1 Superficie de contacto
- 2 Largueros
- 3 Madrinás
- 4 Contravientos

- 5 Puntales
- 6 Cuñas
- 7 Rastre

fig.24. CIMERA TÍPICA PARA LOSAS



- |                    |                                      |
|--------------------|--------------------------------------|
| 1 Cabezal de apoyo | 5 Tijeras de contraventeo            |
| 2 Tornillo         | 6 Polin cargador de madera           |
| 3 Postes gemelos   | 7 Largura madrina metálica principal |
| 4 Tornillo         | 8 Cimbra de contacto                 |

fig.25. CIMBRA METÁLICA INTEGRAL



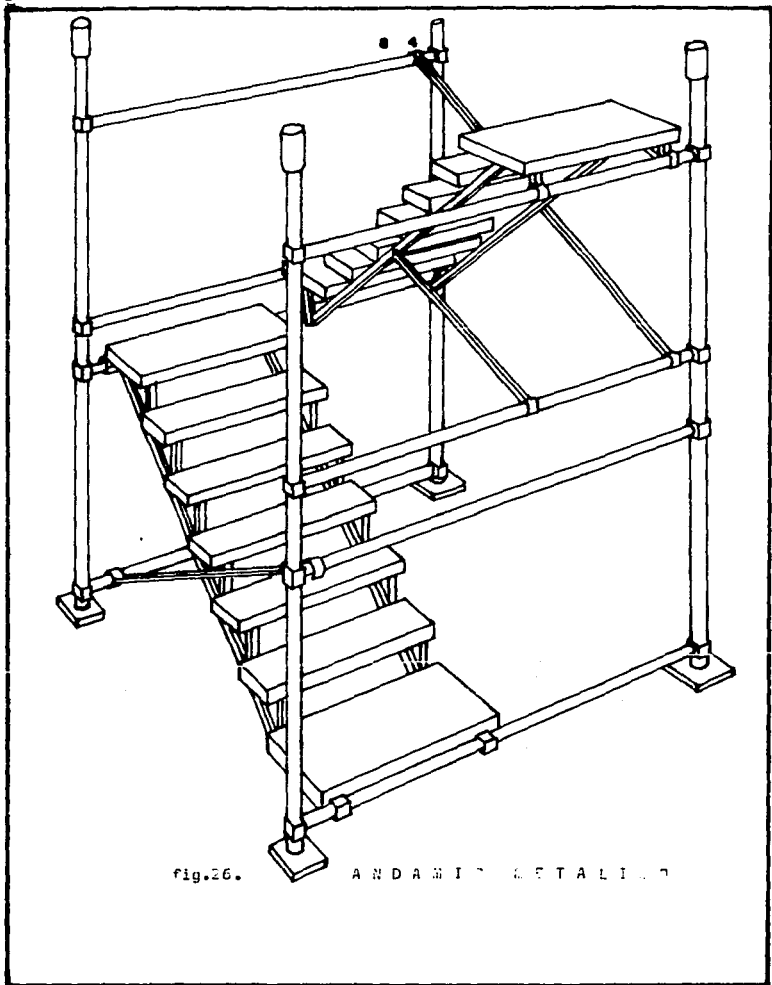


fig.26.

ANDAMIN METALIN

1.7.- Materia Prima para Reparar, Reforzar y Reestructurar  
Concreto

Uno de los principales productos utilizados en la construcción es el concreto hidráulico, considerado como el principal elemento en estructuras de alto grado de riesgo.

El concreto hidráulico está constituido por arena, grava o roca triturada que, unidos íntimamente por medio de un aglutinante consistente en cemento Portland y agua y dosificados en función de sus características tanto físicas como químicas e íntimamente mezclados, se obtiene una masa plástica que puede ser moldeada a un determinado tamaño y forma. Conforme el cemento se hidrata, va adquiriendo resistencia y se transforma en una roca artificial que adquiere resistencia a compresión y flexión para lo que fue diseñada la mezcla.

Para el concreto, las características de comportamiento son la trabajabilidad para el colado y la resistencia y durabilidad para el colado, así como la resistencia y durabilidad en el uso.

### Revenimiento

La trabajabilidad de una mezcla es conocida como "Revenimiento", que es una prueba de campo que nos permite conocer su trabajabilidad. Esta prueba se hace durante el proceso de la descarga de la mezcladora o en el proceso de elaboración de la misma si es hecha en obra.

El revenimiento utilizado en obra fue de 8 a 12 con una tolerancia de -2, y tomada en diferentes intervalos de tiempo en una sola masa de mezcla.

### Diseño Estructural

En la reconstrucción de los inmuebles que conforman la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, fue diseñado el concreto de  $300 \text{ kg/cm}^2$  en la construcción de los pilotes adicionales instalados en los inmuebles mencionados, y de  $250 \text{ kg/cm}^2$  en el reforzamiento de la cimentación, la cual está conformada por losa de fondo, losa tapa y contratrabes. Asimismo, fue utilizada la misma resistencia de  $250 \text{ kg/cm}^2$  en la construcción y reconstrucción de la superestructura, constituida de columnas, trabes losas y muros de rigidez.

### Pruebas de Resistencia

Los cilindros de 15 x 30 cm fueron hechos en moldes metá-

licos, tomadas las muestras aleatoriamente en el proceso de elaboración de la mezcla en obra. En el caso del concreto premezclado, el muestreo se realizó con el proceso de descarga de la mezcladora.

Debido a los estabilizadores de volumen en la mezcla de  $250 \text{ kg/cm}^2$ , los cilindros se dejaron en el campo 40 horas para obtener el fraguado adecuado del concreto. Después, fueron llevados a los laboratorios de prueba de la Dirección General de Servicios Técnicos (D.G.S.T.) y a los laboratorios particulares de cada empresa constructora. Estos cilindros pasaron la prueba de fluencia y contracción.

La resistencia a la compresión de los cilindros se llevó a cabo usando compuestos de alta resistencia para el cabeceo.

#### Curado

Para mantener la humedad del concreto e impedir que el medioambiente absorba parte del agua con que se proyectó la mezcla, siendo necesario a la vez para las reacciones químicas, se hizo lo que se llama "curado", consistente en riegos periódicos de agua y/o mediante el recubrimiento de productos químicos (curacreto), con lo cual se evitará la pérdida de humedad del concreto.

### Colocación del Concreto

La colocación del concreto en la cimentación, como en los elementos de la superestructura, se realizó mediante la previa preparación de limpieza y picado y la correcta colocación de la cimbra. Antes del colado en los elementos a rehabilitar, fue necesario rociarlos con una lechada de cemento-agua ó con productos químicos, para evitar juntas frías que se podrían producir por la unión de concreto nuevo y concreto viejo.

### Transportación

En forma general, la transportación del concreto al lugar del colado se realizó mediante mezcladoras montadas sobre un camión con o sin equipo de bombeo, vagonetas y carretillas.



PRESTACIONE. Y SERVICIOS S.A. DE C.V.  
AV COPILCO No 371 04380 MEXICO D.F. TEL. 658-03-39

**INDICADOR DE RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO.**

NORMA D.S.R.E.-83-1977

OBRA. CENTRO S.C.O.P.  
 UBICACION. EJE CENTRAL Y XOLA  
 CONSTRUCTOR O PROPIETARIO. DEMOSA  
 DIRECCION. \_\_\_\_\_

REPORTE No. 80  
 FECHA DE MUESTREO. 21 - X - 1988  
 OBSERVACIONES. CILINDROS ENSAYADOS A COMPRESION SIMPLE A 28 DIAS.

Resisten- -cia.	Tipo	AGR. MAX.	REV.	CIA. Premezcla -dora.	Hora	Olla	REMISION	REV. CBI. cm.	No MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESION kg/cm <sup>2</sup>					ELEMENTOS COLADOS																
										ESPECIFICADA					CONCEPTO	EDIF.	NIVEL	EJES													
										CIL 1	CIL 2	CIL 3	CIL 4	CIL 5																	
200	R	20	18	CARCA	9:20	TR	104	161820	16	DP - 185	295	285	-	-	-	UNICO	7°	AyA*7'U													
							9:55	067	161824	15								S/M											AyA*8'9		
							12:20	071	161837	17.5								DP - 186												AyA*8'9	
							14:03	129	161848	19								S/M	372	360										CyA*7'9	
							14:35	088	161852	19								DP - 187													CyB*8'9 D'yc*7'2
							15:39	114	161858	17								S/M	301	298											CyB*9'10
							16:15	097	161862	16								DP - 188	293	291											CyA*10'7
							17:40	067	161871	17								DP - 189	264	270											D'yc*1'7 D'yc*2'10 9'D'yc

*Recibido  
29 Nov 1988  
DEMOSA*

*RECIBI  
29 NOV 1988  
DEMOSA  
DEL CSA*

VOLUMEN COLADO \_\_\_\_\_

*[Signature]*  
FORMULO

*[Signature]*  
REVISO

LA RESISTENCIA OBTENIDA A ESTA EDAD

COMENTARIOS: \_\_\_\_\_

CONPLE CON ESPECIFICACIONES. \_\_\_\_\_

### Consolidación

El empleo de vibradores es común para consolidar a fondo y asegurarse que no haya huecos, especialmente en áreas congestionadas. En nuestro caso, fue empleado el vibrador interno, que es el método más efectivo, ya que fue útil para asegurar la compactación alrededor del acero ahogado, los anclajes, etc. En elementos delgados, como son los muros de rigidez, fue utilizado el vibrador exterior e interior como ayuda definitiva en la colocación y consolidación, que produjo superficies aparentes excelentes para la cara que se vibró.

