

43
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE
LA REESTRUCTURACION DE LA
CENTRAL TELEFONICA COAPA

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A

MARCO ANTONIO HERNANDEZ RAMIREZ



MEXICO, D. F.

1995

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-179/95

Señor
MARCO ANTONIO HERNANDEZ RAMIREZ
Presente.

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

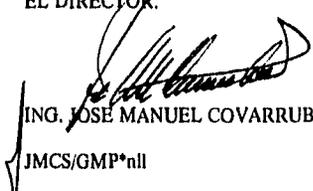
"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA REESTRUCTURACION DE LA CENTRAL TELEFONICA COAPA"

- INTRODUCCION**
- I. ANALISIS DE LA ESTRUCTURA**
- II. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA RECIMENTACION**
- III. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA SUPERESTRUCTURA**
- IV. CONCLUSIONES**
- BIBLIOGRAFIA**

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

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

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 20 de octubre de 1995.
EL DIRECTOR.



ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP*nl

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES

Con mi amor y respeto. Gracias por darme la oportunidad de ser lo que ahora soy. Por contar con el apoyo que siempre me han brindado y por darme la libertad de elegir las opciones en mi vida con la confianza que siempre me han demostrado. Les estaré por siempre agradecido.

A MIS HERMANOS

Por los buenos y los malos ratos que hemos compartido en nuestras vidas. Exhortándolos a seguir superándonos y nunca caer en el vacío del estancamiento, para poder seguir el camino a un futuro mejor.

A SILVIA

Con mi amor. Por tu apoyo, cariño y confianza que me has brindado para salir adelante y para ser mejor cada día. Con la promesa de dar siempre lo mejor de mí, teniendo presente que ni el fracaso ni el éxito son definitivos.

**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA REESTRUCTURACION
DE LA CENTRAL TELEFONICA COAPA.**

INDICE

INTRODUCCION	1
I.- ANALISIS DE LA ESTRUCTURA	
I.1 Ublcación y Zonificación	3
I.2 Análisis de la Cimentación	8
I.3 Modificación de los Elementos de la Cimentación	13
I.4 Análisis de la Superestructura	15
I.5 Modificación de los Elementos de la Superestructura	21
II.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA RECIMENTACION	
II.1 Procedimiento Constructivo General	23
II.2 Trabajos Preliminares	24
II.3 Pilotes	27
II.4 Pilotes Interiores	31
II.5 Pilotes Exteriores	37
II.6 Dado de Cimentación	41
II.7 Rellenos	48
II.8 Control de Calidad	49

III.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA SUPERESTRUCTURA	
III.1 Trabajos Preliminares	54
III.2 Columnas	57
III.3 Muros	64
III.4 Control de Calidad	75
IV.- CONCLUSIONES	77
BIBLIOGRAFIA	79

INTRODUCCION

INTRODUCCION

A raíz de los sismos ocurridos en Septiembre de 1985, el Departamento del Distrito Federal modificó su Reglamento de Construcciones (Julio 1987) con el fin de elevar los niveles de seguridad para los habitantes del Valle de México en posibles eventos semejantes.

Con estas modificaciones, muchos de los edificios de esta ciudad quedaron al margen de cubrir las nuevas solicitudes en materia estructural, por lo que se han originado una serie de ajustes en dichas obras de Ingeniería con la finalidad de cumplir con el nuevo Reglamento.

Ante estos sucesos, la Compañía de Teléfonos de México, poseedora de varias centrales telefónicas y centros de trabajo en esta ciudad, encomendó la ejecución de la revisión estructural de todos sus edificios para la regularización global de sus bienes.

Entre dichos bienes se encuentra la Central Telefónica Coapa, ubicada al sur de la ciudad.

El presente trabajo se refiere al procedimiento constructivo para los trabajos que se realizan de reforzamiento estructural general de la Central.

El D.D.F. obtuvo una evaluación del edificio mediante la elaboración de un dictamen técnico, en el cual se describe el inmueble, su uso, el tipo de construcción y su estado actual.

Dicha evaluación establece que, tanto la cimentación como la estructura no sufrieron daños, pero que se reestructurará para adecuarla a las disposiciones del

Nuevo Reglamento de Construcciones y rigidizar la estructura ya existente; por consiguiente, la cimentación se modifica para soportar las nuevas cargas de los nuevos elementos estructurales que tendrá el edificio.

Esta tesis contiene en el capítulo I el análisis de la estructura del edificio en mención; así como los procedimientos constructivos de la recimentación y de la superestructura comprendidos en los capítulos II y III respectivamente, finalizando con las conclusiones generales.

I ANALISIS DE LA ESTRUCTURA

I.1 UBICACION Y ZONIFICACION

UBICACION Y COLINDANCIAS

La Central Telefónica Coapa se ubica en la calzada de Acoxpa no. 875 en la colonia Villa Coapa, en México, D.F.; sus colindancias son las siguientes:

- Al norte con la calzada Acoxpa
- Al sur con casas habitación de dos plantas
- Al este con una construcción de un nivel
- Al oeste con una casa habitación de dos plantas

Así mismo, debe aclararse que al sur y al oeste, el edificio está rodeado por el estacionamiento (Fig. I.1)

ZONIFICACION

La Central se localiza en la zona denominada Lago Centro I, (entre el exlago de Texcoco y el de Xochimilco) zona que está asociada al sector no colonial de la ciudad y que se desarrolló a principios de este siglo; sin embargo, debido a su cercanía con el complejo Chichinautzin al sur de la cuenca, el predio presenta una estratigrafía similar a la de la zona de Transición Baja, caracterizada por la intercalación de estratos arcillosos lacustres de consistencia media a alta, con capas de materiales fluviales arenolimosos heterogéneos, de compacidad media a muy alta. Asimismo, las sobrecargas de

construcciones pequeñas y medianas han influenciado las propiedades de resistencia y deformabilidad de los depósitos de las arcillas lacustres.

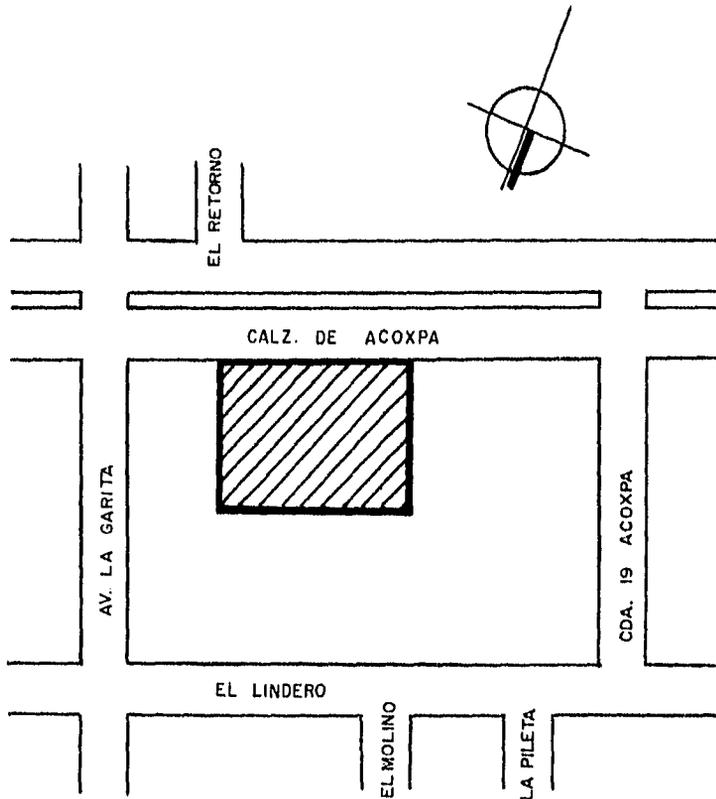


FIG. 1.1. Croquis de localización

ESTUDIO ORIGINAL

Para la construcción de la Central se realizó el estudio que incluyó un sondeo mixto continuo hasta 38.5 m de profundidad, así como un tubo de observación del nivel freático; en las muestras obtenidas se realizaron ensayos índice, de compresión simple y de consolidación unidimensional.

EXPLORACION COMPLEMENTARIA

Para precisar la estratigrafía del sitio se realizaron los trabajos consistentes en un sondeo de cono eléctrico hasta una profundidad máxima de 36 m, con base en el cual se efectuó un sondeo de muestreo mixto selectivo hasta 35.4 m; las condiciones hidráulicas en el sitio se determinaron mediante una estación piezométrica compuesta por un tubo de observación del nivel freático y tres celdas tipo abierto, que se instalaron a 14.5, 23.0 y 33.0 m de profundidad, respectivamente. En las muestras obtenidas se determinaron propiedades índice y se efectuaron ensayos triaxiales en condiciones no consolidadas -no drenadas y de consolidación unidimensional-.

HUNDIMIENTO REGIONAL

La velocidad de hundimiento regional en el sitio ha sido entre 4 y 10 cm por año en el período comprendido entre 1977 y 1982.

INTERPRETACION ESTRATIGRAFICA

Con la información obtenida de los trabajos de campo y laboratorio para el estudio original y de la exploración complementaria se definen las siguientes condiciones geotécnicas. (fig. 1.2).

Costra Superficial (de 0.0 a 4.5 m). Compuesta por rellenos, limos arcillosos y arenosos intercalados con estratos de arena, además de inclusiones de materia orgánica. El NAF se localiza a 1.6 m de profundidad.

Serie Arcillosa Superior (de 4.5 a 28.3 m). Son arcillas de alta compresibilidad con intercalaciones de vidrio volcánico, lentes de limo y arena limosa.

Capa Dura (de 28.3 a 28.6 m). Son depósitos limoarenosos fluviolacustres y producto del secado solar.

Serie Arcillosa Inferior (de 28.6 a 34.2 m). Constituidos por arcillas limosas preconsolidadas por bombeo profundo, con inclusiones de vetas de arena e intercaladas con lentes de vidrio volcánico.

Depósitos Profundos (de 34.2 a 38.5 m). Constituidos por series de limos arcillosos y lentes de arena limpia y cementada.

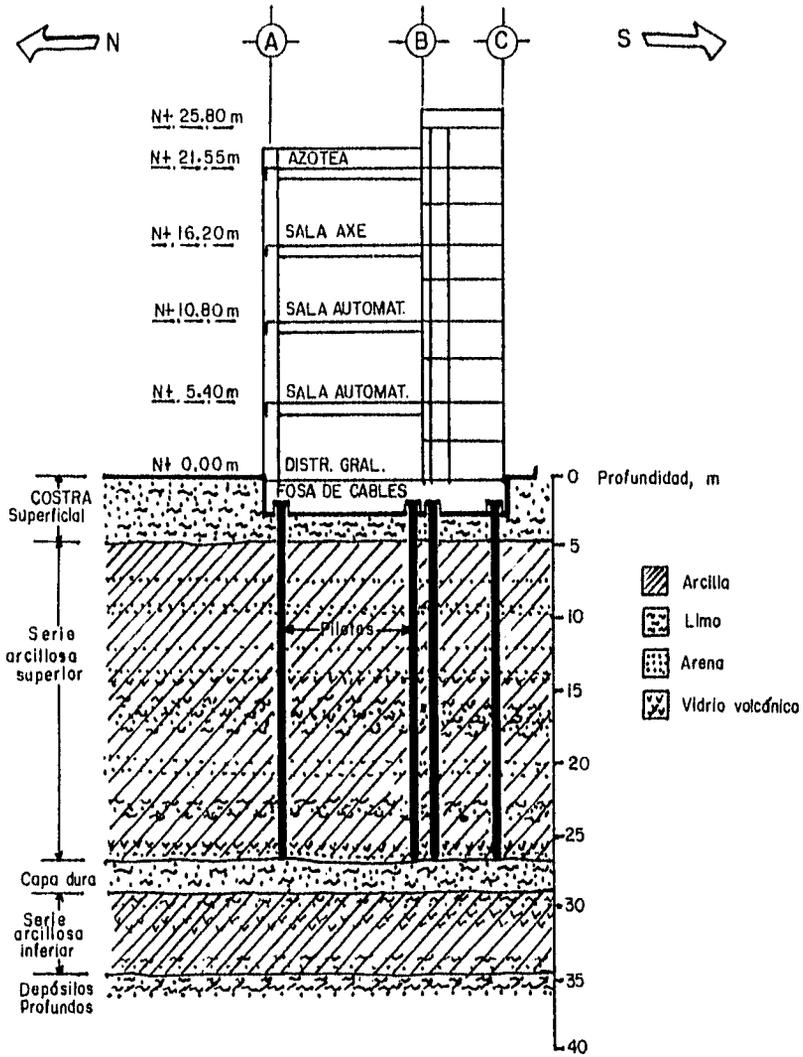


FIG. 1.2. Interpretación Estratigráfica

I.2. ANALISIS DE LA CIMENTACION

La cimentación consiste en un cajón complementado con 39 pilotes de control, alojados alrededor de las columnas principales; el cajón está desplantado a 2.15 m de profundidad y rigidizado con contratraves invertidas de 0.9 y 2.0 m de peralte; los pilotes son de sección circular de 50 cm de diámetro y según el proyecto original debieran estar apoyados en los depósitos compactos a 35 m de profundidad. Sin embargo, considerando que los pilotes fueron hincados en tramos (pilotes tipo Mega), y que la capacidad usual del equipo hidráulico es del orden de 100 ton, puede asumirse que la punta de los pilotes alcanzó como máximo la Capa Dura detectada a 26.3 m de profundidad y no los 35 m previstos.

