

137
201



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE
RECIMENTACION DE LA CENTRAL
TELEFONICA ROMA TORRE"**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

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

P R E S E N T A N :

GONZALO SANCHEZ BASURTO GONZALEZ

HECTOR LASES MINA

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

I N D I C E

INTRODUCCION.....	1
-------------------	---

CAPITULO I.-

I.- GENERALIDADES.....	7
I.1.- ANTECEDENTES.....	7
I.2.- DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO ORIGINAL....	14
I.3.- DAÑOS EN CIMENTACION Y ESTRUCTURA.....	39
I.3.1.- Daños exteriores.....	39
I.3.2.- Daños en colindancia.....	39
I.3.3.- Daños en cimentacion.....	40
I.3.4.- Daños no estructurales.....	40
I.3.5.- Daños en la estructura.....	40
I.3.6.- Conclusiones del estado actual.....	42
I.3.7.- Criterios para reparaciones y refor-- zamientos.....	52
I.3.8.- Instrumentacion y controles.....	52

CAPITULO II.-

II.- CIMENTACIONES.....	63
II.1.- PRELIMINARES.....	63
II.1.1.- Capacidad de carga y asentamientos.....	65
II.2.- CLASIFICACION DE LAS CIMENTACIONES.....	68
II.2.1.- Zapatas.....	68
A).- Zapatas aisladas.....	69
B).- Zapatas corridas.....	69
C).- Zapatas combinadas.....	69
II.2.2.- Losas y cajones de cimentacion.....	73
II.2.3.- Cimentaciones piloteadas.....	81
II.2.4.- Clasificacion de los pilotes.....	83
A).- Los pilotes por su material...	83
B).- Clasificacion de los pilotes - por su forma de trabajo.....	88

CAPITULO III.-

II.- CIMENTACION TORRE ROMA.....	95
III.1.- CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CIMENTACION ORIGINAL DE LA TORRE ROMA TANDEM.....	95
III.2.- CARACTERISTICAS ORIGINALES DE LA CIMENTACION DEL CUBO DE ESCALERAS.....	101
III.3.- ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS.....	104

III.3.1.- Antecedentes.....	104
III.3.2.- Resultados del sondeo de cono --- electrico.....	104
A).- Localizacion.....	104
B).- Procedimiento de ejecucion..	106
III.3.3.- Caracteristicas estratigraficas..	106

CAPITULO IV.-

IV.- PROCESO CONSTRUCTIVO DE RECIMENTACION.....	111
IV.1.- PROYECTO DE RECIMENTACION.....	111
IV.2.- MATERIALES.....	113
IV.2.1.- Concreto.....	114
A).- Prueba de revenimiento.....	116
B).- Prueba de resistencia a la --- compresion.....	118
IV.2.2.- Acero de refuerzo.....	121
IV.2.3.- Acero estructural.....	126
A).- Conexiones en las estructuras de acero.....	130
B).- Soldadura de arco.....	130
IV.3.- TRABAJOS PRELIMINARES.....	139
IV.4.- LOSA DE FONDO.....	142
IV.5.- CONTRATRABES PRINCIPALES.....	143
IV.5.1.- Trabajos de apuntalamiento.....	146
IV.5.2.- Acero de refuerzo en contratraves -- principales.....	151

IV.5.3.- Reforzamiento de columnas.....	170
IV.5.4.- Datos en cimentacion entre ejes --- C y D.....	170
IV.6.- CONTRATRABES SECUNDARIAS.....	176
IV.7.- PILOTES DE PUNTA.....	183
IV.7.1.- Procedimiento constructivo de re--- Hincado de pilotes originales.....	184
A).- Tipos de pilotes por rehincar.	186
IV.7.2.- Caracteristicas de los nuevos -- pilotes.....	187
IV.7.3.- Perforacion previa para el hincado de pilotes.....	195
IV.7.4.- Hincado de pilotes.....	198
IV.8.- VIGUETAS METALICAS DE REACCION.....	208
IV.9.- LOSA TAPA DE CIMENTACION.....	218