### Acero

El acero como materia prima básica en la construcción, formado por fierro y carbono esencialmente y otros elementos secundarios, todos convenientemente combinados para proporcionar la resistencia requerida, fue utilizado principalmente en función de:

- a).- Acero de refuerzo.
- b).- Acero estructural.

a).- Acero de refuerzo.- En forma de varilla de diámetro de 1/4" a 1-1/2", alambre recocido y parrillas soldadas. Combinados estos elementos con el concreto, resultó el concreto reforzado en sus variados usos y formas.

Todas las varillas, con excepción del alambón de 1/4", tienen corrugaciones en la superficie, lo cual mejoró su adherencia al concreto.

El límite de fluencia del acero de refuerzo quedó comprendido entre los  $2300 \text{ kg/cm}^2$  hasta los  $4200 \text{ kg/cm}^2$ .

b).- Acero estructural.- Los principales materiales empleados en la conformación de los elementos estructurales, han sido:

- Secciones compuestas "I".
- Angulos.
- Placas.
- Secciones laminares (lámina roma).
- Conectores.

El límite de fluencia del acero estructural quedó comprendido entre  $4000 \text{ kg/cm}^2$  hasta los  $6000 \text{ kg/cm}^2$ .



### Transporte

La transportación del acero al lugar de su colocación se hizo manualmente mediante plumas, malacate y grúa torre (móvil).

### Conexiones

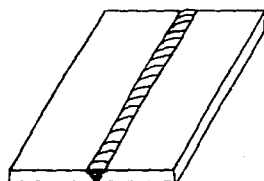
Las conexiones en el acero estructural y en el acero de refuerzo fueron mediante dos sistemas:

a).- Soldadura

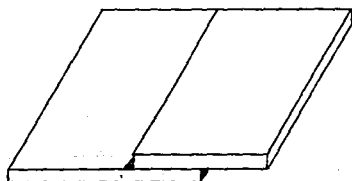
b).- Tornillos

a).- La utilización de soldadura por fusión de arco en la unión de los trabajos de acero, tales como varillas mayores del No. 8, secciones compuestas "I", placas, ángulos, etc., con límite de fluencia igual o mayor al elemento base. Entre las conexiones soldadas más usadas fueron a tope, de traslape, en "T", de borde y de esquina; asimismo, cuatro tipos básicos de soldadura: de preparación, de filete, de tapón y de ranura. (Fig. 27)

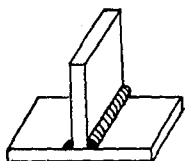
b).- La utilización de los tornillos en la unión de la estructura metálica con el concreto reforzado, constituido por un vástago roscado y una tuerca hexagonal de 3/4" y la utilización de rondanas, que permitieron una mejor distribución de los refuerzos transmitidos al vástago y al elemento que los soporta.



A tope



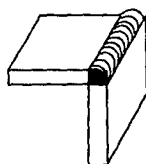
de traslape



en "T"

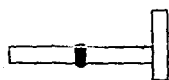


de borde

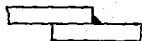


de esquina

(a)



de preparación



de filete



de tapón



de ranura

(b)

Conexiones soldadas: (a) tipos de juntas, (b) tipos de soldaduras  
fig. 27.

## II.- PROCESO CONSTRUCTIVO

Los trabajos de reestructuración y remodelación de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes se desarrollaron mediante la dirección y coordinación de la Dirección General de Servicios Técnicos (D.G.S.T.) de la propia Secretaría, en la que a su vez participaron empresas proyectistas, estructuristas, constructoras y usuarios, así como el Instituto Nacional de Bellas Artes (I.N.B.A.), el que estuvo a cargo de la rehabilitación, reestructuración y construcción de las obras artísticas.

## Generalidades de Reconstrucción

Los trabajos de la reconstrucción han requerido la preparación de la superficie del concreto para recibir la reposición del nuevo concreto, requiriéndose para ello:

- a).- Preparación de la superficie con textura rugosa y poro abierto.
- b).- Superficie limpia de polvo, grasa y materiales, así como el concreto nuevo perfectamente saturado.
- c).- Superficie saturada y superficialmente seca para recibir el concreto nuevo.

En todos los casos, fueron utilizados aditivos, retardantes, fluidizantes, aceleradores, membranas de liga para concreto viejo con nuevo, lechadas, expansivos y resinas epóxicas.

#### 2.1.- Recimentación

El trabajo de recimentación en los edificios "A", "AB" y "B", se llevó a cabo mediante el aumento del número de pilotes de los ya existentes y el refuerzo de los elementos estructurales de la cimentación. Este trabajo garantizó la resistencia necesaria para soportar las cargas de la rigidización de la superestructura y la carga de la estructura metálica, así como el control de los asentamientos que presentaron los inmuebles.

Incluyó asimismo la descripción de los trabajos de recimentación (fabricación e hincado de los pilotes).

La fabricación e hincado de los pilotes se llevó a cabo tanto en el interior de los edificios como en la ampliación de la cimentación de los mismos, existiendo dos tipos de pilotes:

Interior: En la recimentación de los edificios se hincaron 86 pilotes tipo mega de sección circular, de 40 cm de diámetro y 28 mts de longitud, inte-

grados con conexión es de 90 cm de largo con una perforación central de 12 cm de diámetro, para la verticalidad de los mismos.

Antes del hincado, se hizo una perforación de sección menor que la de éstos, prácticamente a toda la profundidad por hincar, con lo cual se evitó el bufamiento producido por el desplazamiento del agua.

La conexión de los elementos durante el hincado es un castillo tubular que se introduce en la parte superior del ducto del tramo ya hincado, sobre cuyo contacto se tiene una capa de mortero y asfalto en torno al casquillo para efectos de impermeabilización.

Como la colocación de los pilotes se hizo por debajo del sótano del edificio, hubo que adaptar una perforadora a la altura del techo y utilizar herramientas, un gato hidráulico operado por una horst de émbolo especialmente diseñada para estos trabajos. El mismo edificio sirvió de lastre para aplicar la presión, tomando base en las contratabes.

El hincado se efectuó aplicando cargas a las dovelas, según se iban colocando una sobre otra durante el hincado, mediante un gato hidráulico operado por una bomba horst de émbolo especialmente diseñada para trabajos pesados, puesto que ha habido que aplicar cargas considerables en forma intermitente y rápida.

Para que el pilote no se pegue, el gasto de la bomba de inyección es tal que permite lograr un hincado a una velocidad de un metro por minuto.

**Exterior:** En la recimentación se hincaron 86 pilotes tipo P-I de sección cuadrada de 40 x 40 cm, con una longitud de 20 mts, constituida en dos tramos de 14 mts aproximadamente. Antes del hincado, se hizo una perforación de menor sección que la de éstos y que facilitó estas operaciones, ya que los pilotes se introducían en ella.

El equipo de lastrado que se utilizó en este trabajo fue en carros móviles, gatos hidráulicos con sus bombas, dos grúas y perforadoras rotatorias.

En forma general, los pilotes (Mega y P-I) se hincaron a 28 mts aproximadamente del nivel de losa de fondo, a una presión aprox. de 100 ton. Al terminar el hincado, se aplicó una carga de 150 ton. para que el pilote penetrara en el manto duro, siendo la capacidad de carga de 100 ton. la prevista. (Ver croquis de localización Fig.29)

99

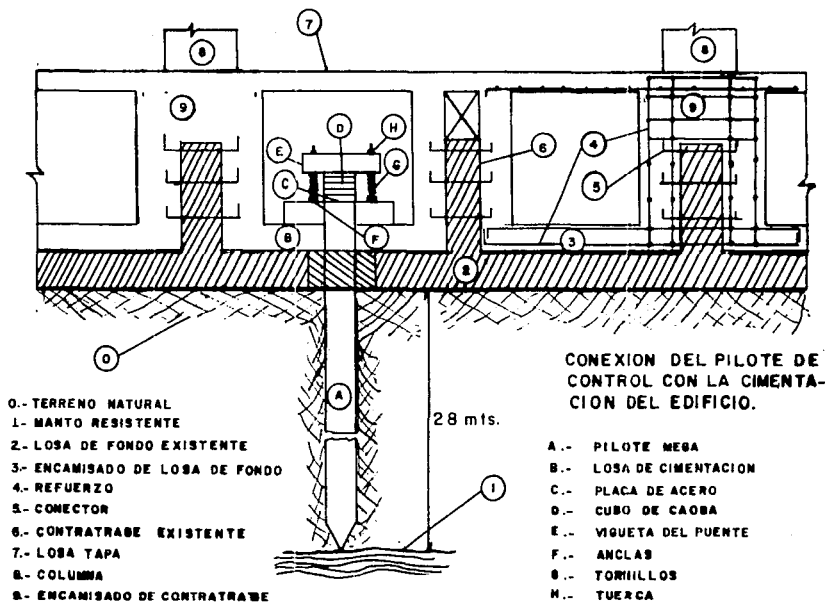


FIGURA.- 28.