CONDICIONES ESTATICAS.- Una vez hecho el análisis se llegó a que el factor de seguridad global de la cimentación para las nuevas solicitaciones es $F_s = 2.8$, que es admisible.

CONDICIONES SISMICAS.- Considerando las solicitaciones obtenidas del análisis estructural, se observa que en condiciones sísmicas se prevén cargas de tensión entre 109 ton (columnas C-3 y C-7) y 353 ton (columna B-3).
Fig. 1.3. Estas solicitaciones no pueden ser soportadas por los pilotes segmentados actuales, por lo cual es necesario agregar pilotes monolíticos.

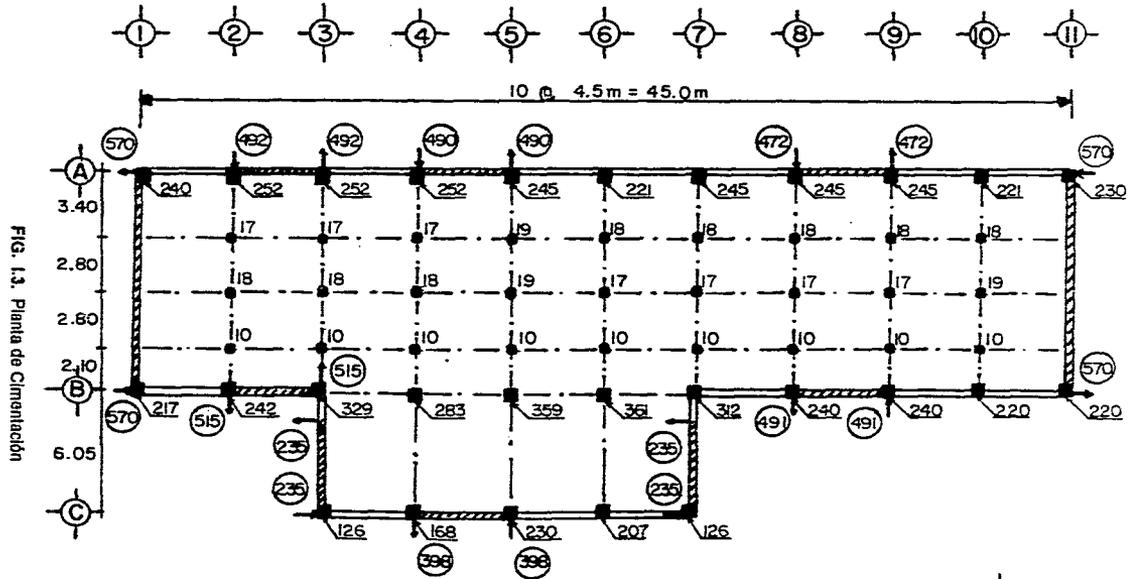


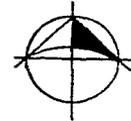
FIG. 1.3. Planta de Cimentación

SIMBOLOGIA

- (f) PAR DE VOLTEO POR MURO
- ▨ MUROS DE CONCRETO PROPUESTOS
- COLUMNA

NOTAS

- MOMENTO DE VOLTEO = 16 100 ton.-m
- CARGAS EN TONELADAS
- COTAS EN METROS
- ESCALA 1:250



ALTERNATIVAS DE RECIMENTACION

Para soportar las tensiones generadas durante un sismo pueden plantearse dos soluciones factibles:

- a) Mantener los mecanismos de control actuales y agregar pilotes de fricción, y
- b) Agregar pilotes de punta con mecanismos de control fijos capaces de soportar tensiones, adaptando los controles actuales para que los pilotes trabajen de punta, retirando las celdas de madera.

En este caso, la segunda opción es la más adecuada, ya que la velocidad de hundimiento en el sitio evaluada según mediciones en las celdas de los controles actuales es pequeña y por ello, los ajustes en la cimentación para corregir la emersión de la estructura serán esporádicos.

SOLUCION PROPUESTA

Los pilotes serán de sección cuadrada de 0.35 m por lado y se hincarán a una profundidad mínima de 26.5 m, atravesando el estrato limoarenoso compacto detectado entre 20.3 y 23.6 m; será necesario una perforación previa llevada a 25.0 m de profundidad, para garantizar la penetración de la punta de los pilotes.

NUMERO Y DISPOSICION DE PILOTES ADICIONALES

Se obtuvo considerando la distribución de esfuerzos asociada a una cimentación rígida y verificando posteriormente que los niveles de seguridad local fueron

adecuados para las concentraciones de carga del análisis estructural, obtenidos a nivel de banquetas.

En la figura 1.4 se presentan los diagramas correspondientes; comparando la distribución de esfuerzos para las condiciones estática y sísmica, con la capacidad de carga de los pilotes actuales, se obtiene el esfuerzo en desequilibrio para cada uno de los ejes principales de la estructura. Por lo cual, es necesario agregar un total de 69 pilotes adicionales, los cuales se colocarán en los ejes A, B y C.

Al hacer un resumen tenemos que, atendiendo al estudio de mecánica de suelos y al análisis realizado a la cimentación existente, se encontró que el sistema de cimentación actual es insuficiente para soportar las descargas que durante un sismo provocarían los nuevos muros de concreto.

Como resultado de lo anterior, se encontró que se modifican las condiciones originales de la cimentación, haciéndose necesario hincar un número de 69 pilotes adicionales, que en conjunto con los ya existentes se obtiene la estabilidad necesaria de la Central ante la mayor demanda de rigidez de la estructura.

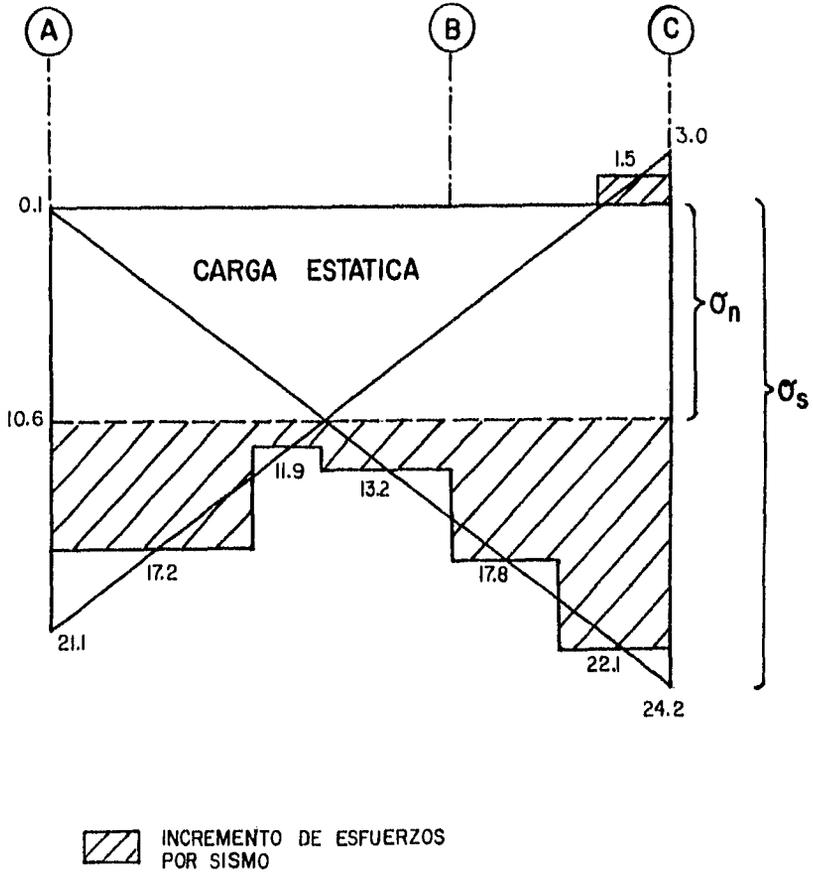


FIG. 1.4. Distribución de esfuerzos en una cimentación rígida para el sismo de diseño.

I.3. MODIFICACION DE LOS ELEMENTOS DE LA CIMENTACION

La cimentación actual comprende de un cajón desplantado a 2.15 m de profundidad complementado con 39 pilotes de control de 50 cm de diámetro, hincados a 35 m de profundidad según el proyecto original, pero según el estudio realizado, se asume que la punta de los pilotes alcanza como máximo los 26.3 m.

Después de realizarse los estudios correspondientes, al proyecto de la cimentación quedó finalmente con las siguientes características relevantes.

- a)** Adición de 69 pilotes de punta con ciertas características geométricas, como son la de ser de sección cuadrada de 0.35 x 0.35 m apoyados a 26.5 m de profundidad, ubicados todos adentro del cajón de cimentación, compuestos de la siguiente forma : 26 por adentro del cajón hincados a presión, 21 por afuera hincados a presión también y 22 por afuera, de tramos largos para ser hincados a percusión.
- b)** Al finalizar el hincado se aplicará una carga de 150 ton en cada pilote para garantizar el apoyo de la punta de los pilotes, lo mismo se realiza en los pilotes existentes.
- c)** Dejar los pilotes existentes con los dispositivos de control.
- d)** Tanto los pilotes adicionales como los existentes se ligarán a la estructura de la cimentación por medio de dados de cortante, convirtiendo así a los pilotes de control existentes en pilotes de punta.

ESPACIO DE MANIOBRA E INTERFERENCIAS

Para definir el procedimiento constructivo de la cimentación se realizó un

levantamiento físico del espacio disponible para maniobras y las instalaciones de la Central existentes en el área de trabajo. En el resultado se observaron las siguientes Interferencias :

- i)** Acometida de cables telefónicos.
- ii)** Registro de cable de energía eléctrica.
- iii)** Ducto de cables para el suministro de la subestación de la Central.
- iv)** Equipo de bombeo.
- v)** Equipo de aire acondicionado.
- vi)** Tanques de combustible.

Además el movimiento de la maquinaria pesada para el hincado de los pilotes de tramos largos y el transporte de estos últimos implica la eliminación total de las instalaciones telefónicas en el patio para tener el espacio que se requiere, aparte de que los pilotes se llenen que fabricar fuera de la obra.

Tomando en cuenta las condiciones antes mencionadas se realizaron las siguientes modificaciones al proyecto original :

- 1.- Convertir los pilotes de tramos largos en tramos medianos e hincarlos a presión.
- 2.- Reajuste de la longitud de los tramos de los pilotes.
- 3.- Reubicar algunos pilotes con el fin de evitar algunas interferencias.

I.4. ANALISIS DE LA SUPERESTRUCTURA

CARACTERISTICAS

La Central ocupa un área de 612.90 m², consta de planta baja y cuatro niveles dobles (figs. I.5 y I.6); está estructurada con marcos de concreto en dos direcciones, con claros entre crujías variables de 4.5 a 11.2 m; alrededor de las columnas principales se encuentran alojados los pilotes.

Se realizó el diseño de la reestructuración de la Central para que soporte las nuevas solicitaciones previstas en el Reglamento del D.D.F. que se resumen a continuación.

- Combinación de cargas permanentes y cargas vivas con intensidad máxima igual a 6,524 ton.
- Debido a que la estructura aloja equipo de manera permanente, esta combinación se utiliza en condiciones sísmicas; aplicando el coeficiente sísmico para la zona de transición, se obtiene un momento de volleo de 16,100 t-m y un cortante el nivel de planta baja de 1,034 ton.

La estructura actual se compone de un sistema de marcos no contraventeados de concreto reforzado, con sistema de piso de losa macisa y trabes; cuenta también con muros de bioque hueco de concreto, que no contribuyen a la rigidez de la estructura.

La reestructuración propuesta en este edificio tiene por finalidad rigidizar la estructura existente, a fin de adecuarla a los nuevos requerimientos en materia de seguridad estructural.

Para ello se plantea integrar muros de concreto reforzado en ambas direcciones principales de la estructura a fin de que éstos se encarguen de absorber los efectos de sismos que en un futuro se presenten.

Los nuevos muros tomarán prácticamente todas las acciones sísmicas que se presenten en el futuro, quedando el resto de la estructura soportando únicamente acciones gravitacionales.