I N D I C E D E G R A F I C O S

CAPITULO I.- GENERALIDADES

		pagina.
fig 1	Croquis de localizacion.....	15
fig 2	Planta de conjunto.....	18
fig 3	Edificio i. planta.....	19
	corte longitudinal.....	20
fig 4	Edificio ii. planta.....	22
	corte transversal.....	23
fig 5	Edificio iii. planta.....	24
	corte longitudinal.....	25
fig 6	Edificio iv (central ROMA TORRE). planta.....	36
	corte transversal.....	37
fig 7	Prueba de carga en pilote # 19.....	45
fig 8	Prueba de carga en pilote # 10.....	46
fig 9	Prueba de carga en pilote # 11.....	47
fig 10	Deformacion en controles (planta de cimentacion).	51
fig 11	Lectura de desplomes (21 de abril de 1988).....	55
fig 12	Lectura de desplomes (16 de mayo de 1988).....	57
fig 13	Croquis de ubicacion de puntos nivelados.....	61
fig 14	Desplomes (6 de enero de 1990).....	62

CAPITULO II.- CIMENTACIONES

		pagina
fig 15	Zapatas aisladas.....	70
fig 16	Zapatas corridas.....	71
fig 17	Zapatas combinadas.....	72
fig 18	Cajones de cimentacion.....	75
fig 19	Drenaje en cajones de cimentacion.....	78
fig 20	Impermeabilizacion en cajones de cimentacion....	80
fig 21	Pilotes de punta.....	90
fig 22	Pilotes de friccion.....	91

CAPITULO III.- CIMENTACION TORRE ROMA

		pagina
fig 23	Planta de cimentacion original.....	96
fig 24	Corte longitudinal del cajon de cimentacion -- original.....	98
fig 25	Procedimiento constructivo de pilotes originales	100
fig 26	Cimentacion cubo de escaleras. planta.....	103
fig 27	Ubicacion de sondeos de mecanica de suelos.....	105
fig 28	Sondeo de cono electrico. graf. z-qc.....	109
fig 29	Perfil estratigrafico.....	110

	pagina
fig 30	Adecuacuines en recimentacion. planta..... 112
fig 31	Prueba de revenimiento. (cono de abrams)..... 117
fig 32	Prueba de resistencia a la compresion..... 119
fig 33	Acero de refuerzo..... 125
fig 34	Secciones comerciales de acero estructural..... 128
fig 35	Miembros estructurales..... 129
fig 36	Conexiones de acero estructural..... 131
fig 37	Proceso de soldadura de arco electrico..... 133
fig 38	Posiciones para soldar..... 134
fig 39	Soldadura de arco electrico. elementos..... 136
fig 40	Apuntalamiento en planta baja. planta..... 147
fig 41	Apuntalamiento en planta baja. corte A-A..... 148
fig 42	Apuntalamiento en planta baja. corte B-B..... 149
fig 43	Refuerzo en contratraves principales. eje A..... 152
fig 44	Refuerzo adicional. eje A. corte D-D..... 153
fig 45	Conexion Trabe- Columna. K-3..... 154
fig 46	Conexion Trabe- Columna. K-1..... 155
fig 47	Refuerzo en contratraves principales. eje C..... 156
fig 48	Refuerzo adicional. eje C. corte B-B..... 157
fig 49	Conexion Trabe - Columna. K-7..... 158
fig 50	Conexion Trabe - Columna. K-9..... 159
fig 51	Refuerzo en contratraves principales. eje 2.... 161
fig 52	Refuerzo adicional. eje 2. corte H-H..... 162
fig 53	Refuerzo en contratraves principales. eje 4.... 163
fig 54	Refuerzo adicional. eje 4. corte L-L..... 164