# REESTRUCTURACION Y REMODELACION CENTRO NACIONAL DE LA S.C.T.

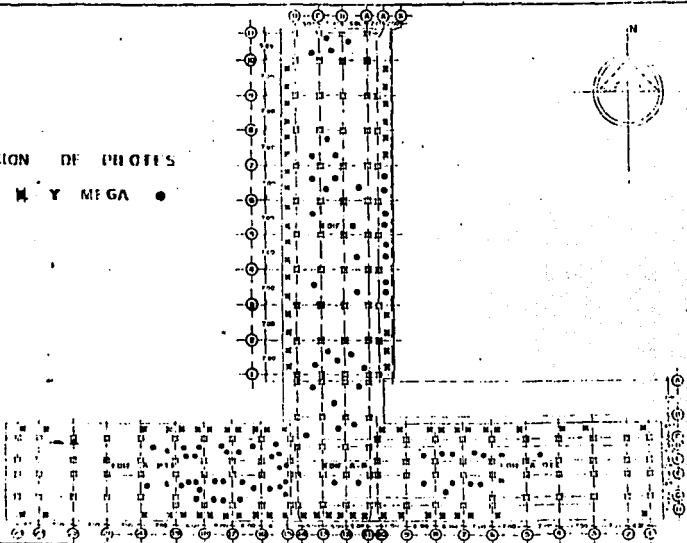


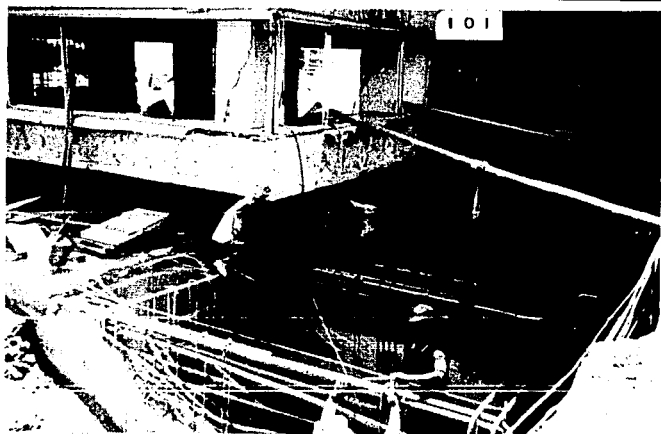
LOCALIZACION DE PUNTES

SO. P. E. M. Y MEGA

100

FIG. 29





TRABAJOS DE REFUERZO EN EL CAJON DE CIMENTACION



TRABAJOS DE DEMOLICION EN EL PASO DEL ACERO DE REFUERZO  
EN EL CAJON DE CIMENTACION

**"Reforzamiento de Contratraves de Recimentación"**

El reforzamiento de contratraves consistió en la ampliación de las mismas en ambos sentidos, de 30 cm lateralmente y una altura promedio de 2.8 mts.

**"Proceso Constructivo de Losa de Cimentación"**

El reforzamiento de la losa de fondo consistió en la ampliación de su peralte de 30 cm a 60 cm, debiéndose construir encima de la losa existente y anclada en las nuevas contratraves, dejando preparaciones para los pilotes existentes y para los nuevos pilotes marcados en proyecto.

Se hizo necesaria la demolición y construcción de la losa tapa debido a los trabajos de recimentación. La losa tapa se construyó cuidando la liqa con las contratraves ya reforzadas, dejando las preparaciones de los registros para el mantenimiento de los pilotes.

## 2.2.- Proceso Constructivo en Superestructura

Después de haber hecho el análisis detallado de los elementos dañados en los edificios, se tomó la decisión de rehabilitación de los inmuebles, en los cuales se realizaron las siguientes etapas:

a).- Reestructuración ó Rigidización.

b).- Refuerzo.

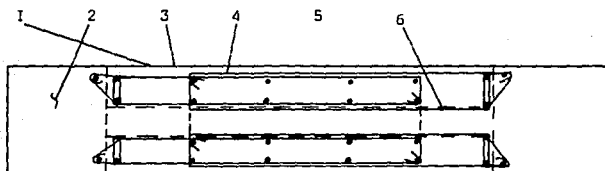
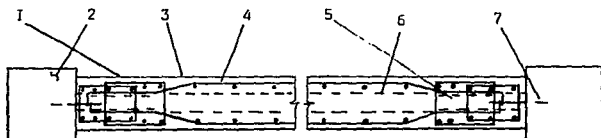
c).- Reparación ó Restauración

a).- Reestructuración ó Rigidización.- Con este método se aumentó notablemente la capacidad original de las estructuras, ya que se hicieron nuevos elementos estructurales que mantienen firme y aumentan la resistencia y rigidez del inmueble.

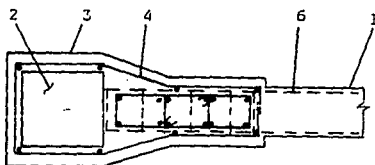
Los nuevos elementos estructurales son:

- Muros de rigidez.
- Marcos de acero contraventeados.

La inclusión de muros de rigidez de concreto reforzado en los marcos principales, desplantados desde la cimentación, están constituidos en dos etapas: la primera con dimensiones va-



## MUROS DE RIGIDEZ



## REFUERZO EN NUDO

- |                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| 1 Muro de rigidez   | 4 Refuerzo nuevo       |
| 2 Columna existente | 5 Estribos adicionales |
| 3 Concreto nuevo    | 6 Trabe existente      |
|                     | 7 Conector metálico    |

fig.30 Reestructuración con muros de rigidez.

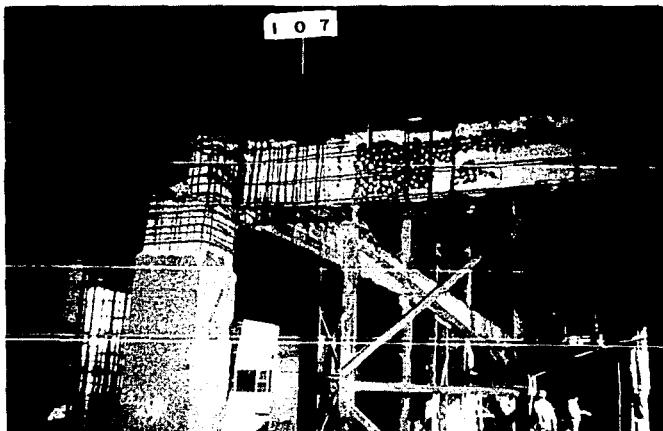
riables y acero de refuerzo del No. 3; la segunda etapa, de dimensiones de 70 x 90 x 40 cm y acero de refuerzo del No. 3 al No. 10, anclado en los conectores metálicos mediante la barrenación en la columna y el sellado del mismo mediante productos químicos (resinas epóxicas).

- b).- Refuerzo.- Mediante este procedimiento se incrementó la capacidad de resistencia, ductilidad y rigidez estructural original, con añadidura de su sección transversal con refuerzo longitudinal y transversal.

El encamisado con concreto reforzado en:

- Trabes.
  - Columnas
  - Muros confinados.
- El encamisado de concreto reforzado en trabes excéntricas fue el aumento de su sección de 17 cm transversalmente de la sección original y de 34 cm de aumento transversalmente para las trabes desfasadas. Este encamisado se hizo a lo largo del elemento y a 1/3 del claro de la trabe (Fig. 32).

- El encamisado de concreto reforzado en las columnas fue mediante el aumento de 20 cm en su sección transversal, como se muestra en la Fig. 33, teniendo como base las contr trabes ó en su caso los nudos.
- Los muros confinados, caracterizados por ser el bastidor de los murales, se reforzaron con malla electrosoldada y concreto lanzado.



VISTA DE LAS PREPARACIONES DE LA TRAPE A REFORZAR Y DEL NUDO, ASI COMO EL SISTEMA DE APUNTALAMIENTO DURANTE EL PROSESO CONSTRUCTIVO.