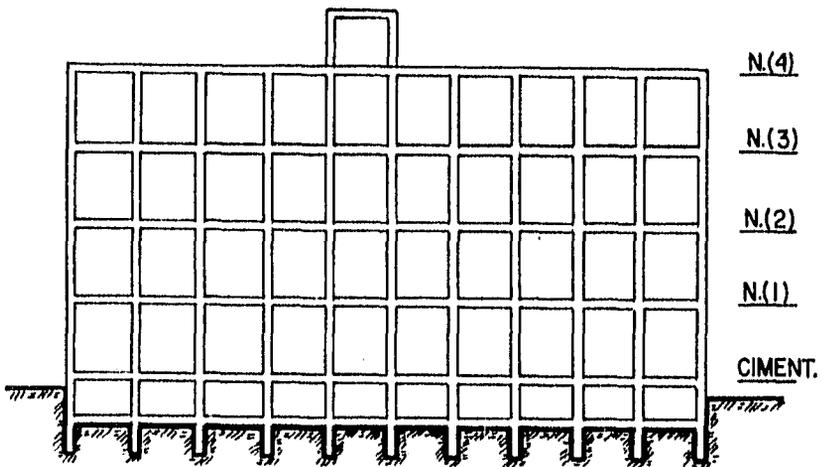


FIG. 1.5. Corte esquemático

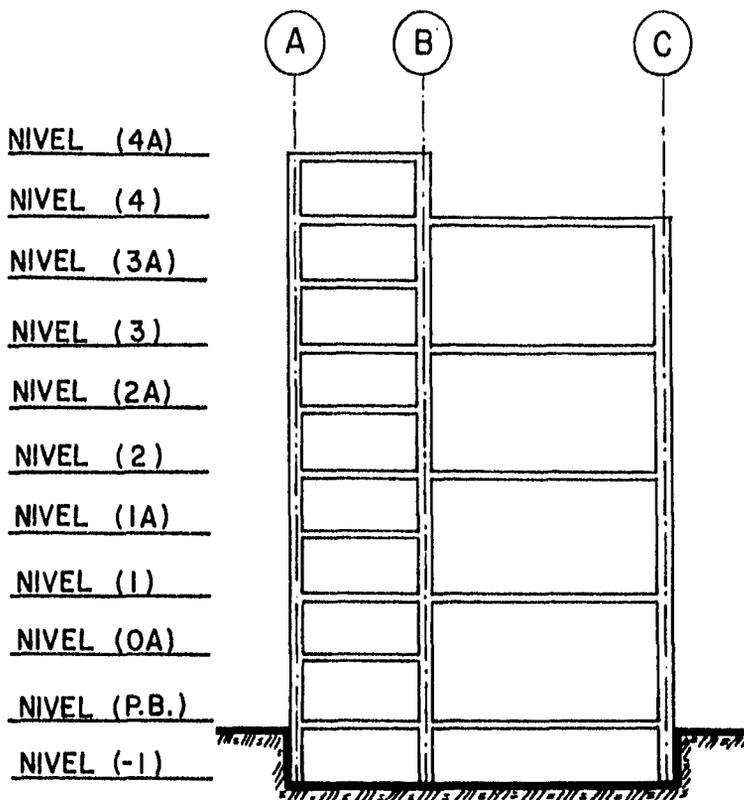


FIG. 1.6. Corte esquemático

FACTORES DE CARGA Y DE REDUCCION DE RESISTENCIA

Carga muerta más carga viva	F.C. = 1.5
Carga muerta más carga viva más sismo	F.C. = 1.1
Flexión	F.R. = 0.90
Cortante	F.R. = 0.80
Flexocompresión	F.R. = 0.60

CARGAS VIVAS

Estas cargas se valoraron de acuerdo al Reglamento para el D.F. y con información proporcionada por TELMEX para sus equipos.

En áreas de equipo telefónico	650 kg/m ²
En azoteas horizontales	200 kg/m ²

CARGAS ACCIDENTALES

Se consideró el efecto del sismo sobre la estructura de acuerdo con las siguientes características, en base al Reglamento de Construcciones del D.F.

SUELO TIPO	(II)
CONSTRUCCION DEL GRUPO	(A)
ESTRUCTURACION TIPO	(1)
COEFICIENTE SISMICO	0.48
FACTOR DE COMPORTAMIENTO SISMICO	2.00

Para obtener las fuerzas cortantes sísmicas de diseño que actúan sobre la estructura, se hicieron dos tipos de análisis, uno estático y otro dinámico; del cual se eligió el que predominaba según las características de la estructura.

Las fuerzas sísmicas serán resistidas por los nuevos elementos, la estructura actual solo transmitirá acciones gravitacionales.

Los cortantes sísmicos se distribuyeron entre los marcos y muros de cada dirección proporcionalmente a su rigidez y tomando en cuenta las torsiones sísmicas estáticas y accidentales.

El reporte de resultados de los periodos de vibración fue:

N -- S	0.57 seg
E -- W	0.59 seg

DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA

Los miembros estructurales existentes se revisaron y diseñaron reforzándolos respectivamente, conforme a las Normas Técnicas Complementarias para el D.F., en su parte 401 para estructuras de concreto.

El análisis de la estructura se realizó con un programa de computadora, tanto para acciones gravitacionales como accidentales, en la que los elementos mecánicos se obtuvieron con la ayuda del programa de análisis de marcos planos para computadora.

Para el diseño de los elementos adicionales se empleó el método de diseño por resistencias de acuerdo con el Reglamento de Construcciones para el D.F. y las Normas Técnicas Complementarias.

DESPLAZAMIENTOS

Los desplazamientos calculados, resultaron ser menores al máximo permisible según el artículo 244 del Reglamento, es decir, se verificó que los mismos fueran menores a 0.008 veces la diferencia de elevaciones.

I.5. MODIFICACION DE LOS ELEMENTOS DE LA SUPERESTRUCTURA

Las razones ya descritas en párrafos pasados, originan una serie de modificaciones en lo que es la superestructura del cuerpo.

Primeramente se tienen que modificar muros que se encuentran en ambos sentidos del edificio, los cuales son originalmente de block de cemento-arena.

Ahora se propusieron muros de concreto rigidizantes, los cuales se colocaron de manera de controlar las deformaciones y torsiones en la estructura a valores permisibles o inferiores a los establecidos por el reglamento.

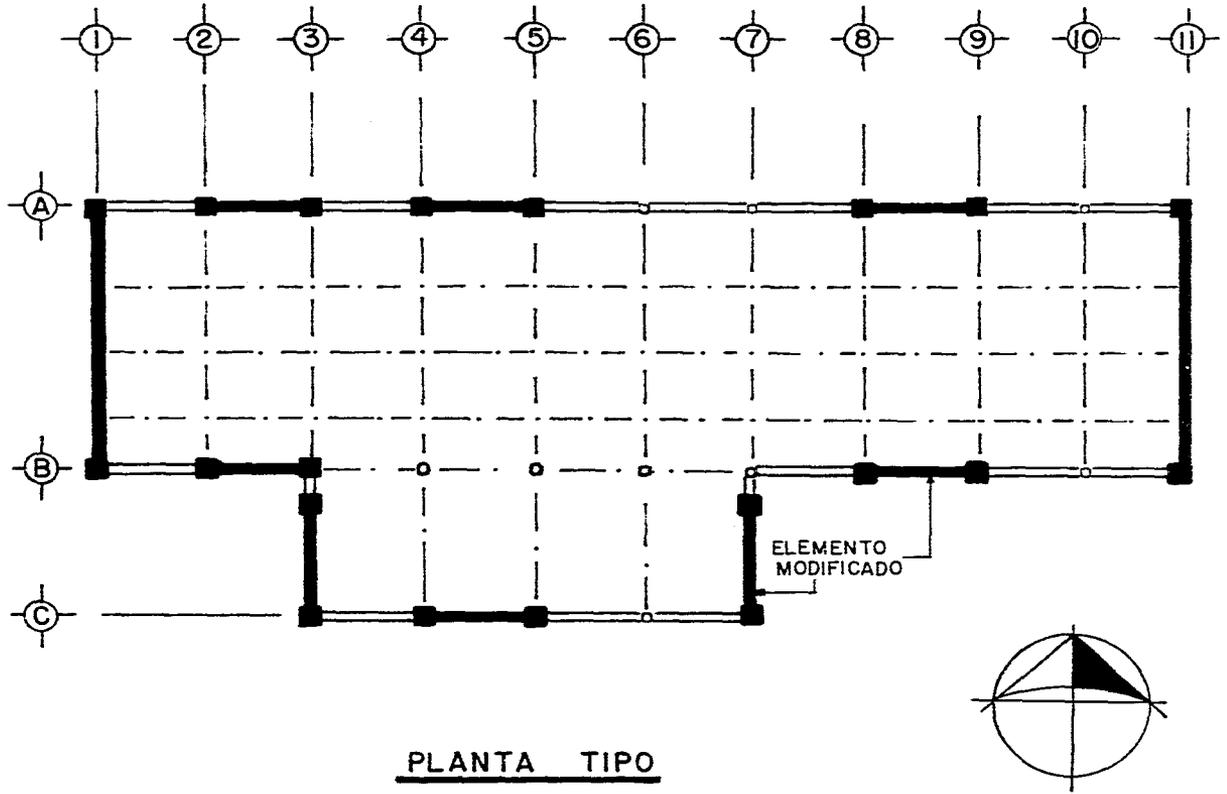
Los nuevos muros tomarán prácticamente todas las acciones sísmicas que se presenten en el futuro, quedando el resto de la estructura soportando únicamente acciones gravitacionales.

Producto de la modificación de los muros, se tiene la necesidad de reforzar las columnas que se encuentran a los costados de cada muro reforzado.

Por tal motivo, los únicos elementos que se refuerzan dentro del cuerpo de la superestructura, son un determinado número de muros y columnas.

En la figura 1.7 se muestra una planta tipo en la que se observa los elementos modificados de la superestructura.

FIG. 17. Muros y columnas modificados



PLANTA TIPO

II PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA RECIMENTACION

II.1. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO GENERAL

Los trabajos de recimentación se efectuarán siguiendo el procedimiento indicado a continuación :

- a)** Fabricación de los pilotes interiores y trabajos preparativos.
- b)** Perforación previa e hincado de los pilotes interiores.
- c)** Descabece de los pilotes interiores y excavación en zanjas para la construcción de los dados.
- d)** Construcción de la primera parte de los dados y fabricación de los pilotes exteriores.
- e)** Perforación previa e hincado de los pilotes exteriores.
- f)** Construcción de la parte complementaria de los dados.
- g)** Relleno en el espacio anular de la excavación.

II.2. TRABAJOS PRELIMINARES

PREPARACIONES EN LA LOSA

En cada sitio donde se ubica un pilote, se demolerá la losa de cimentación en una dimensión de 0.40 x 0.40 m cortando las varillas de refuerzo, dejando el cuadro demolido libre de obstáculos. La anticipación máxima de esta perforación al inicio de la perforación previa para el hincado de los pilotes es de cinco piezas.

PERFORACION PARA ANCLAJE

Será de 2" de diámetro, realizada sobre la losa de cimentación con máquina de rotación y broca adecuada; siendo una perforación por cada lado de la demolición anterior, a una distancia de 20 cm de paño a paño. Estas perforaciones tienen por objeto anclar parte de los elementos para formar un marco de reacción y servir de guía, el cual permitirá hincar los pilotes aplicando la carga establecida con el gato hidráulico, como se muestra en la figura II.1.

BOMBEO DE ACHIQUE

Por las perforaciones efectuadas en la losa, se filtra agua subterránea al cajón de cimentación, por lo que se debe disponer previamente un sistema de bombeo de achique, el cual estará formado por bombas de succión de 1 H.P. y un sistema de canalización adecuado que conduce el agua a algún cárcamo, para este último se puede aprovechar alguna de las demoliciones de 0.40 x 0.40 m. El bombeo de achique debe operarse sin interrupción las 24 horas del día, por lo que será esta una actividad continua mientras duren los trabajos de hincado de pilotes.

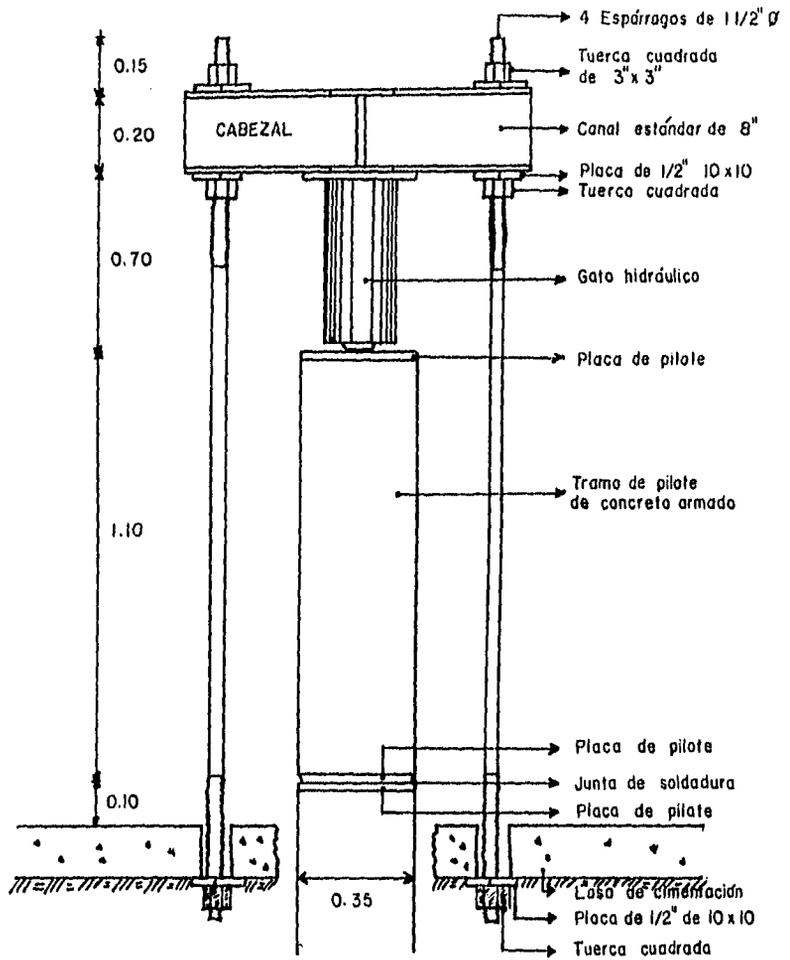


FIG. II.1. Carte esquemático del marco de reacción para hincado de pilotes interiores.

ELIMINACION DE INTERFERENCIAS

Es necesario retirar las siguientes instalaciones que interferían el hincado de pilotes :

- i) Los equipos de aire acondicionado
- ii) Los tanques de diesel
- iii) Equipo de bombeo

PREPARACION DE LOS PILOTES EXISTENTES

En los pilotes existentes se deberán eliminar los cubos de madera (como se observa en la fotografía 1) y apoyar los puentes metálicos directamente sobre la cabeza del pilote, utilizando una placa A-36 de 3/4" de espesor para uniformizar la transmisión de carga.