fig 55	Barrenacion en columnas de cimentacion para el - paso del acero longitudinal.....	165
fig 56	Dados D-1. trabajos preliminares.....	171
fig 57	Dados D-1. armado.....	173
fig 58	Dados D-1. armado. corte 1-1.....	174
fig 59	Dados D-1. armado. pilote 9.....	175
fig 60	Refuerzo en contratraves secundarias.....	177
fig 61	Refuerzo adicional. ejes: A-1, A-2, B-1 y B-2 - corte B-B.....	178
fig 62	Refuerzo en contratraves secundarias. anclaje - eje 2.....	182
fig 63	Pilotes de punta. P - 1. armado	188
fig 64	Pilotes de punta. P - 1. detalles 1 y 2.....	189
fig 65	Pilotes de punta. P - 1. detalle 3	190
fig 66	Soldadura en pilotes P - 1.....	192
fig 67	Sistema de hincado en zona de conmutadores y -- escaleras.....	199
fig 68	Sistema de hincado en zona de 4.50m de altura -- libre. Planta Baja.....	200
fig 69	Hincado de pilotes. reporte de hincado. pilote # 21.....	201
fig 70	Reporte de hincado. graf. prof.-carga max.....	205
fig 71	Viguetas de reaccion V-2.....	209
fig 72	Viguetas de reaccion V-1.....	210
fig 73	Conexion tipo. pilote-viguetas V-1.....	212
fig 74	Viguetas de reaccion V-1. corte L-L.....	213
fig 75	Refuerzo adicional en huecos para colocacion de_ viguetas V-2.....	215

fig 76	Trabajos en losa tapa de cimentacion.....	219
fig 77	Losa tapa de cimentacion. corte 1-1 y corte 2-2.....	221
fig 78	Losa tapa. corte 3-3. y detalle B.....	222
fig 79	Losa tapa. detalle A.....	223

CAPITULO I. GENERALIDADES

	PAGINA
★ VISTA DE LA CENTRAL TELEFONICA TORRE ROMA.....	16
★ CENTRAL TELEFONICA. FACHADA AV. MONTERREY.....	16
★ ESTRUCTURA METALICA PROVISIONAL.....	28
★ LONA DE PROTECCION PERIMETRAL.....	29
★ DEMOLICION DE LOS NIVELES 6 ^o y 7 ^o	30
★ TRABAJOS DE RIGIDIZACION.....	30
★ CONTRAVENTEO METALICO EN ESTRUCTURA.....	31
★ RIGIDIZACION DE COLUMNAS EN PLANTA BAJA Y CIMENTACION...	31
★ CONTRAVENTEO METALICO EN CUBO DE ESCALERAS.....	33
★ RIGIDIZACION Y REPARACIONES EN CUBO DE ESCALERAS.....	34
★ DEMOLICION EN CONTRATRABES SECUNDARIAS.....	41

CAPITULO II. CIMENTACIONES

	PAGINA
★ PERFORACION DENTRO DE UN CAJON DE CIMENTACION.....	76
★ SECCION TIPO DE PILOTES DE CONCRETO ARMADO.....	82

CAPITULO IV. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE RECIMENTACION

	PAGINA
• TRABAJOS DE SOLDADURA EN CAJON DE CIMENTACION.....	137
• CONTRAVENTE Y ZUNCHOS METALICOS EN COLUMNAS DE CIMENTACION.....	138
• CONTRAVENTE METALICO EN EDIFICIO DE ESCALERAS.....	138
• BOMBEO EN CAJONES DE CIMENTACION.....	140
• ESTRIBOS DE CONTRATRABES PRINCIPALES.....	166
• REFUERZO ADICIONAL EN CONTRATRABES PRINCIPALES.....	167
• REFUERZO ADICIONAL EN CONTRATRABES.....	169
• REFUERZO ADICIONAL EN CONTRATRABES SECUNDARIAS.....	179
• PERFORACION PARA HINCADO DE PILOTES EN ZONA DE P.C.M....	185
• SOLDADURA EN CABECEO DE PILOTES.....	193
• ARMADO DE PERFORADORA	196
• PERFORACION EN CAJON DE CIMENTACION.....	197
• FABRICACION EN CAMPO DE VIGUETAS DE REACCION V-1 Y V-2..	216
• SECCIONAMIENTO E INTRODUCCION DE VIGUETAS AL CAJON DE CIMENTACION.....	217
• HUECOS PARA COLOCACION DE VIGUETAS.....	217
• TRABAJOS EN LOSA TAPA DE CIMENTACION.....	224

INTRODUCCION

I N T R O D U C C I O N .