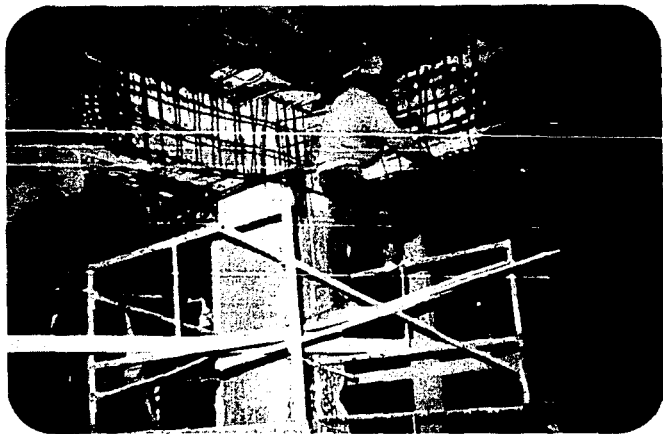
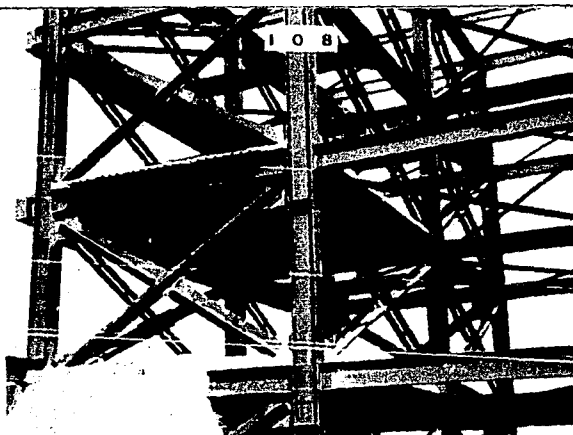


fig.- 32

SISTEMA DE REFUERZO A UN TERCIO DEL CLARO.





CONSTRUCCION DE LOSA CON LAMINA ROMSA.

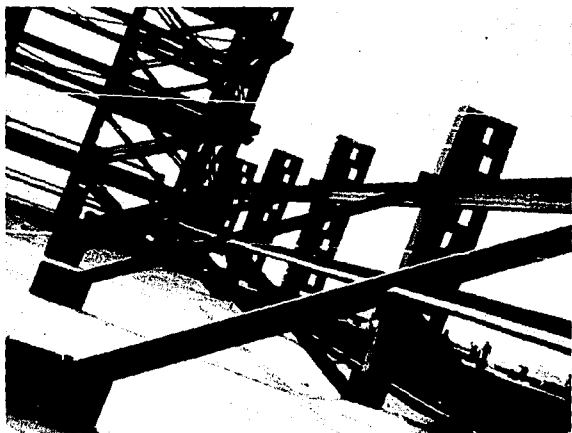
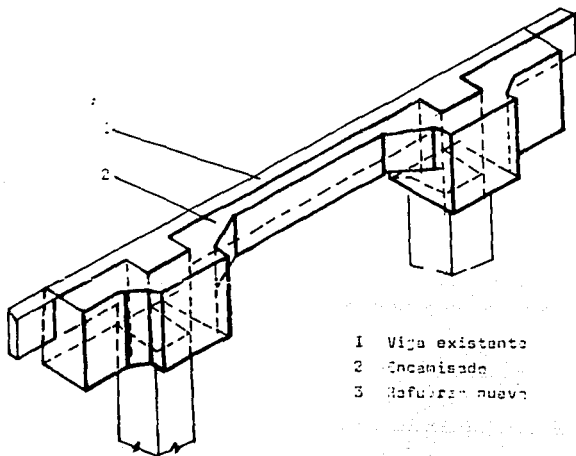
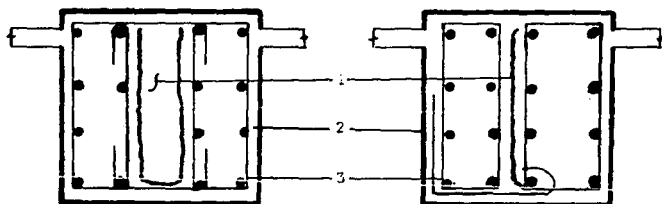


fig.-31

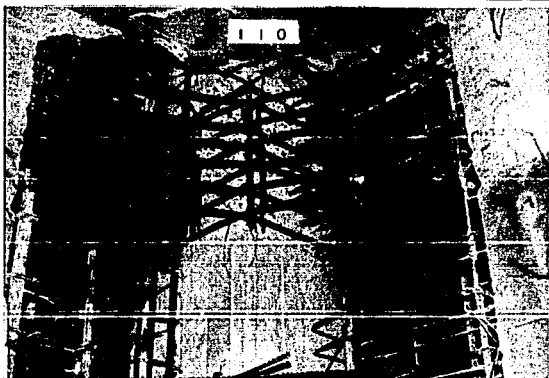
SISTEMA DE CONTRAVENTEO EN LA TORRETA Y EL PRIZO,



- 1 Viga existente
- 2 Encamisado
- 3 Refuerzo nuevo

Encamisado continuo de trabes con concreto reforzado

fig. 32.



SISTEMA DE REFURZO EN NUDO Y ARBADO EN CURO

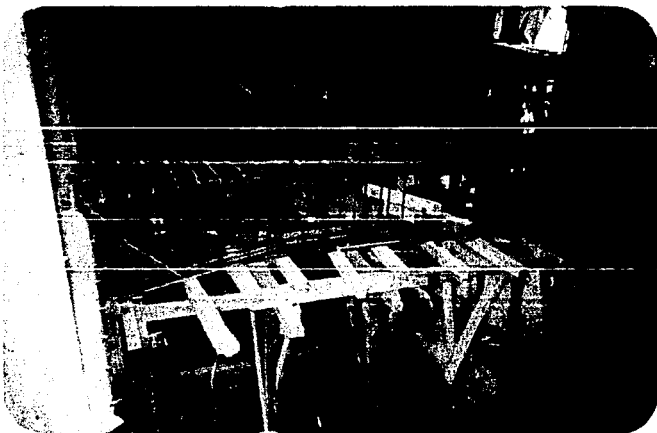
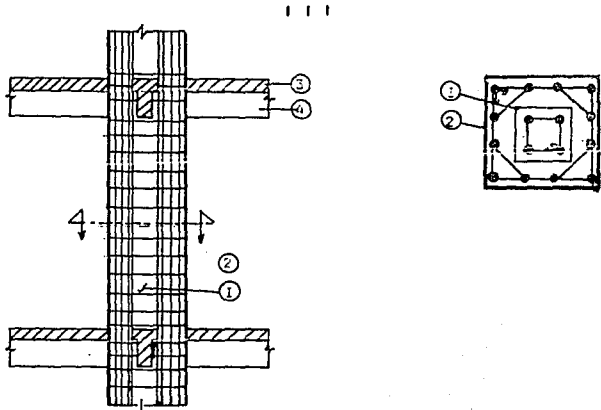
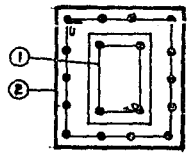


fig- 33

CONSTRUCCION DE NUEVOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES



- 1 Columna existente
- 2 Encamisado
- 3 Losa
- 4 Viga



Encamisado continuo de columnas con concreto reforzado.

fig.33.

### III.- REPARACION O RESTAURACION

Se hizo indispensable reparar los elementos dañados antes de aplicar el procedimiento de refuerzo, principalmente en las trabes y columnas.

Los métodos empleados en la restauración fueron:

3.1.- Inyección de Grietas.

3.2.- Sustitución de Materiales.

a).- El empleo de epóxico para inyección, permitió restaurar elementos de concreto con grietas de hasta 5 mm de ancho. El adhesivo epóxico para inyección, constituido por dos compuestos: una resina 100% epóxica y un reactor o endurecedor, que mezclados forman un líquido de baja viscosidad, diseñados especialmente para adherir concretos fisurados o agrietados mediante un sistema de inyección.

De manera sencilla, se explica a continuación la forma de inyección en el concreto:

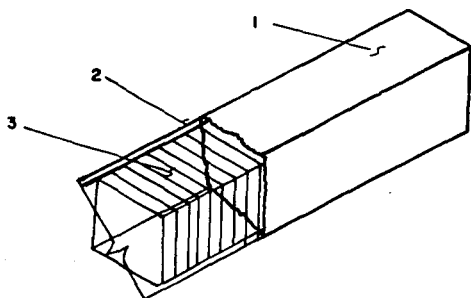
A lo largo de la fisura se hacen perforaciones (orificios) de aproximadamente 2.5 cm de diámetro; la separación entre ellas se determina de acuerdo con la longitud de la fisura.