Foto 1.- Eliminación de los cubos de madera de los pilotes existentes.

II.3. PILOTES

IDENTIFICACION DE LOS PILOTES

Para facilitar la identificación de los pilotes y control de la obra, se enumeran los pilotes adicionales como se indica en el plano PC-1 (figura II.2).

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION

PERFORACION PREVIA

Para hincar los pilotes de punta adicionales se requerirá de una perforación llevada hasta 24.5 m de profundidad medida respecto del nivel de banqueta; el diámetro de la perforación será de 35 cm y deberá realizarse con broca de corona.

PROCESO DE HINCADO

El hincado de cada pilote se efectuará en un máximo de 18 horas después de concluida la perforación previa; deberá de contarse con un marco de reacción o bien apoyarse contra la estructura del edificio, en caso de que ésta tenga la capacidad requerida. Los pilotes se construirán en segmentos, hincándose uno a continuación de otro hasta que su punta alcance la Capa Dura que se encuentra a 26.50 m aproximadamente.

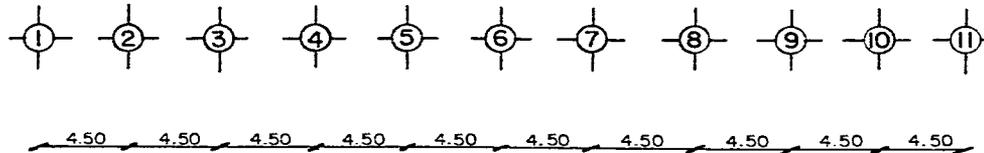
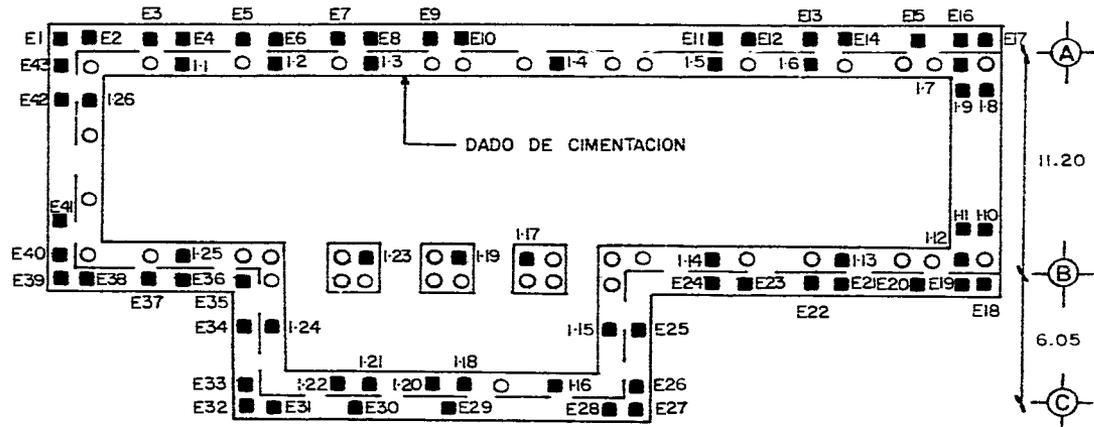


FIG. 11.2. Ubicación de pilotes existentes y pilotes adicionales.



PLANO PC-1

- PILOTES EXISTENTES
- PILOTES ADICIONALES

CONTINUIDAD DE LOS PILOTES

Es necesario que los pilotes tengan continuidad estructural para soportar tensiones y fuerzas de arrastre, lo cual puede lograrse soldando placas previamente colocadas en los extremos de cada segmento de pilote (figura II.3).

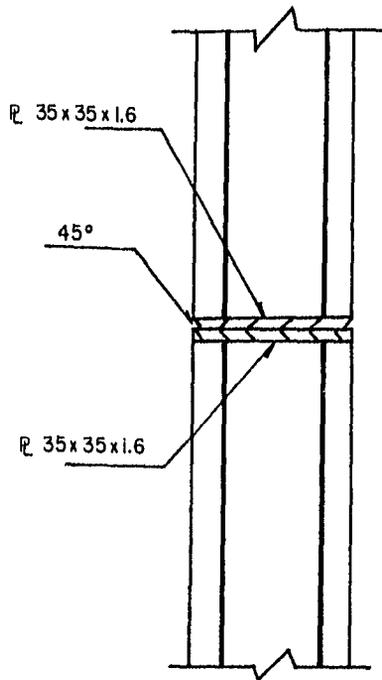


FIG. II.3. Continuidad de los pilotes

PRECARGA DE LOS PILOTES

Al finalizar el hincado, se aplicará una precarga de 150 ton en cada pilote para garantizar el apoyo de la punta de los pilotes adicionales y de los existentes, ayudándose del mecanismo de control; por tanto, este mecanismo se diseñará estructuralmente para una carga de trabajo de 136 ton y la carga temporal de 150 ton que únicamente operará una vez, durante la instalación.

II.4. PILOTES INTERIORES

FABRICACION

PLANTILLA

La cama de fabricación será compuesta por una plantilla de concreto simple con $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$, de 10 cm de espesor. La plantilla se construirá sobre una capa de arena fina de 30 cm de espesor, colocada directamente sobre el pavimento rígido del patio de la Central. La capa de arena tiene la función de aislar la plantilla del pavimento rígido. La superficie de la plantilla deberá ser lisa, plana y horizontal; el desnivel máximo permisible es de 1.0 cm en una distancia no menor de 10 m (fotogr. 2).

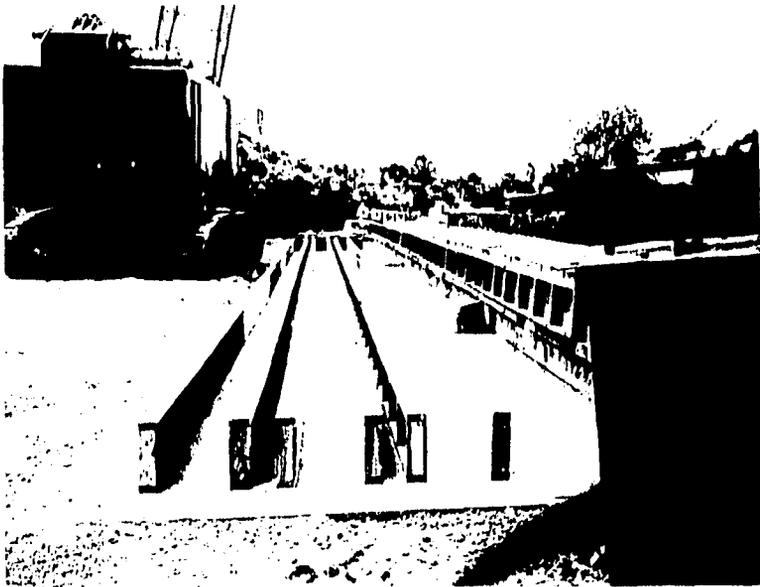


Foto 2.- Plantilla para la fabricación de pilotes

TRAMOS Y JUNTAS

Los pilotes tendrán dos tramos, contando de la cabeza hacia la punta, de 1.10 m de longitud, los siguientes seis de 1.30 m y los otros diez de 1.60 m. La unión entre los tramos serán con placas de acero soldadas (fig. II.4).

REFUERZOS

El armado de refuerzos de los pilotes se construye conforme al proyecto estructural, adicionando preparaciones necesarias para prevenir que los primeros tramos del pilote penetren por su peso propio.

COLADO Y CURADO

Los tramos de los pilotes se colarán en la cama de fabricación formando el pilote completo y en forma homogénea. La interrupción del colado en un mismo tramo de pilote no deberá ser mayor de 30 min. El curado se realiza con agua.

PERFORACION E HINCADO DE LOS PILOTES

PERFORACION PREVIA

Será de 40 cm de diámetro, sin extracción de material, hasta -25.50 m de elevación atravesando totalmente el estrato duro encontrado de 20.30 a 23.60 m de profundidad.

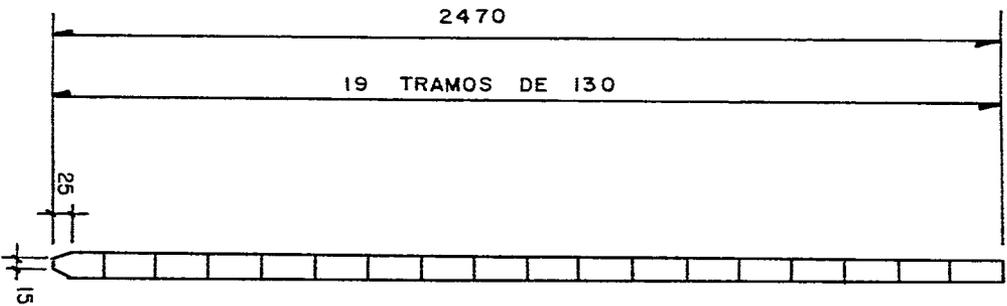


FIG. II. A. Tramos del pilote

SISTEMA DE REACCION

Será formado por un cabezal metálico en forma de cruz y cuatro espárragos anclados en la losa de cimentación actual. La altura total del sistema será de 2.10 m.

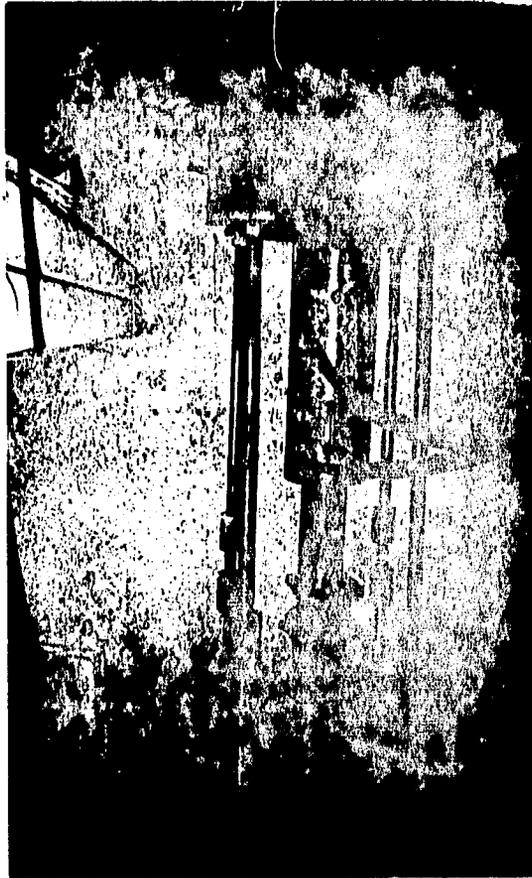


FOTO 3.- Sistema de reacción

EQUIPO HIDRAULICO

Será integrado por una bomba hidráulica eléctrica capaz de aplicar una presión de 700 kg/cm², con un manómetro calibrado de la misma capacidad; dos gatos hidráulicos, uno de modelo Enerpac RR-1006 y el otro RR-2006 o modelos equivalentes en tonelaje y en altura; mangueras adecuadas y accesorios de conexión.

HINCADO

Se esperan que los primeros tramos penetren por el peso propio del pilote, los siguientes se hincarán con el gato RR-1006 y sólo en los últimos, en los que la fuerza necesaria en el hincado supera la capacidad del gato RR-1006, se utiliza el RR-2006. Los pilotes se deberán hincar hasta que bajo una carga sostenida de 150 ton en dos horas, la penetración sea menor de 1.0 cm.

REGISTRO

Durante el desarrollo de la actividad de fabricación a hincado de los pilotes se deberán anotar los datos especificados de tiempos y de control de calidad.

ETAPAS DE ATAQUE

Los trabajos de perforación e hincado de los pilotes se desarrollarán respetando las etapas de ataque marcadas en el proyecto, con el fin de que la obra avance en forma rápida, continua y ordenada. Las etapas sólo marcan el orden de ataque de cada actividad; es decir que cada actividad debe desarrollarse en forma independiente sin necesidad de interrumpirse por cambio de etapas.

TIEMPO PERMISIBLE

El tiempo máximo permisible que transcurre entre el término de la perforación previa y el inicio del hincado del pilote correspondiente es de 48 horas. En caso de que por alguna razón se exceda este límite, se deberá repetir la perforación. El hincado de pilotes una vez comenzado deberá efectuarse en forma continua, sin interrupciones hasta que se finalice.

DEMOLICION DE LA CABEZA DE PILOTES

24 horas después del hincado del pilote se puede iniciar la demolición de la cabeza del pilote para preparar su unión con la estructura de la cimentación.

II.5. PILOTES EXTERIORES

FABRICACION

Una vez terminado de remover los pilotes interiores de la plantilla de fabricación, se ocupará la misma para la fabricación de los exteriores. Los tramos de éstos serán de 2.47 m cada uno. Para el armado (fotogr. 4) y colado de los pilotes, se deberán cuidar los mismos aspectos marcados para los pilotes interiores.



Foto 4.- Armado del pilote

PERFORACION PREVIA

Será de las mismas características que las interiores con la única diferencia de que se puede utilizar una máquina convencional en caso de que su uso sea favorable, ya que se desaparecen las limitaciones del espacio libre.

SISTEMA DE ANCLAJE

Se usará el mismo sistema de reacción aumentando únicamente la altura de 3.03 m de la superficie de la parte colada del dado al lecho inferior del cabezal.

HINCADO DEL PILOTE

Se siguen las mismas especificaciones para los pilotes interiores.

PREPARACION PARA SU LIGADO

24 horas después del hincado, se demolerá la cabeza del pilote la longitud especificada en el proyecto estructural, junto con la parte aladaña del dado y se colocará la parte faltante del refuerzo del dado.

LIGADO CON LA ESTRUCTURA

Se cuela la parte complementaria del dado ligando así los pilotes a la estructura de la cimentación.

PILOTES CON INTERFERENCIA

A continuación se tratan los pilotes con interferencias que son los E-2 E-3, E-14, E-16, E-19, e I-7 a I-12 (plano PC-1, fig. II.2).

PILOTES E-2 Y E-3

Por la interferencia con la acometida de cables se reubican estos pilotes coincidiendo con los ejes 1 y 2, su construcción e hincado se realizará siguiendo los mismos procedimientos de los pilotes exteriores.

PILOTE E-14

Tiene interferencia con registro de energía eléctrica abandonado, por lo que basta demoler éste y seguir el procedimiento normal de un pilote exterior.

PILOTES E-16 A E-19

Estos elementos tienen las mismas interferencias que son los cables de alimentación a la subestación de la energía eléctrica. Estos pilotes se colocarán a una separación mínima de 0.6 m del paño de los cables al eje del pilote, con el fin de poder aplicar el procedimiento constructivo de los pilotes exteriores. Por otra parte, se deberá proteger los ductos con una caja formada por placas de acero de 3/8" de espesor, debidamente apoyada.

PILOTES 1-7 A 1-12

Son pilotes interiores con la misma interferencia de los cables. Debido a la limitación del espacio, estos pilotes se fabricarán de tramos más cortos, de 1.20 m de longitud en los 15 primeros tramos, los siguientes 5 de 1.00 m y los restantes de 0.85 m. Los trabajos de perforación previa e hincado se realizarán de acuerdo con los procedimientos marcados para los pilotes interiores protegiendo los cables con una caja de acero reforzado.

II.6. DADO DE CIMENTACION

EXCAVACION

DIMENSION DE EXCAVACION

Las zanjas serán del ancho justo para la construcción del dado, de 1.25 m a partir del eje de las columnas. La profundidad de la excavación será 5 cm por debajo del lecho inferior del dado.

TALUD DE LA EXCAVACION

La excavación será con talud vertical, repellando éste con mortero cemento-arena reforzado con malla de gallinero; ésta será sostenida clavando dos hileras de varillas # 3, de 20 cm de longitud, a cada 2.0 m. El repellado se deberá aplicar conforme avance la excavación será 2.5 m horizontal y 1.0 m vertical (fotogr. 5).

ADEMES

Aparte del repellado, la excavación de los ejes A, B y 1. Se deberá aplicar un ademe formado con tablón de madera apoyado contra la pared del cajón con dos niveles de polín de madera, espaciados a 2.0 m. El sistema se retirará durante el colado, conforme suba el nivel de concreto.

BOMBEO

Se deberá implementar un sistema de bombeo de achique para mantener la excavación seca.



Foto 5.- Se aprecia el talud de la excavación

CONSTRUCCION DEL DADO

PLANTILLA

Sobre el fondo de excavación se cuela una plantilla de 5.0 cm de espesor, con concreto pobre de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$.

REFUERZO

Se armará el refuerzo de los dados como marcan los planos estructurales correspondientes, dejando únicamente los huecos de 0.40 x 0.40 m por donde se hincarán los pilotes. Los refuerzos longitudinales del lecho superior se colocarán después del hincado así como los tramos del estribo que pasan justamente encima de los huecos (fotografías 6, 7 y 8, así como la fig. II.5).



Foto 6.- Se observa los trabajos de armado del dado de cimentación.



Fotos 7 y 8.- Se aprecia el armado del dado perimetral exterior, así como las preparaciones para poder hincar los pilotes correspondientes.

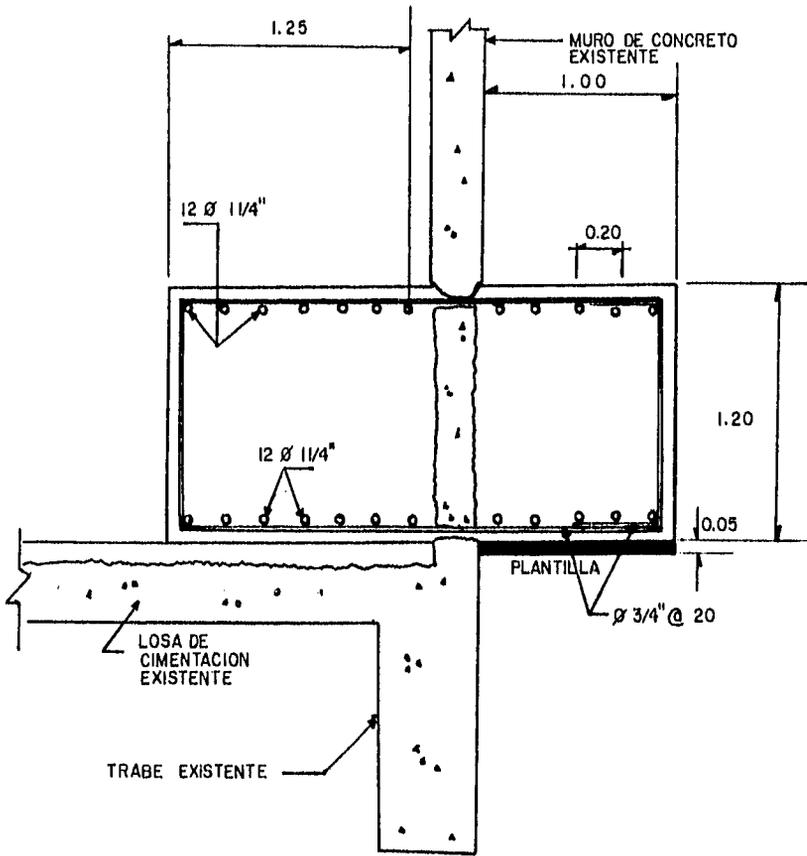


Fig. II.6. Corte estructural del dado de cimentación.

ANCLAJE DEL SISTEMA DE REACCION

Se colocará una tuerca de 1 1/2" de diámetro interior, de acero PSV 40 soldada en una placa de 3/4" de espesor, de 20 x 20 cm. Con el fin de proteger las cuerdas y evitar que entre concreto en la preparación, se colocará encima de la tuerca un tubo de PVC de 2" de diámetro (fotogr. 8) tapado en la parte superior. Todo el sistema deberá ser fijo y vertical para evitar los desajustes durante el colado.

COLADO

El colado de los dados se efectuará en dos etapas, una primera a 70 cm de altura para proporcionar la reacción necesaria para el hincado, para ligar los pilotes adicionales exteriores. Los pilotes existentes serán ahogados con los puentes apoyados en su cabeza. Los dados interiores podrán colarse completos en la primera etapa.



FOTO 8'.- Se puede apreciar la preparación para la colocación del sistema de reacción en el dado de cimentación exterior.

II.7. RELLENOS

Una vez colados los dados, el hueco de la excavación se rellena con material limoso de baja plasticidad, comúnmente denominado tepetale, pero cumpliendo con los siguientes valores máximos :

Límite Líquido	LL = 40 %
Índice de Plasticidad	Ip = 20 %
Límite de Contracción Lineal	Lc = 3 %

La compactación se realizará en capas de 20 cm de espesor.

II.8. CONTROL DE CALIDAD

Aunque se usen materiales de buena calidad, comprobada previamente, cabe siempre la posibilidad de desigualdad entre diversos mantos de un mismo yacimiento, diferencias en el contenido de humedad y descuidos al fabricar las mezclas. Por esta razón las pruebas más comunes y necesarias son las de revenimiento y ruptura por compresión.

PRUEBA DE REVENIMIENTO

Sirve para controlar la fluidez de las revolturas, expresada por medio de un índice en centímetros. Para esta prueba se usa un molde troncocónico, abierto en ambas bases. Sus medidas son : diámetro inferior 20 cm, diámetro superior 10 cm, altura 30 cm, se vierte el concreto por capas de 10 cm, picando cada capa 25 veces con una varilla del número 5 (5/8"). La tercera capa se enrasa al nivel del bordo del molde y éste se extrae cuidadosamente hacia arriba. Al faltar confinamiento, la revoltura se asentará tanto más cuanto mayor sea su fluidez. Colocado el molde vacío junto a la mezcla desmoldada, se mide la diferencia de enraques, siendo esta medida el "revenimiento" (slum-test). Cabe decir que el molde lleva en la parte inferior dos horejas horizontales que sirven para mantenerlo fijo con los pies mientras se va llenando y que para extraerlo lleva dos horejas verticales que se toman con las manos, debiendo hacerse la extracción en la forma más vertical posible.

TABLA DE REVENIMIENTOS ACONSEJABLES

<u>Elementos estructural</u>	<u>Revenimiento</u>
Trabes, losas y muros gruesos	8 a 12 cm
Columnas de poca sección y losas delgadas	16 a 20 cm
Elementos con mucho acero de refuerzo, muros delgados y en general secciones difíciles de colar	14 a 20 cm

PRUEBA DE RUPTURA POR COMPRESION

Para saber si el concreto que hemos fabricado alcanza las mismas resistencias que se supusieron al diseñar la estructura se toman cilindros que una vez fraguados se rompen a los 28 días por compresión ($f'c$) a los 28 días.

Los moldes son cilindros de 30 cm de altura y 15 cm de diámetro, que pueden abrirse en dos mitades verticales. Se llenan tomando revoltura de la misma procedencia que la usada para la prueba de revenimiento, haciéndolo por capas de 5 cm que se pican con la misma herramienta y número de golpes por capa; al enrasar se marcan con un número y se dejan fraguar 24 horas, al cabo de las cuales se sacan del molde los cilindros y se conservan en un medio húmedo hasta el momento de la prueba.

En una libreta se van consignando números del cilindro, hora y día de fabricación y elementos que se colaron con la revoltura que se está ensayando. Como se conocen los coeficientes de resistencia promedio a los 7 y 14 días, generalmente se toman tres cilindros de cada olla de revoltura y se ensayan según estos plazos, de modo que es posible conocer con relativa seguridad sin esperar a los 28 días la calidad del concreto obtenida, pudiendo en caso necesario tomar medidas drásticas si la resistencia probable no va a llegar al $f'c$ requerido.

TABLA DE VARIACION DE LA RESISTENCIA SEGUN LA EDAD DEL CONCRETO

<u>EDAD</u>	<u>% f'c</u>	<u>EDAD</u>	<u>% f'c</u>
1 día	35	1 año	175
7 días	70	2 años	200
14 días	82	4 años	215
28 días	100	5 años	225

Estos tiempos se reducen a la mitad con los cementos R.R.

Durante el desarrollo de la obra se ha tenido siempre una constante supervisión en la calidad de los materiales y de los trabajos a través de la compañía correspondiente, éstos son : concretos, aceros, soldaduras (bulbos), radiografías y compactaciones de tepetate. Algunas pruebas no han cumplido con las especificaciones por lo que se ha tenido que corregir o cambiar el elemento "malo".

En las dos siguientes ilustraciones se muestran unos ejemplos de lo anteriormente mencionado; primeramente se muestra el resultado de la prueba de calificación de habilidad de un soldador para poder trabajar en la obra, la cual fue de aceptable; sin embargo, en el segundo ejemplo, se muestra el reporte del laboratorio para la determinación del grado de compactación de tepetate utilizado como relleno para cubrir el dado de cimentación, el cual no cumplió con las especificaciones de Telmex, por lo que se ha de corregir.

OBRA :

**CERTIFICADO DE CALIFICACION DE HABILIDAD DE SOLDADOR
U OPERADORES DE MAQUINAS DE SOLDAR**

Empresa _____ Fecha 9 / MARZO / 91
 Nombre del Soldador JERONIMO GUERRA Marca J.G.
 W.P.S. N° 5/N Prueba No 01

PROCESO DE SOLDADURA	<u>S.H.A.W</u>	RANGD CALIF
Tipo (manual, auto, semiauto)	<u>MANUAL</u>	
Tipo de respaldo	<u>MEDIA CARA DE CORRE</u>	
METAL BASE		
Especificación Metal Base (1)	<u>VAR-600-42</u>	
Especificación Metal Base (2)	<u>ASIM A-36</u>	
ESPESOR	<u>1/4" (12.7mm)</u>	<u>SIN LIMITE</u>
DIAMETRO	<u>5/8" (15.8mm)</u>	<u>SIN LIMITE</u>
Penetración	<u>3/8" (9.5mm)</u>	<u>SIN LIMITE</u>
Filete	_____	_____
METAL DE APORTE	<u>SI</u>	
Especificación SFA	<u>S.I. y S.S.</u>	
Clasificación AWS	<u>E-7018</u>	
Flu	<u>4</u>	
Posición	<u>1-0</u>	<u>1-0</u>
Progresión de soldadura	<u>OSCILATORIA</u>	
Gas de protección	<u>N/A</u>	
Otros(1) gases	<u>N/A</u>	
Corriente	<u>DIRECTA</u>	
Polaridad	<u>INVERTIDA</u>	
Fuente (Arco sumergido)	<u>N/A</u>	

TIPO	RESULTADOS DE LA PRUEBA DE CALIFICACION	RESULTADO
<u>RADIOGRAFIA</u>	_____	<u>ACEPTABLE</u>
_____	_____	_____
_____	_____	_____

SI Aprobó el soldador

No de Prueba 090392-1 Conducida por TEC. RODOLFO GONZALEZ GARCIA
 Ensayado por PABLO GONZALEZ E.