Después, se colocan tapones de madera o cartón en cada orificio y de inmediato se sella la fisura con un cemento de fraguado instantáneo.

Hecho lo anterior, se procede a ejecutar el trabajo de inyección colocando la boquilla del equipo en la primera perforación. La inyección se hará siempre de abajo hacia arriba para expulsar el aire que pudiera estar atrapado. Cuando empieza a emanar el producto inyectado en la siguiente perforación, se suspende la inyección, se taponan la primera perforación y se continúa en el siguiente orificio de la misma manera; así, sucesivamente hasta terminar en la última perforación.

b).- La sustitución de materiales es el procedimiento seguido en el elemento estructural para recuperar su capacidad de resistencia y rigidez original. Comprende la restauración de los elementos dañados principalmente en trabes y losas en donde fue necesario el retiro total del material (acero y concreto), y reemplazados por nuevos de acuerdo a las especificaciones del proyecto (Fig. ).

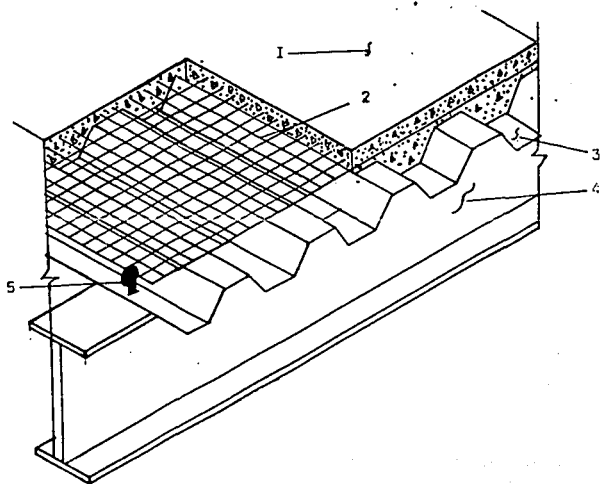
Dada la importancia que se tiene en una restauración, el trabajo se hizo mediante el apuntalamiento temporal y la demolición se realizó manualmente con herramienta menor (cincel y maceta), con lo cual se garantizó la estabilidad de los elementos estructurales aledaños y/o evitando lo que es conocido como el segundo sismo, que son daños provocados por las vibraciones en las áreas de trabajo.



1 - Viga existente

2 - Concreto nuevo

3 - Refuerzo nuevo



- 1 Losa
- 2 Malla electrosoldada
- 3 Lamina acanalada
- 4 trabe de acero estructural
- 5 Conectores

fig. 34. LOSA ACERO ROMSA



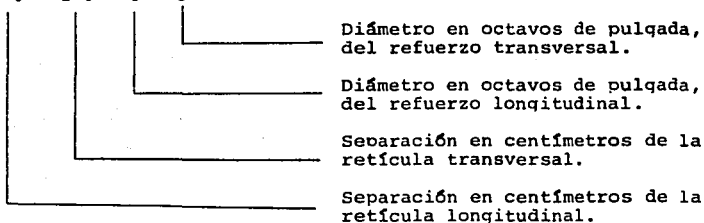
## LOSAS

Los sistemas de losas utilizados son:

- .- Losas Macizas.
- .- Losas Acero Romsa.
  - a).- La construcción losa maciza de 11 cm de espesor y armada con varilla del NO. 3 longitudinal y transversalmente, anclada en las trabes, columnas y muros de rigidez, amarradas las varillas con alambre recocido en sus intersecciones.
  - b).- La losa acero constituida por lámina acanalada, fijada por un conector metálico soldado a las vigas de acero; la utilización de malla electrosoldada 10-10-8-8 como refuerzo en el concreto, cuyo espesor es de 10 cm.

## SIGNIFICADO DE 10-10-8-8

10 - 10 - 8 - 8



## TIPOS DE UNION

El tratamiento de la junta fría pretende proporcionar la continuidad estructural en el plano de contacto, así como la impermeabilidad del mismo. Esto puede lograrse mediante la unión natural ó con adhesivos:

## Unión Natural

En la unión natural, los concretos entran en contacto directo, dando lugar a que la transmisión de esfuerzos se realice a través de:

- .- Superficies e irregularidades que se oponen al sentido del esfuerzo.
- .- Rugosidad de la superficie.

## Adhesivos

- .- Lechada de adherencia con estabilizador de volumen.
- .- Resinas sintéticas.

Los estabilizadores de volumen:

- .- Metálicos.
- .- No metálicos.

Las resinas pueden ser:

- .- Epóxicas.
- .- Emulsionadas. Llamadas también pegamentos blancos.

## UNION DE COLUMNAS DE ACERO Y CONCRETO

La unión de la estructura metálica con el concreto fue mediante un dado de concreto con dimensiones de 1 x 1 x 1 m que mantiene un sistema de anclaje con un vástago roscado, con tuerca de 1" que soporta la base metálica de acero, la que a su vez es nivelada por tuercas que la soportan. Entre la unión de la base metálica y el dado es rellenado el espacio entre estos dos elementos con concreto hidráulico, con estabilizador de volumen.

Las columnas de acero son soportadas con una base metálica que es colocada en el dado de concreto, en donde es sujeta por el vástago roscado con rondanas y tuercas exagonales a una presión según diseño.

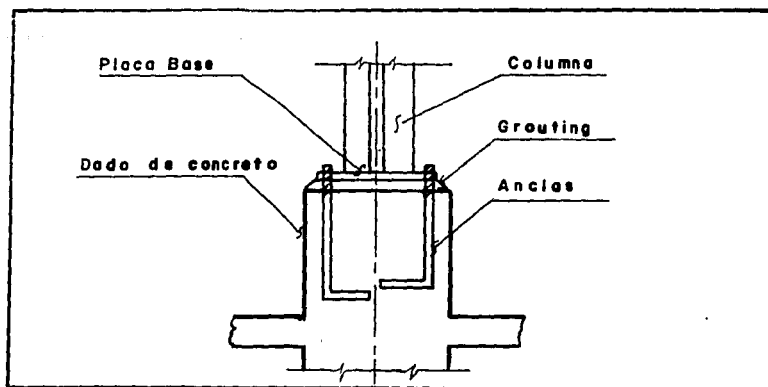


Figura No. 35

## OBRAS ARTISTICAS

## MURALES

Los mosaicos de murales que permanecieron en pie, algunos de los cuales fueron trasladados a un taller dentro de la obra, en donde fueron reconstruidos por personal altamente calificado y con el uso de materias primas como son: piedras naturales, mortero y acero de refuerzo, con lo cual se plasmó la misma temática que los constituía. En otros casos, se hizo necesaria la reparación de mosaicos de murales en el lugar, ya que los daños que presentaron fueron desprendimientos de pequeñas partes de piezas de piedra, las cuales se repusieron por el mismo material y color que los constituía.

Como es sabido, hubo mosaicos de murales que fueron destruidos en su totalidad. Estos serán reconstruidos con la misma temática y técnica con que fueron realizados originalmente.

## ESCULTURAS

Las obras artísticas de las esculturas hechas en cantera, en donde los daños que presentaron no fueron de consideración que ameritaran algún trabajo especial, sólo fueron restauradas con polvo de cantera y un cementante en el lugar. Además, se hizo necesario el refuerzo de la base soporte con acero estructural.  
(Vigas "I")

## OBRAS EXTERIORES

Como ya se apuntó anteriormente, el tratamiento de las plazoletas y estacionamientos, aunque austero en su diseño, permitió su reconstrucción con material de recuperación (recinto), plasmando la misma temática que lo constituía originalmente.

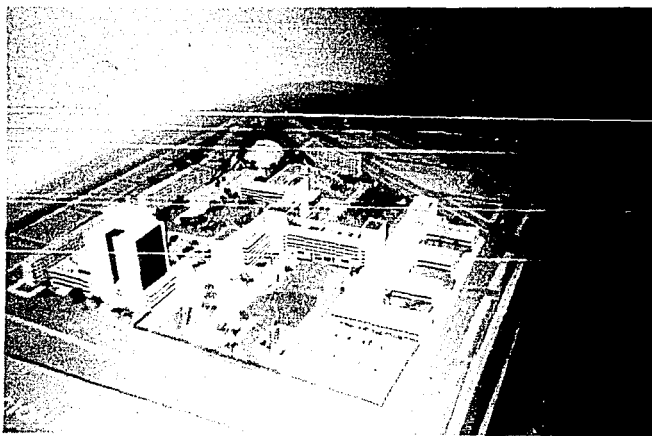
Dentro de los espacios exteriores, se ha normado que en cada uno de los inmuebles exista cuando menos un jardín que sirva para dar una agradable sensación a los usuarios, como lo son los servidores públicos.