Certificamos que los datos anotados son correctos y que los soldadores fueron preparados, revalidados y probados de acuerdo a los requerimientos de las Normas: ANSI D1.1

 ELABORÓ

 RECIBIO

RADIOGRAFIA Y SOLDADURA

3er Anillo de Circunvalación No. 202 Col. Granjas San Antonio Itzapalapa 05077 México DF Tel. 670-77-65 581-98-73 581-98-83

Fig. II.7. Certificado de habilidad aceptable de un soldador

DETERMINACION DEL GRADO DE COMPACTACION DE TERRACERIAS

CONSTRUCTOR:		REPORTE No. 01.	
UBICACION DE LA OBRA:		COMPACTACION DE: TEPETATE.	
FECHA DE PRUEBA: 17-NOVIEMBRE-93.		% DE COMPACTACION DE PROYECTO:	
DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO HUMEDO (P.V. ATERR.)			
1	CALA No.	1	2
2	PESO MATERIAL ESCAVADO (kg.)	2280	2450
3	PESO INICIAL (kg.)	6790	6690
4	PESO FINAL ARENA (kg.)	4465	4250
5	PESO ARENA DEPOSITADA (kg.) (3-4)	2325	2440
6	VOLUMEN ARENA (lit.) (3/4) (12/6)	1812	1902
7	PESO VOLUMETRICO HUMEDO (kg/m ³) (12/6)	1258	1288
DETERMINACION DE LA HUMEDAD DEL LUGAR			
8	RECIPIENTE No.		
9	PESO HUMEDO + TARA (gr.)	200.0	200.0
10	PESO SECO + TARA (gr.)		
11	DIFERENCIA AGUA (gr.) (9-10)	44.7	46.3
12	PESO TARA (gr.)		
13	PESO SECO (gr.) (10-12)	155.3	151.7
14	HUMEDAD (%) (11/13) (100)	28.9	31.8
RESULTADOS FINALES			
16	LOCALIZACION	EJES	
		TRAMO	PASO PEATONAL
16	PROFUNDIDAD BORDO (cm.)		14.0 15.0
17	PESO VOLTCO. SECO MAX. (kg/m ³) - DE GRAFICA -		1235 1235
18	PESO VOLTCO. SECO DEL LUGAR (kg/m ³) $\frac{151}{100 \times 0.116}$		976 977
19	HUMEDAD OPTIMA (%) - DE GRAFICA -		43.5 43.5
20	HUMEDAD DEL LUGAR (%) (14)		28.9 31.8
21	% DE COMPACTACION (18/17) (100)		79.0 79.1
OBSERVACIONES: EL PORCENTAJE DE COMPACTACION NO CUMPLE CON LAS ESPECIFICACIONES DE TELHEX.			

Fig. II.8. Resultado que arrojó el laboratorio a pruebas de compactación, las cuales no cumplieron las especificaciones.

III PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA SUPERESTRUCTURA

III.1. TRABAJOS PRELIMINARES

Una vez avanzado con los trabajos de cimentación, se continúa con la modificación de la superestructura, comenzando con la construcción de las nuevas columnas y siguiendo con los muros.

Los principales trabajos para la construcción de los nuevos elementos de concreto reforzado de la Central, son la de eliminar interferencias, la de escarificar los muros y columnas existentes (solamente donde van a ir adheridos los nuevos elementos) y la de demoler los muros de donde van a ser reemplazados.

ELIMINACION DE INTERFERENCIAS

Se tiene que retirar o proteger los equipos de aire acondicionado, además hay que proteger los diferentes equipos y controles de cómputo y de comunicaciones que se encuentran instaladas en las diferentes salas del edificio.

Construcción de tapias y de muros falsos (fotogr. 9) y una constante limpieza de todas las áreas para que no se concentre el polvo producido por los trabajos de demolición, evitando de esta manera el deterioro de los delicados y sofisticados equipos con que cuenta la Central, ya que ésta se encuentra operando.

También se tienen que modificar las instalaciones de aire acondicionado, eléctricas e hidrosanitarias que se ven afectadas para construir los nuevos muros para que el Centro de Trabajo no deje de laborar



Foto 9.- Se observa uno de los muros falsos que se tuvieron que levantar para proteger los equipos en operación de la Central.

ESCARIFICADO

Los muros existentes de la fosa de cables son de concreto armado, tanto éstos como las columnas que van a ser modificadas tendrán que ser escarificadas para que tengan la adherencia suficientes con las nuevas secciones de concreto.

DEMOLICION DE MUROS

En algunas secciones, los muros de la planta baja al último nivel que son de block, serán reemplazados por los nuevos elementos de concreto armado, por lo tanto, se tienen que demoler los ya existentes, no sin antes haber protegido las áreas de equipo y de trabajo afectadas por la obra.

III.2. COLUMNAS

El principal problema en la construcción de columnas de concreto armado es mantener la colinealidad de sus ejes, prácticamente no se pueden tolerar diferencias. Este problema se agrava donde el subsuelo es como el de la Ciudad de México, en que se presentan movimientos exagerados en la cimentación conforme se va cargando la estructura. Al cimbrarse deben de revisarse con la plomada por sus cuatro costados antes de colar, donde va la estructura se debe trabajar llevando los ejes que teóricamente serían verticales a escuadra con la losa del nivel en que se desplantan y en las de fachada, además deben llevarse hilos de centros desde los niveles inferiores, por la cara frontal.

Por cuanto se refiere a los armados no hay que olvidar las especificaciones relativas a empalmes y debe dejarse siempre un anillo a 4 cm abajo del lecho del corte superior, este corte se procurará hacerlo exactamente al nivel del lecho bajo de las trabes que se asentan sobre la columna. Cabe advertir también que los anillos de la columna no deben interrumpirse en el espacio correspondiente al peralte de la trabe, sino proseguirse conforme a la repartición y diámetros indicados para el fuste de la columna.

Si el colado se hace con bomba, la manguera debe introducirse hasta el nivel más bajo de la cimbra e ir subiendo, pero si el concreto se deposita con botes, no debe hacerse el vertido desde alturas mayores a 2.40 m pues la mezcla se disgrega al caer; en este caso de columnas de mucha altura es necesario dejar en la cimbra aberturas llamadas alcancías para verter el concreto desde alturas menores. Estas alcancías deben poderse obturar firmemente al llegar el concreto a su nivel, para poder proseguir el colado hacia arriba.

Cuando el concreto no es vibrado correctamente, se observan en las caras de la pieza defectos consistentes en aglomeraciones de agragado grueso sin lechada en vez de una superficie tersa y homogénea, la razón es precisamente la disgregación de la revoltura, por lo que la lechada se pierde o acumula indebidamente en algunos puntos,

son pues sintomáticos estos defectos de otros iguales en el interior de la masa de concreto, no bastará pues resanarlos superficialmente como algunos constructores lo hacen, la única solución en estos casos es desechar la pieza y ordenar su demolición.

Los errores tolerables en columnas y muros son :

Desplomes : $1/500$ de altura.

Desviaciones : Un centímetro por entreje o un centímetro por cada diez metros de longitud o latitud de la construcción.

Errores seccionales : No mayores a $1/100$ del perímetro de la sección.

La ampliación de sección de columnas se lleva a cabo sólo en los extremos de donde se construirán los muros de concreto reforzado. Estas columnas van a estar envolviendo a las ya existentes, habiendo antes picado el concreto en la columna original para unirla con el concreto nuevo. Estas irán desde el nivel de abajo que es la fosa de cables hasta el último nivel que corresponde al de la azotea, y son clasificadas de cuatro tipos como se muestra en la figura III.1.

Las nuevas estructuras de las columnas quedan de la siguiente forma :

Para el tipo " A ", la sección nueva es de 0.59×0.94 m envolviendo a la anterior de sección 0.70×0.35 m, armada con ocho varillas de 1" de diámetro distribuidas una en cada extremo y las cuatro restantes en la zona media de los lados mayores con las cuales se anclará el armado del nuevo muro y estribos "v" dobles de $5/8$ " de diámetro a cada 20 cm (fig. III.2).

Las columnas tipo " B " son de 0.35 x 0.43 m, pero con las nuevas secciones quedan de 0.62 x 0.75 m y está armada con ocho varillas de 1" de diámetro, colocadas dos en cada extremo y usando estribos "v" dobles de 5/8" de diámetro a cada 20 cm (fig. III.3).

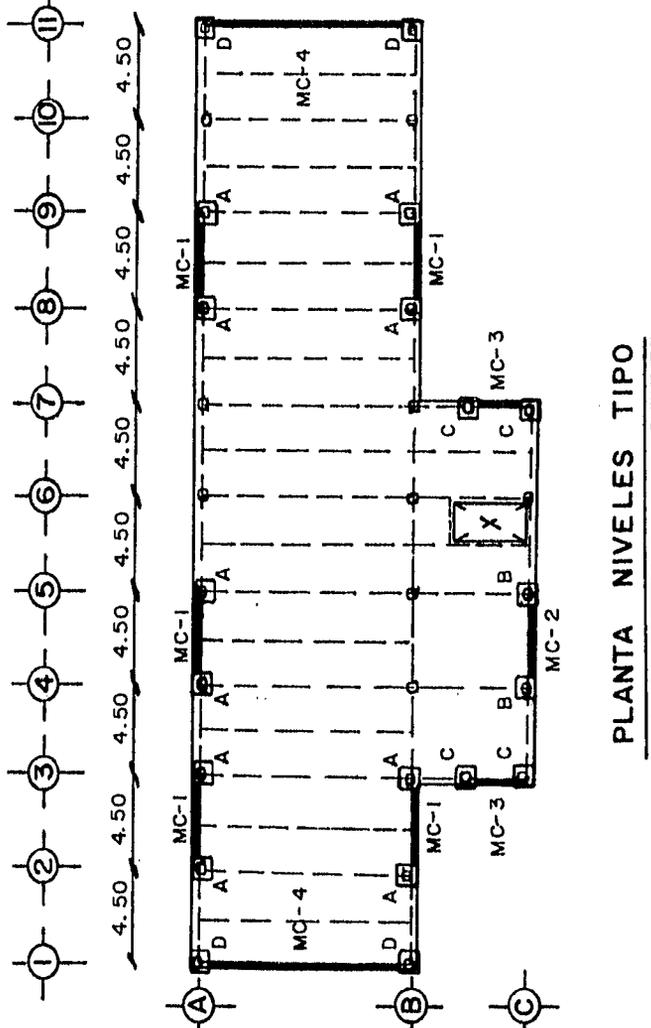


Fig. III.1. Elementos a modificar de la superestructura

Para las columnas tipo " C " la original de 0.35 x 0.40 m queda ahogada en la nueva de sección 0.80 x 0.60 m, armada con ocho varillas de 1" de diámetro distribuidas una en cada extremo y las cuatro restantes colocadas dos en cada lado largo a distancias iguales, en estas últimas varillas irán estribos internos dobles triangulares de 5/8" de diámetro a cada 20 cm pasando por una parte dentro de la columna original para anclar por una perforación previa, los estribos externos también serán triangulares dobles y pasan por los extremos, siendo éstos de acero de 1/2" de diámetro, colocados a cada 20 cm (fig. III.4)

Para las columnas tipo " D ", que son la de los muros de las cabeceras del edificio, originalmente son de 0.35 x 0.70 m de sección y son modificadas a 0.60 x 1.00 m, reforzándose con diez varillas de 1 1/4" de diámetro, repartidas en sus cuatro lados y combinando estribos "u" de 5/8" de diámetro a cada 20 cm también (fig. III.5), y por una cara de la columna original, haciendo contacto con ésta, se adosa una placa de acero de 1.6 cm de espesor (fig. III.6), en la cual van soldados los extremos de los estribos "u", formando así la nueva estructura de la columna.

En todas las columnas el recubrimiento original se demuele hasta ser descubierto el armado de la columna existente sin alterarlo ni dañarlo.