## ELEMENTOS DE ORNATO

Con el fin de mantener una misma temática en los inmuebles, se consideró importante para acentuar la integración de este conjunto con el viejo contexto original, se proporcionaran los mismos elementos de ornato que permitieran darle una mejor presentación a estos mismos. Por ello, se colocaron maceteros en los vestíbulos y distintos tipos de aplanados desde el serroteado hasta el repellido rústico.



REHABILITACION DE LAS ESCULTURAS TALLADAS EN CANTERA



VISTA PANORAMICA DEL PROYECTO DE LA SECRETARIA DE  
COMUNICACIONES Y TRANSPORTES S.C.T.

## CAPÍTULO VII

## NORMATIVIDAD Y CONTROL DE CALIDAD

## I.- GENERALIDADES

El objetivo primordial del control de calidad de los materiales de construcción, es el de obtener el mejor resultado mediante la presentación de altos estándares de utilización en lugar de "prácticas comunes", ya que hay quien considera que el violar normas y/o especificaciones no repercutirá en el resultado final; por ejemplo, en el edificio en que la estructura "recién terminada" es satisfactoria, la base de evaluación que sigue el Laboratorio de Control de Calidad está en lo que "debería hacerse", y es copartícipe de esta responsabilidad el personal de algún cuerno independiente autorizado (supervisión).

Aunque la autoridad pública o el sistema de control de construcciones deben estar verificando todas las actividades, es aconsejable considerar lo que se debe aplicar según las especificaciones de cada trabajo y reflexionar sobre los resultados específicos que se obtengan.

Es evidente que la labor desempeñada por Control de Calidad es la de obtener la mejor obra al menor costo posible. Los sistemas empleados para producir o colocar materiales

de calidad repercuten en un beneficio económico y mantienen una uniformidad en los materiales disponibles, evitándose el riesgo de utilización de productos de mala manufactura y, asimismo, el sobre costo que implicaría la inclusión de productos más caros a los requeridos en el proyecto. Las normas y especificaciones dadas por S.C.T. nos dan los parámetros para que la calidad de los materiales esté acorde con lo estipulado por los proyectistas y sea sostenida una uniformidad en la ejecución de la obra.

En nuestro medio, existen algunos documentos que actúan de algún modo como especificaciones de obra, pero que conviene conocer y distinguir en su alcance:

- a) Reqlamentos
- b) Especificaciones
- c) Práctica recomendada

1.- Los reqlamentos son indicaciones generales de cómo debe ser "como mínimo" un proyecto. Al elaborarlos, se tiene en cuenta la necesidad de defender al usuario de posibles errores de quienes proyectan, calculan o construyen sin el conocimiento debido.



- 2.- Las especificaciones, son exigencias que fija el director de la obra para lograr que la ejecución de la misma por el contratista se apeque a lo que esta persona ha tenido en mente al proyectarla.
- 3.- La práctica recomendada es el sistema de trabajo utilizado durante la ejecución de la obra con buenos resultados, utilizando los mejores materiales y herramientas, y el personal adecuadamente entrenado.

Estas prácticas no pueden considerarse para toda obra y necesariamente lo que es bueno para alguna no es similarmente adecuada para otra. Generalmente, se recomiendan supervisiones apropiadas en todos los procesos.

Quien elabora las especificaciones no tiene que anotar lo que dicen los reglamentos, puesto que lo indicado en ellos debe cumplirse necesariamente por los que tienen a su cargo la construcción. Sin embargo, sí se puede sugerir para lograr una calidad determinada que se usen como guía las prácticas recomendadas e ilustrar de mejor manera la calidad del trabajo terminado.

## II.- ESPECIFICACIONES GENERALES DE LOS MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION

### 1.- CONCRETO HIDRAULICO

El concreto es un material de construcción de características muy especiales, ya que la base de su compra es su calidad, relacionada principalmente a su resistencia y, sin embargo, ésta no puede ser verificada sino hasta después de su colocación y endurecimiento en la obra. Al emplear métodos de curado acelerado, que representan técnicas ya comprobadas y útiles para reducir el tiempo en que pueda calificarse y aceptarse el concreto, el problema se disminuye, pero sigue siendo inquietante el tener las estructuras colocadas antes de conocer sus características finales de resistencia.

El mejor sistema disponible a la fecha para reducir las posibilidades de deficiencias de calidad final, es la aplicación de controles efectivos en los ingredientes del concreto y en su proceso de elaboración, para así asegurar de antemano un producto idóneo con las especificaciones.

#### Componentes del Concreto

Los materiales que normalmente integran un concreto hidráulico son los siguientes:

- a).- Agregados pétreos
- b).- Cemento
- c).- Agua
- d).- Aditivos

- a).- Los agregados, son aquellos materiales pétreos que mezclados con agua y cemento forman el concreto. Se dividen en dos tipos generales: arena y grava. La arena es el material que pasa a través de la malla No. 4, la cual tiene 4.76 mm (3/16") de abertura entre hilos y se retiene en la malla No. 200, y no deberá contener arcilla ó materia orgánica. La grava, que constituye el agregado grueso constituido por roca sana, ya sea de mina o triturada, en este último caso, no deberá presentar forma laja; su tamaño máximo será de 20 mm (3/4") ó 16 mm (5/8").
- b).- El empleo del cemento Portland Tipo 11 proporciona al concreto una mayor durabilidad, debido a sus buenas propiedades para frenar la corrosión en el acero.
- c).- El agua, debe ser potable y limpia y/o tratada, y cumplir con las especificaciones de la Norma

N.O.M. C-112. Se puede agregar ésta a la mezcla en forma de hielo para reducir la temperatura ambiente del concreto fresco, o en forma de vapor cuando se desea elevar dicha temperatura.

- d).- Un aditivo es un material distinto del agua, de los agregados y del cemento hidráulico. Se usa como ingrediente en concretos o morteros y se añade a la mezcla antes ó durante el mezclado. Pueden usarse para modificar las propiedades del concreto en tal forma que lo hagan más adecuado para las condiciones de trabajo ó por razones de economía. Solamente se debe usar uno después de la evaluación adecuada de sus efectos que demuestre efectividad en el concreto en particular y bajo las condiciones en que se intente usarlo. Son varios sus usos y entre los más usuales están: reductores de agua, acelerantes, retardantes, inclusores de aire, expansores, impermeabilizantes integrales y puzolanas.

## 2.- MUESTREO DEL CONCRETO FRESCO

La Norma DGN-C-161 establece el método para obtener muestras representativas de concreto fresco, tal como se entrega en el sitio de la obra y con las cuales se realizan

las pruebas para determinar el cumplimiento de los requisitos de calidad convenidos. Este método incluye el muestreo de concreto fresco procedente de mezcladoras estacionarias, camiones mezcladoras y agitadores ó de volteo.

Se entiende por concreto fresco la mezcla homogénea en estado plástico no endurecido de cemento hidráulico, agregado fino y grueso, agua y aditivo en su caso, en proporciones definidas.

a).- Muestreo de mezcladoras estacionarias  
(fijas y basculares)

La muestra se obtiene interceptando el flujo completo de descarga de la mezcladora con el recipiente, aproximadamente a la mitad de la descarga de la olla ó desviando el flujo completamente, de tal modo que descargue en el recipiente. Debe tenerse cuidado de no restringir el flujo de la mezcladora con compuertas u otros medios de tal manera que cause que el concreto se segregue.

b).- Muestreo de olla de camión mezcladora o agitador

La muestra se toma en tres o más intervalos interceptando todo el flujo de la descarga, teniendo la precaución de no tomarla antes del 15% ni después del 85% de la misma.

El muestreo se hace pasando repetidamente el recipiente en la descarga, interceptándola totalmente cada vez, o desviando el flujo completamente de tal modo que descargue en el recipiente. La velocidad de descarga se debe regular con la velocidad de las revoluciones de la olla y no por la mayor o la menor abertura de la compuerta. No debe tomarse la muestra al principio de la descarga de la mezcladora.

### 3.- CONTROL DEL CONCRETO FRESCO

El proceso de control del concreto puede dividirse en dos etapas: la primera consiste en aquellos trabajos o verificaciones que se realizan previo o durante la elaboración del concreto; la segunda etapa la componen los ensayos o determinaciones que se realizan al concreto ya elaborado.

#### a).- Prueba al concreto elaborado "Revenimiento"

El ensayo que con mayor frecuencia se realiza en la obra, es la determinación rutinaria de la consistencia del concreto mediante la prueba de revenimiento, lo que es debido principalmente a su facilidad y al hecho de que se obtienen resultados inmediatos. Se puede considerar el valor del revenimiento como indicativo de la uniformidad en la relación agua-cemento, para una relación grava-arena determinada.

La variación en el revenimiento es con frecuencia un medio para detectar variaciones en la relación agua-cemento, por lo que es posible utilizar esta prueba como un criterio para aceptación o rechazo del concreto fresco desde el punto de vista de las variaciones que esto podría ocasionar en la resistencia, además de los efectos que puede ocasionar en los procesos de transporte, colocación, compactación y acabado del concreto en la estructura.