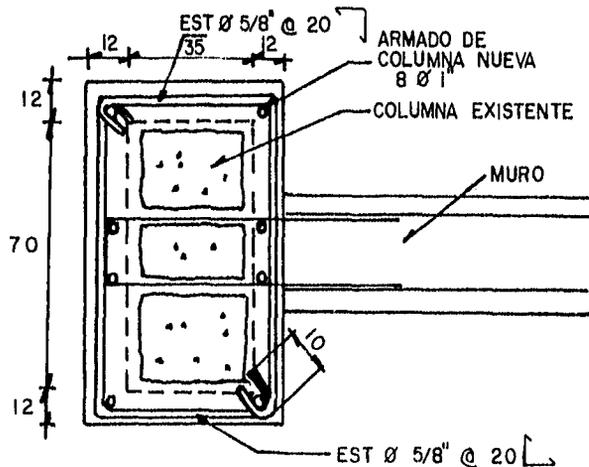


Fig. III.2. Columna del tipo " A "

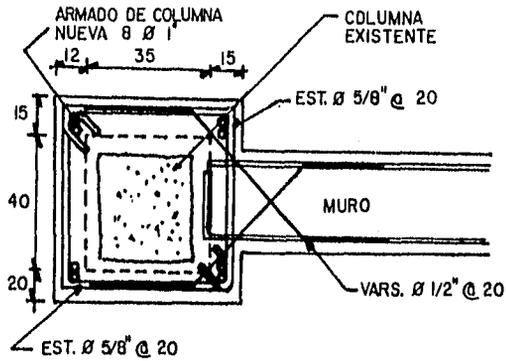


Fig. III.3. Nueva columna tipo " B "

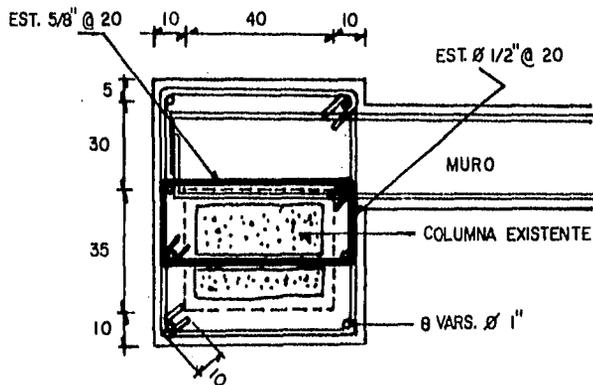


Fig. III.4. Armado de la columna " C "

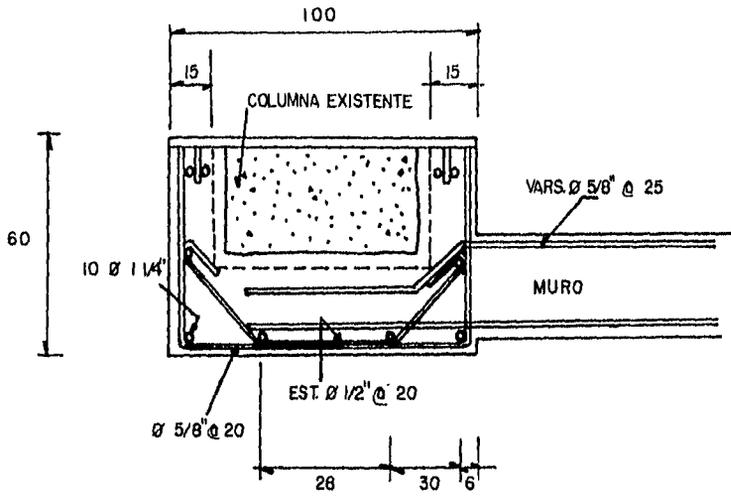


Fig. III.6. Columna nueva tipo "D"

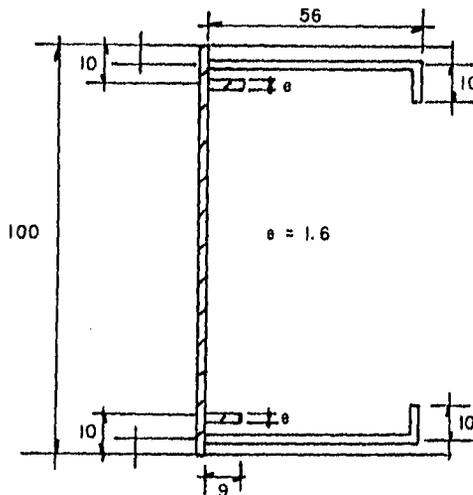


Fig. III.6. Detalle de la placa de acero utilizada en las columnas tipo "D"

En la fotografía 10, se observa el escarificado del concreto de la columna original, así como el armado adicional, modificando de esta manera la sección de la columna existente. (Se convierte en una de tipo " C ").



Foto 10.- Modificación de una de las columnas del edificio al tipo " C "

III.3. MUROS

MUROS DE CONCRETO ARMADO

A la vez que se van levantando las nuevas columnas, también se arman los refuerzos de los nuevos muros, los cuales darán una adecuada rigidez y son colocados en ambas partes del edificio de manera de controlar las deformaciones y torsiones en la estructura y se encargarán de absorber los efectos de sismo que en un futuro se presenten, quedando el resto de la estructura soportando únicamente acciones gravitacionales.

Los muros de concreto armado trabajan como columnas, en consecuencia su armado es semejante.

No deben tener menos de 10 cm de espesor, sin embargo tratándose de muros de carga que trabajan como columnas, su espesor mínimo resulta actualmente de 30 cm conforme a las más recientes disposiciones del D.D.F.

En cualquiera de los dos casos, el esfuerzo dificulta el colado y por tratarse de piezas de mucha altura siempre habrá el peligro de que se segregue el concreto en la caída. Por lo que es muy conveniente dejar en el molde alcancías a cada 120 cm de altura aproximadamente para introducir el colado sin una caída exagerada.

Por tener siempre un volumen bastante grande, el peso y el empuje que ejerce el concreto fresco sobre molde y cimbras puede botarlas o desplomarlas por lo que debe tenerse especial cuidado. Los errores tolerables son los mismos que se fijan para columnas de concreto armado.

RESISTENCIA EN LOS MUROS

Un muro podrá resistir en la base su peso propio más las cargas verticales que recibe de niveles superiores, si la anchura de su base es la correcta de acuerdo con el material de que está hecho.

En otras palabras si satisface la condición :

$$\text{Area de apoyo} = \text{Carga recibida} / \text{Resistencia unitaria}$$

Recordando que :

$$\text{Area de apoyo} = \text{Largo} \times \text{Ancho}$$

Pero en cuanto sobrepasa en altura o longitud una cierta relación entre ésta y el momento de Inercia de su sección transversal, considerada perpendicularmente a la dimensión que estudiamos, lo que era una pieza corta se transforma en una pieza larga, apareciendo flexiones que lo harán fallar por pandeo. El Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y las Normas Técnicas Complementarias fijan con minuciosidad los métodos para proporcionar y revisar los muros a carga axial, sismo y pandeo.

ACERO DE REFUERZO

En los orígenes del concreto armado se usaron diversos tipos de acero de refuerzo, habiéndose llegado a usar barras de sección cuadrada y flejes de acero para los estribos. En la actualidad en México se usa exclusivamente el acero de sección circular denominado comúnmente "varilla corrugada", porque en efecto lleva diversos tipos de corrugación, aunque para el acero de 6.5 mm de diámetro o número 2, conocido comercialmente como alambón se fabrica únicamente liso.

La colocación del concreto también ha variado, pues se usaban barras con directrices curvas, que seguían a las isostáticas determinadas por el Círculo de Mohr o Círculo de Esfuerzos o bien a semejanza de tensores que van del apoyo superior a varios puntos del lecho bajo con los cuales se tomaba directamente la tensión diagonal y no con estribos. Estos sistemas aunque buenos, resultan muy imprácticos, por lo que actualmente se usan casi exclusivamente las barras dobladas o columpios y las barras rectas largas y cortas o bastones que son más prácticas para diámetros mayores al número 6 y aceros grado duro. Algo semejante hay que decir de los estribos cuyo nombre deben a que originalmente eran abiertos por la parte superior, actualmente son cerrados por lo que también se les denomina "anillos".

GANCHOS Y DOBLECES

Las dimensiones de las barras rectas y los cambios de dirección deben ajustarse exactamente al proyecto, por lo que en la obra se hacen las mesas de trabajo (fotografía 11).

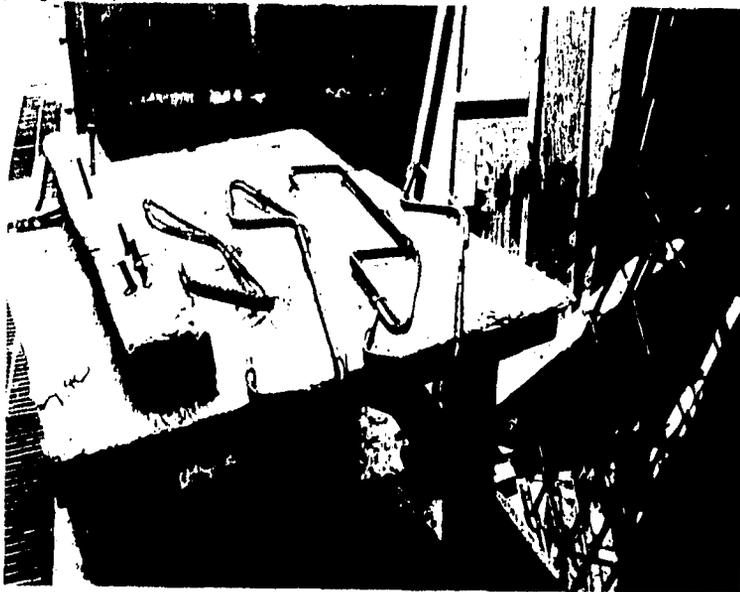


Foto 11.- Se observa una de las mesas de trabajo que se hicieron en la obra para elaborar ganchos y dobleces de acero.

Los dobleces para ganchos o cambios de dirección deben hacerse en frío, alrededor de un perno en máquina dobladora, aunque para las varillas del número 2 al 5 se admite que se hagan con una "grifa".

EMPALMES

Están determinados por la fórmula :

$$L_e = d f_s / 4 u$$

en que : ***L_e*** es la longitud del empalme
 d es el diámetro de la varilla
 f_s es el coeficiente de trabajo del acero
 u es el coeficiente de adherencia

u se puede considerar como 0.05 *f_c* pero no más de 14 kg/cm². Pero nunca será mayor a 30 diámetros para Acero Grado Estructural ni a 40 diámetros para Acero Grado Duro.

Deben evitarse empalmes en secciones de máximo esfuerzo de tensión. Nunca deben hacerse todos los empalmes en el mismo plano transversal.

Cuando se trate de varillas del no. 7 en adelante, en vez de empalmes, se prefieren hacer soldaduras a tope. En este caso se cortan las puntas a 45°, como si fueran la punta de un lápiz, se pone a tope y se sujetan con un ángulo soldado en ambas barras, luego se rellena el corte de las barras con cordones de soldadura, caldeando perfectamente cada cordón antes de poner el siguiente; se usa soldadura eléctrica "de toda posición" y requiere de mano de obra cuidadosa.

CIMBRA

Aunque por extensión llamamos cimbra a toda la obra falsa que se hace para moldear la estructura de concreto armado, en sentido más propio, se divide en dos : Los moldes o encofrados que deben poder resistir los empujes de concreto fresco, semejantes a los de un líquido, y la cimbra que es una estructura provisional hecha para soportar y mantener en los sitios adecuados a los moldes. En consecuencia deben tener las secciones adecuadas para soportar las cargas gravitacionales y dinámicas a que se verán sujetas durante la ejecución de la obra, el fraguado y el desmoldado. Pueden ser de madera o metálicas.

CONCRETO

El concreto deberá tener un $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, será de clase I, con un Peso Volumétrico mayor o igual que $2,200 \text{ kg/m}^3$; el Tamaño Máximo de los Agregados será de 2.0 cm.

El concreto deberá transportarse de la tolva de salida de la revolvedora al molde de modo que no haya segregación. Deberá evitarse el rebalido, por lo que cualquiera que sea el procedimiento de transporte se depositará directamente en su sitio y sin ser traspaleado.

El transporte se hace por medio de máquinas de bombeo especiales y tuberías de diámetro entre 10 y 15 cm (fotografía 12). No deben tener más de 100 m de longitud y tanto al terminar de usarse como antes de empezar el bombeo deben revisarse y limpiarse perfectamente. Para estar seguros de que no existe un tapón en ellas; generalmente se introduce una bola de papel mojado y se aplica el dispositivo de bombeo. También pueden estar apoyados transportando en carretillas, en carros que pueden subirse por un malacate o bien por medio de botes alcoholeros.

Cuando el concreto se envíe para abajo en los desplantes de muros, pueden usarse canalones de lámina con suficiente pendiente.

Se deben compactar vigorosamente el concreto al colarlo, esto se hace con vibradores. El vibrado se debe hacer al propio tiempo que se va depositando el concreto en el molde.



Foto 12.- Suministro de concreto por medio de bombeo.

PROCEDIMIENTO PARA UNIR CONCRETO VIEJO Y NUEVO

Este método se utilizará en las diferentes etapas de construcción de los muros, así como en las columnas y dado de cimentación con el fin de que las estructuras sean homogéneas y consiste en lo siguiente :

- 1.-** Preparar la superficie del concreto viejo dejando una superficie perfectamente rugosa, y libre de polvo, grasas y material suelto.
- 2.-** Saturar con agua la superficie desde 2 horas antes del colado.
- 3.-** Emplear en el nuevo concreto un aditivo estabilizador no metálico.

TIPOS DE MUROS

Para la reestructuración de la Central se proyectaron cuatro tipos de muros de concreto armado, denominados :

MC-1, MC-2, MC-3 y MC-4

En la fotografía 13, se puede observar la colocación de la varilla en el desplante de un muro tipo MC-1.

Las características de armado y dimensiones, así como de sus ubicaciones en el edificio, se especifican y detallan en los croquis que anexo a continuación.