La Dirección General de Normas en la N.O.M. C-155/1976 "Concreto Premezclado" y ASTM-C-94, establece las siguientes tolerancias en los medios del revenimiento:

Revenimiento Especificado	D.G.M.	Tolerancia ASTM
Hasta 5 cm	± 1.5 cm	± 1.3 cm
Más de 5 hasta 10 cm	± 2.5 cm	± 2.5 cm
Más de 10 cm	± 3.5 cm	± 3.8 cm

- b).- Ensayes o determinación que se realizan al concreto ya elaborado

Desde el punto de vista del control de calidad o verificación de calidad del concreto que es utilizado en determinada estructura, son varias las características que se vigilan de éste tanto en estado fresco como en estado endurecido. Una de las

características a la que se le ha dado mayor importancia, es a la resistencia a la compresión simple que es capaz de soportar el concreto a diferentes edades. Se ha tomado como base a una cierta edad llamada de "proyecto" para cuestión de aceptación o rechazo.

Para medir la resistencia a la compresión se utilizan especímenes que son elaborados con el concreto en estado fresco. La forma de dicho espécimen es de forma cilíndrica de 15 x 30 cm.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM C-159, el diámetro de los cilindros empleados para medir la resistencia en el concreto, debe ser igual por lo menos a tres veces el tamaño máximo del agregado grueso empleado en la mezcla. Es decir, los especímenes deberán cumplir con una relación altura-diámetro igual a dos y el tamaño máximo nominal del agregado grueso ser cuando mucho igual a 5 cm.

Queda por lo tanto restringido el uso de estos especímenes para tamaños máximos del agregado grueso mayor a 5 cm.

Los especímenes para prueba de resistencia no deben moverse cuando menos durante 12 horas, y ser cura-



dos en el campo en el lugar del molde (o tan cerca como sea posible) a una temperatura de 23 grados centígrados  $\pm$  1.6 grados centígrados en las primeras 24 horas.

Por otra parte, la verificación de las características del concreto endurecido deberá ser de acuerdo a la norma oficial mexicana N.O.M.-C-169-1978. Las muestras de concreto endurecido usadas en la preparación de especímenes para las pruebas de resistencia, no deben ser tomadas hasta que el concreto haya endurecido lo suficiente y permita la extracción de las muestras sin alterar su estructura interna. En general, el concreto debe tener un mínimo de 14 días de edad para que se puedan extraer los especímenes, los cuales deberán obtenerse de zonas de concreto no dañadas. Cuando se estén preparando los especímenes de prueba para determinar la resistencia del concreto endurecido, las muestras que presenten defectos o que hayan sido alteradas o dañadas en el proceso de extracción, no deberán emplearse.

La extracción de un espécimen debe hacerse perpendicularmente a una superficie horizontal. Se debe localizar cerca del centro alejado de las aristas

del elemento colado; y debe procurarse hasta donde sea posible que su eje sea paralelo a la dirección de colado.

De acuerdo a la norma antes mencionada, el diámetro de los corazones que se utilicen para determinar la resistencia a la compresión debe ser, de preferencia, tres veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso usado en el concreto y cuando menos dos veces ese tamaño máximo.

La resistencia especificada del concreto  $f_c$  no debe ser menor que  $211 \text{ kg/cm}^2$ . Para concreto con agregado ligero,  $f_c$  no debe exceder de  $281 \text{ kg/cm}^2$ .

#### 4.- MORTEROS

Los usos de los morteros son:

- a).- Para asentar y juntar piezas fabricadas ó piedras naturales.
- b).- Para recubrimientos, con ó sin características.

Los materiales que se emplean en las mezclas de mortero son:

- .- Cemento, veso v/o cal hidratada
- .- Arena.
- .- Agua.

En caso de utilizarse para junteo, se debe buscar siempre el que la resistencia a la compresión sea igual o mayor a los tabiques, bloques o piedras por juntar, para lo cual deberemos observar los mismos cuidados que los seguidos para la fabricación del concreto. Esto es, no adicionar agua en exceso y evitar el que la mezcla pierda el agua necesaria para la hidratación del concreto saturado previamente en las piezas por juntar.

Se deberá curar el mortero regándolo de tres a seis veces al día durante la primera semana para garantizar su resistencia e impermeabilidad.

En la utilización para aplanados, una dosificación adecuada facilitará su colocación por su gran plasticidad, obteniéndose de esta manera un aspecto excelente y una elevada resistencia a la humedad.

#### 5.- COLOCACION Y CONSOLIDACION

El manual del ACI para prácticas en el concreto, recomienda para eliminar considerablemente los huecos ocasionados por mezclas secas, efectuar los siguientes pasos:

- a).- Selección de algún tipo de aceite adecuado a la superficie de las cimbras para reducir la acción capilar.

- b).- Vibrado interno completo.
- c).- Vibrado externo (vibrado de la cimbra), que es muy importante si se lleva a cabo después de terminar el vibrado interno.
- d).- Utilización de un aditivo que evite el escurrimiento y mejore la manejabilidad (la inclusión de aire puede ser benéfica, ya que no es lo mismo aire incluido que aire atrapado).
- e).- Picado a lo largo de los lados de la cimbra en los lugares accesibles, después del vibrado.

La mejor calidad de la mezcla de concreto se obtiene cuando al colocarse, su temperatura es cercana a los 16°C.

Las temperaturas ambiente por encima de los 32°C ocasionarán pérdidas de resistencia.

#### 6.- CURADO DEL CONCRETO

El curado consiste en mantener un concreto satisfactorio de humedad y temperatura en el concreto recién colado, para que se puedan desarrollar las propiedades deseadas, ya que la resistencia y la durabilidad del concreto se logran sólo si se cura de manera adecuada.

Los sistemas para lograr un buen curado son los siguientes:

- a).- La continua o frecuente aplicación de agua por anegamiento, aspersión, vapor o materiales de cubrimiento saturados, como carpetas de yute o algodón, arena, aserrín ó paja.
- b).- Evitar la pérdida excesiva de agua en la superficie del concreto mediante el empleo de materiales tales como hojas de plástico o materiales impermeables, ó bien, mediante la aplicación de compuestos de curado formadores de una membrana sobre el concreto recién aplicado.

La curación del curado deberá ser durante un mínimo de siete días, ó durante el tiempo necesario para alcanzar el 70% de las resistencias a la compresión.

Uno de los aspectos más importantes para garantizar la adherencia de los pilotes, es que en el curado de los pilotes no debe emplearse ningún producto sobre base de aceite o alguna sustancia que disminuya la adherencia del suelo al pilote.

#### 7.- ACERO DE REFUERZO

Existen ciertos criterios para establecer normas generales sobre el detallado del refuerzo. Con base en estos criterios, se han formulado recomendaciones específicas que se incluyen en los reclamos de construcción Más

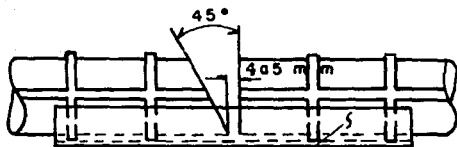
importante que el conocimiento completo de todas las recomendaciones de un reglamento, no obstante, es tener en cuenta los criterios generales para lograr estructuras de comportamiento adecuado.

Algunos de estos criterios son los siguientes:

- a).- El acero deberá ser corrugado, en diámetro de  $5/16"$  ó mayor y estar libre de óxido, grasa, aceite, lodo, escamas ó lámina de óxido, oxidación excesiva y concreto suelto y hielo. La presencia de cualquiera de estas sustancias afecta la adherencia entre el acero y el concreto.
- b).- El acero de refuerzo deberá tener una resistencia a la fluencia  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , excepto la de  $1/4"$  (No. 2) que será de  $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$ .
- c).- El corte de varillas se deberá hacer con cortadora o segueta, evitando el soplete.
- d).- El doblado de varillas se deberá hacer en frío.
- e).- Recubrimiento mínimo para amarres, 4 cm para concreto colado en obra, no reforzado.
- f).- En ninguna sección estructural se permitirán paquetes de varillas.
- g).- Los traslapes del refuerzo deberán tener como mínimo  $40 d_b$  ( $d_b$  = diámetro nominal de la varilla)

de las varillas en cuestión y no podrán traslaparse más del 50% del refuerzo en una misma sección.