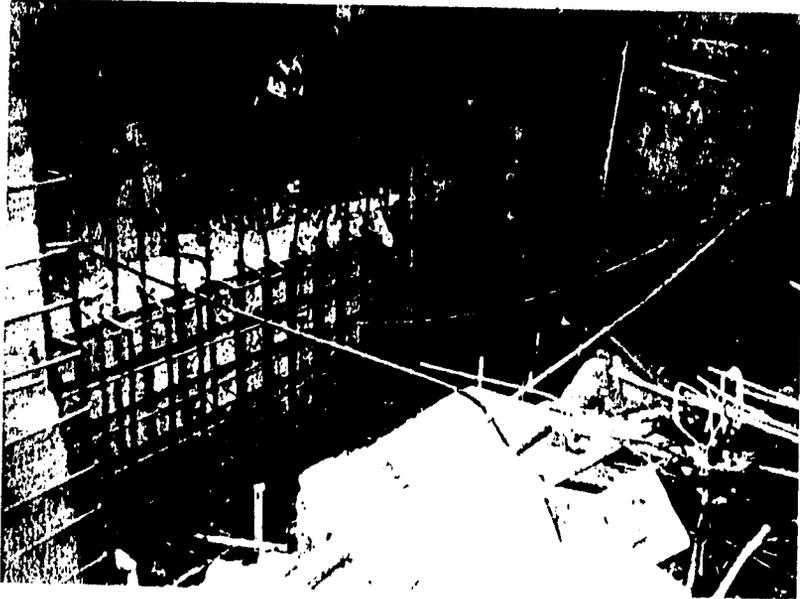
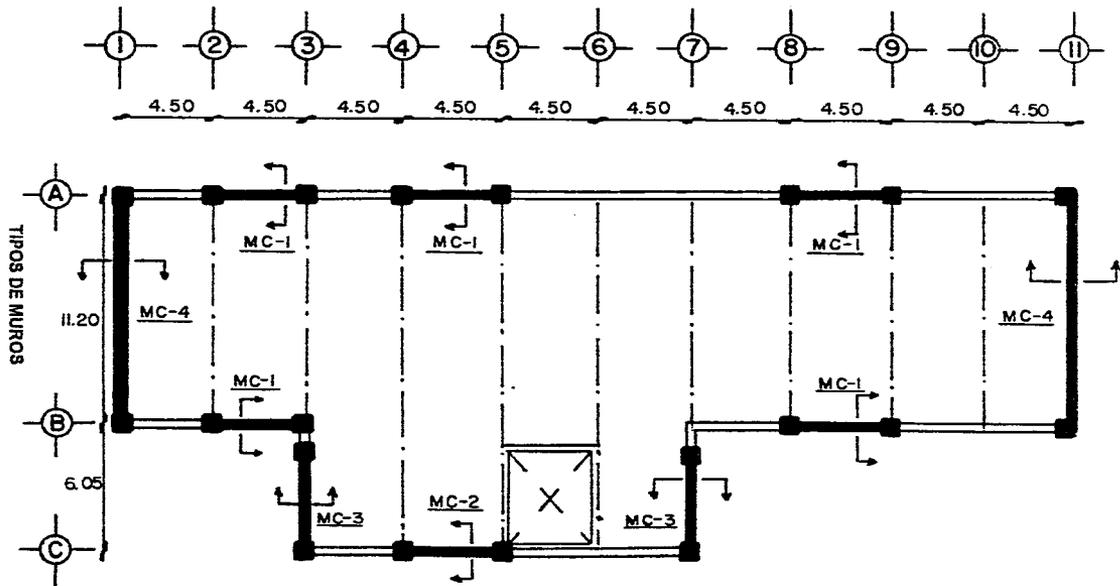
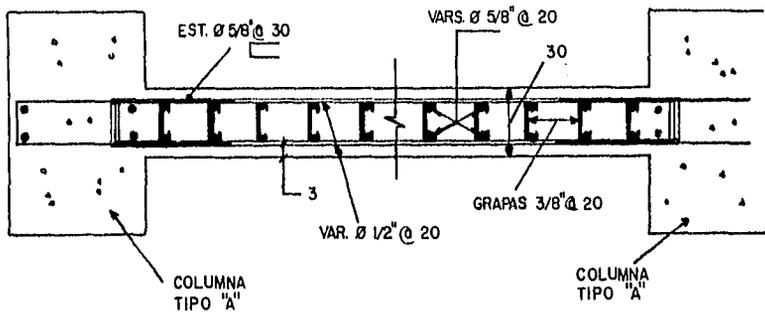


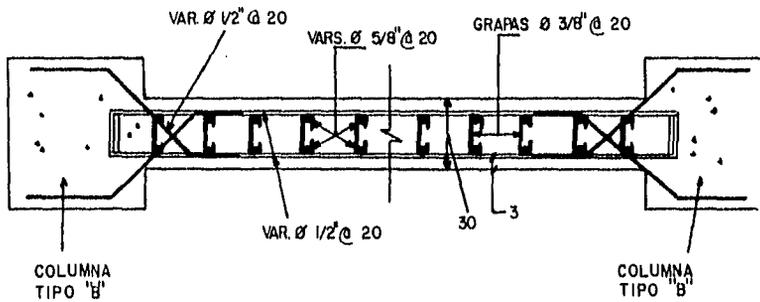
Foto 13.- Colocación de varilla para elaboración de un muro tipo MC-1.



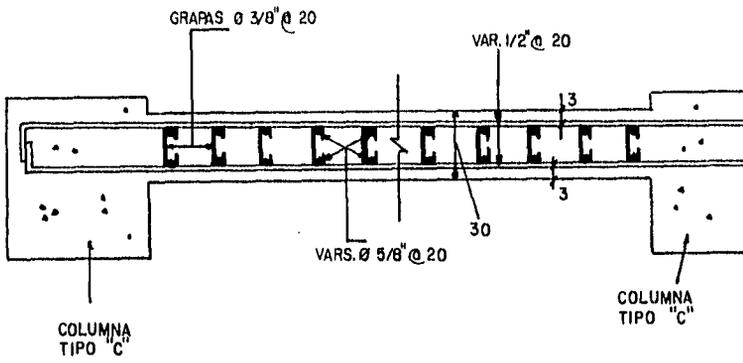
PLANTA NIVELES TIPO



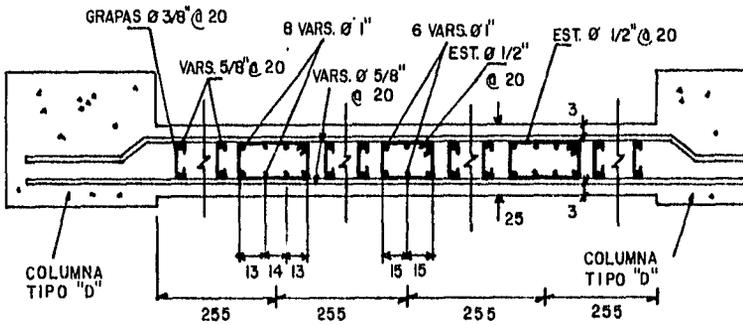
MURO MC-1



MURO MC-2



MURO MC-3



MURO MC-4

III.4. CONTROL DE CALIDAD

Así como para los trabajos de cimentación, en los de la construcción de la superestructura es necesario también evaluar el control de calidad con que se trabaja y esto se logra contando con uno o más laboratorios que se encarguen de ello.

En esta etapa se tiene especial atención en la calidad de los aceros, de los concretos y de la calificación de la mano de obra principalmente.

LIMPIEZA DEL ACERO

Las varillas deberán estar limpias de herrumbre, grasa, pintura y en general cualquier suciedad, por lo que si no satisface estas condiciones, antes de colocarse en los moldes deben limpiarse por procedimientos manuales o mecánicos. Los manuales consisten en cepillos de alambre y los otros en cepillos circulares montados en un eje movidos por un motor, cuando las varillas han estado almacenadas en lugares húmedos, las capas de óxido llegan a ser tan espesas que una vez limpio el acero queda el diámetro muy mermado, por lo que deben rechazarse o emplearse conforme el diámetro real y no al nominal.

MUESTREO Y ENSAYE DE CONCRETO

Ya se ha mencionado la importancia que tiene un concreto y por lo cual es indispensable tener la seguridad de que el concreto que se suministra cuenta con las características y especificaciones solicitadas. A continuación se ponen los resultados que arrojó el laboratorio sobre un muestreo realizado de ciertas secciones de muros. También en el siguiente resumen se pueden observar los resultados de resistencia obtenidos en el muestreo que para efectos de control de calidad se realiza específicamente del concreto 250 R 20-14.

MUESTREO Y ENSAYE DE CONCRETO

CONTROL VISITAS

ESTE INFORME NO DEBE SER ELIMINADO, NI REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION PREVIA DEL LABORATORIO. EL INFORME DE LA PRUEBA SE REPITE EXCLUSIVAMENTE A LAS MUESTRAS ANOTADAS. RETORNO EN PRUEBA SUPLENTE: CON L-101, 0-101, 0-102, 0-103, 0-104 Y 0-07

ACREDITAMIENTO NUMERO: C-027-70/93

CLIENTE: GENERAL TELEFONICA

FECHA: 4 MAYO '94

PROYECTO: INK

ESTACION: 101/98

OTRO: 118

MUESTRA No.	PLANTA PRE-MEE CLADORA	No. MEMBRON	DIMENSIONES	EJE	CANTIDAD	VOL. OLLA	RECORRIDO	P. V.	REV. CMT.	PLANTA PRE-MEE CLADORA	No. MEMBRON	VOL. OLLA	RECORRIDO	REV. CMT.
31		110309	250 A N	20	12	7	11:10	11:40	15					
32		110304	250 A N	20	12	7	12:30	12:52	14					

MUESTRA No.	LOCALIZACION	CONTROL DE REQUEMIENTOS												
		3 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS	35 DIAS	42 DIAS	49 DIAS	56 DIAS	63 DIAS			
31	MURO 1 Y ENTRE EJE: A-B	135	135											
32	MURO ENTRE EJE 2-3, EJE B	136	136											

OBSERVACIONES: CONCRETO BOMBEADO

ENCARGADO: _____ MESA ANTERA: _____

CUMPLE: _____ MESA SALIDA: _____

REVISOR: _____ MESA ENTRADA: _____

FECHA: 27 MAYO 1994

Con referencia a la mano de obra, ésta es calificada por el personal o compañía correspondiente.

IV CONCLUSIONES

Existen varios puntos que se pueden resumir del presente trabajo de los cuales destacan los siguientes :

Para que una obra de ingeniería civil tenga el éxito esperado, es de vital importancia que se cuente con el procedimiento de construcción óptimo y que éste se ejecute tal y como haya sido establecido.

Para el caso específico de esta obra, la cual es una reestructuración de una edificación, su proceso constructivo tuvo cierto grado de dificultad debido a que fue una obra en la que se le tuvieron que anexar elementos estructurales al cuerpo existente, por lo que se tuvo que realizar, entre otras cosas, lo necesario para unir elementos viejos con nuevos. Otras de las situaciones por lo cual se tuvo especial cuidado es que la Central se encontraba ocupada por personal de Telmex, así como se alojaban equipos delicados y sofisticados en operación, por lo que se mantuvieron trabajando afanadoras en todo el edificio durante las horas de trabajo para mantener la obra limpia.

Otro punto de cuidado fue el grado de dificultad para añadir pilotes a los ya existentes, debido a que éstos fueron hincados desde el sótano, haciendo especial este trabajo.

Cabe mencionar la importancia que tiene una revisión estructural, como una medida de seguridad necesaria para edificaciones construidas con reglamentos diferentes a los actuales, para así poder adecuarlos y que cubran las especificaciones de los nuevos reglamentos de construcción.

Es válido citar que el Reglamento de Construcción se había elaborado teniendo contemplado situaciones de sismos inferiores a los ocurridos en el año de 1985, pero debido a estos acontecimientos se tuvo que llegar a la necesidad de modificarlo.

Se ha insistido en el uso del reglamento, pero hay que considerar que las teorías y expresiones matemáticas que aparecen en el Reglamento y en sus Normas Técnicas Complementarias, no son las únicas; y el uso de otras técnicas es permitido, siempre y cuando estén fundamentadas adecuadamente.

Se tiene que considerar que la Ingeniería Civil no tiene límites por los reglamentos que la rigen, ya que esto permite tener abierta la creatividad de los Ingenieros civiles para tener un constante avance en beneficio de la sociedad.

BIBLIOGRAFIA

ESTA TESIS NO SE DE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- 1.- Departamento del Distrito Federal (1987). "Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal", Gaceta oficial del D.D.F., Quinta Epoca No. 9.
- 2.- Ingeniería Experimental, S.A. (abril de 1970). "Estudio del subsuelo y recomendaciones para la cimentación de la Central Telefónica Coapa del Conjunto Habitacional Narciso Mendoza".
- 3.- Geosistemas, S.A. de C.V. (agosto de 1990). "Exploración Geotécnica para la Central Telefónica Coapa". Estudio elaborado para Telmex S.A. de C.V.
- 4.- T.G.C. Geotecnia S.A. "Informe Geotécnico sobre la recimentación de la Central Telefónica Coapa".
- 5.- Proyecto Estructural S.A. Croquis de descargas a cimentación proporcionado a Telmex.
- 6.- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (s/f). "Boletín de Mecánica de Suelos 9. Datos del Valle de México, período 1978 - 1982", ISSN 0187-8360.
- 7.- Zeevaert, L. (1983). "Foundation engineering for difficult subsoll conditions", Van Nostrand Reinhold.
- 8.- Departamento del Distrito Federal (1987). "Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones", Gaceta Oficial del D.D.F., Quinta Epoca.
- 9.- Departamento del Distrito Federal (1987). "Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo".

10.- R. Park y T. Paulay. "Estructuras de Concreto Reforzado".

11.- FUNDEC A.C. (1986), "Control de Calidad del Concreto". Ing. Alvaro Ortiz Fernández

12.- Garcla del Valle Gabriel (julio 1993), "Edificación II", Editorial Diana.