- h).- Los empalmes traslapados para malla de alambre soldado (tecnomalla) deberán ser por lo menos de 20 cm mínimo.
- i).- Para varillas del No. 8 ó mayores, deberá utilizarse empalmes a tope. Para ello se emplearán electrodos de la serie E6010 para cordón de fondo y E-7018 para relleno y acabado, según la norma de la Sociedad Americana de Ensayes y Materiales (ASTM). Para los empalmes a tope, usualmente se requiere de juntas con soldadura de filete y una preparación de corte cuadrado en el extremo superior de la varilla inferior; asimismo, un extremo biselado en la parte inferior de la varilla superior, tal como se muestra en la figura siguiente:



Angulo o placa curva de respaldo

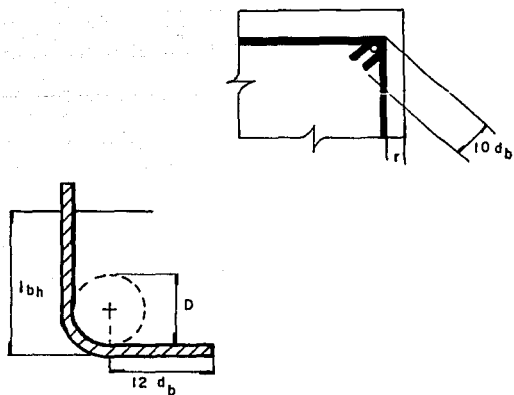
En ganchos y anclajes de acero de refuerzo para su doblez, se establece lo siguiente:

- a).- Un doblez de  $180^\circ$  más una extensión de  $4 d_b$  ( $d_b =$  diámetro nominal de la varilla) por lo menos, pero no menos de 6 cm en el extremo libre de la varilla.
- b).- Un doblez de  $90^\circ$  más una extensión de  $12 d_b$  ( $d_b =$  diámetro nominal de la varilla) por lo menos en el extremo libre de la varilla.
- c).- Para amarres cerrados, definidos como zunchos en el Apéndice A del Reglamento ACI-318-83, un doblez de  $135^\circ$  más una extensión del  $10 d_b$  ( $d_b =$  diámetro nominal de la varilla) por lo menos.

A continuación se muestran en las figuras los conceptos antes mencionados, que nos permiten las longitudes mínimas ahogadas para proporcionar 5 cm de recubrimiento para fijación de ganchos, anclajes y amarres cerrados:



- .- El acero de refuerzo se determinará mediante el muestreo de tres varillas de cada lote de varillas por usar.
- .- Las muestras del acero estructural A-36 con  $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$ , se tomarán de dos placas por lote por usar.
- .- Antes de utilizar un lote de acero, éste debe ser ensayado e identificado por el laboratorio 6 para su aceptación y/o rechazo.
- .- Todos los aceros de refuerzo deberán estar firmemente sujetos en su sitio antes y durante el colado del concreto, por bloques de concreto, apoyos metálicos o de plástico, varillas de separación, alambres u otros dispositivos adecuados para asegurar que no haya desplazamiento durante la construcción y para mantener el acero a la distancia apropiada de las cimbras.
- .- El apuntalamiento debe ser tanto en trabes y losas, como también en trabes y losas subsecuentes, antes de empezar las demoliciones, para el reforzamiento de las estructuras indicadas en proyecto.

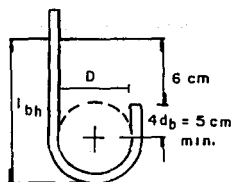


$r$  = recubrimiento

$D$  = diámetro

$d_b$  = diametro nominal de la varilla

$l_{bh}$  = longitud de desarrollo de un gancho estandar en extension.



## 8. - MADERA PARA CIMBRA

Algunas consideraciones que deben tomarse en cuenta para el buen empleo de la madera en cimbras, son las siguientes:

- a).- La escuadría de las piezas de madera por usar deberá ser tal que tenga la resistencia y rigidez necesaria y suficiente para soportar las cargas verticales y los empujes laterales. Asimismo, la cimbra deberá ser capaz de soportar las cargas adicionales propias de las operaciones que se ejecutarán al vaciar y compactar el concreto.
- b).- Los moldes deben sujetarse firmemente a fin de evitar deformaciones en la superficie de concreto; también, hay que evitar las hendiduras por las cuales pueda escaparse la lechada de cemento, evitando así acabados defectuosos.
- c).- Todos los amarres o soportes que sean usados para sujetar firmemente los moldes, deben removerse y sacarse una vez vaciado el concreto.
- d).- La madera deberá impregnarse de alguna substancia para conservarla y evitar que se adhiera el concreto. También debe estar perfectamente mojada antes de colar para evitar que la madera absorba agua del concreto.

e).- Antes de que se lleve a cabo el colado, deberán revisarse meticulosamente todos los moldes, amarres, distribución y colocación de fierro, etc., v hacerse las modificaciones necesarias para tener seguridad y evitar defectos.

## CAPITULO VIII

## CONCLUSIONES

Evidentemente, uno de los aspectos fundamentales del diseño de reconstrucción es el conocimiento de las solicitaciones que actúan sobre las estructuras. Si este conocimiento es inadecuado, resulta inútil el refinamiento que se pueda lograr con el análisis y dimensiones en las estructuras.

Por otra parte, en el proceso de reconstrucción y refuerzo en los elementos dañados, se debe escoger el material más adecuado para que los materiales se comporten homogéneamente y se obtenga una solución óptima dentro de las fronteras fijadas al problema.

Algunos de los factores que intervienen en la determinación de la estructura más adecuada son:

- 1.- Proyecto arquitectónico.- Este está regido a su vez entre otros factores por la funcionalidad de la construcción.

En el proyecto arquitectónico es donde se fijan dimensiones generales mínimas tanto en vanos, alturas en plafón, distribución de las áreas de servicio, etc., que tienen como finalidad un funcionamiento óptimo de la construcción y estética del conjunto.

2.- El proyectista de estructuras.- El proyectista de las estructuras de los inmuebles, debe considerar los siguientes puntos:

a).- Evaluación de la factibilidad realista de las estructuras dañadas con el adosamiento de las nuevas estructuras.

b).- El diseño estructural deberá diseñarse para cumplir con los requisitos básicos siguientes:

- Tener firme seguridad contra la aparición de todo estado límite de falla posible ante las combinaciones de acciones más desfavorables que puedan presentarse durante la expectativa de vida, y no rebasar ningún estado límite de servicio ante combinaciones de acciones que correspondan a condiciones normales de operación.

c).- Evaluación y consideración en el subsuelo de desplante, ya que tiene un alto grado de inestabilidad.

3.- Economía.- Teniendo en cuenta todos los factores que intervienen en el proyecto estructural, habrá que optimizar la solución considerando los distintos materiales estructurales, posibles dimensiones de los claros, plazo de ejecución, etc. y cambios de reubicación de las Secre-

tarifas que componen la S.C.T. en otras entidades federativas.

- 4.- Aspectos culturales.- La preservación de las obras artísticas es sin duda alguna la formación de la cultura de un pueblo -en este caso el nuestro- y como tal, debe trascender en la historia y en el tiempo.

Las soluciones técnicas designadas al rescate de las obras artísticas, es en principio la prioridad que tiene una reconstrucción, no importando el costo, ya que la cultura es patrimonio de la humanidad.

- 5.- Solución constructiva.- La solución constructiva por adoptar debe ser congruente con el sistema existente, para mejorar su capacidad de resistencia sísmica, cargas de gravedad ó de viento.

- 6.- Proyecto de reforzamiento.- Cualquier sistema de reforzamiento que se seleccione por razones técnicas debe ser compatible con la estética, el medio ambiente del edificio y su funcionalidad, así como su resistencia, ductilidad y rigidez.

De particular importancia para el propietario, este proyecto se finca en el tiempo requerido para completar el reforzamiento, así como en las condiciones del edificio durante el proceso reconstructivo, el cual puede ocurrir con la ne-

cesidad de ocupación parcial del inmueble durante este período 6 en el caso más favorable, con la desocupación del mismo. Estas dos variables pueden regir el proyecto real del reforzamiento.

Finalmente, la solución estructural por adoptar al momento requerido, tendrá que ser fácilmente realizable dentro de las limitaciones propias que existan para la obtención de materiales, disponibilidad de maquinaria y de mano de obra.



## R E F E R E N C I A S

1. HERRERA NORMA. SISMOS Y CONSTRUCCION. LECCION PARA LA ING , REVISTA EN INFORMACION CIENTIFICA Y TECNOLOGICA. V.-7 N° 110 (NOV. 85).
2. REVISTA IMCYC, VOL - XXIV/SEPTIEMBRE 1°/1986.
3. REVISTA IMCYC, VOL. 23 N° 176/DICIEMBRE 1986.
4. REVISTA IMCYC, VOL. II N° 15/AGOSTO 1989.
5. CENTRO DE DOCUMENTACION DEL IMCYC, NORMAS OFICIALES MEXICANAS SOBRE CEMENTO Y CONCRETO DE LA DIRECCION GENERAL DE NORMAS DE LA SECRETARIA DE PATRIMONIO Y FOMENTO INDUSTRIAL.