Dentro de los sistemas de comunicación utilizados por la sociedad moderna, las telefónicas tienen un nivel relevante. Compete a éstas manejar además de la telefonía tradicional, nuevos sistemas como son: redes de computadores, teleprocesos, telex, fax, etc. México, país en vías de desarrollo ha requerido hacer un esfuerzo sustancial para no marginarse al desarrollo y evolución de los sistemas de comunicación, sin embargo una década de crisis con un grave y limitado crecimiento en su Producto Interno Nacional ha generado un importante rezago en la industria y la economía nacional, y con ello un deterioro de los sistemas de comunicación telefónica.

En la actualidad la telefonía inalámbrica o celular toma un importante papel en las comunicaciones, sin embargo, dista mucho en ser capaz de sustituir a la tradicional que se ha visto eficientada en su operación con equipos con circuitos impresos integrados y transmisión de señales a través de cables de fibra óptica. Este sofisticado equipo requiere de edificaciones concebidas expreso para albergar y mantenerlos en operación; estos edificios son las Centrales Telefónicas. En nuestro país el sistema alámbrico de comunicación telefónica esta conecionado en su totalidad a la empresa Teléfonos de México S.A.

En el mes de Septiembre de 1985 en las costas del Océano Pacífico frente a la ciudad industrial de Lázaro Cárdenas en el estado de Michoacán, la liberación de la energía almacenada por la subducción de la Placa Continental del Pacífico, en la Placa de Cocos y su posterior conducción en forma de ondas hasta el suelo de la Ciudad de México, -en donde las características lacustres del mismo hicieron posible el aumento en la longitud de onda y amplitud de las mismas- provocó un movimiento telúrico de magnitudes insospechadas por los habitantes de la gran Urbe. La magnitud del sismo sobrepasó lo previsto hasta entonces en el Reglamento de Construcción del Distrito Federal. Así, los efectos de éste fenómeno se hicieron sentir con especial dramatismo en la Ciudad de México, que forma parte de la denominada Placa de Cocos, y muy especialmente en la zona en que se asentaba el antiguo lago de Texcoco. Dentro de las zonas más afectadas por los sismos se encuentra la Colonia Roma; es aquí, en el cruce de la avenida Monterrey y la calle de Puebla que se encuentra erguida la Central Telefónica Roma.

La Central en cuestión es lo que se denomina Tandem, éste término técnico utilizado por Telefonos de México hace saber que a ésta central se encuentran conectadas otras centrales mas. Durante los movimientos oscilatorios del sismo de 1985 el colapso de la estructura (Central Tandem), hubiera significado la pérdida del 50% del servicio telefónico en la Ciudad de México; afortunadamente el daño no fué tan grave, mas sin embargo su reparación fué considerada como de vital importancia.

Después del sismo, el edificio principal, una torre de 34.29 m. de altura y con un área de 2271 m². de construcción total, y una escuadría de 14 m x 12 m por nivel presentó daños de magnitud considerable en los niveles 4^o y 5^o en donde las columnas de los ejes B3, B4 y C4 presentaron grietas mayores de 1 mm. de espesor en las que se dictaminó riesgo de colapso. Para evitar una falla de ésta naturaleza, se procedió inmediatamente al apuntalamiento de los entrepisos 3-4 y 4-5, cuya altura es de aproximadamente 6m. El apuntalamiento se efectuó con vigas de madera de 6" x 8", siendo éste el material con el que se contaba en ese momento. Las vigas se unieron en parejas fuertemente zunchadas con tubos producto de camisas de pozos. Ello permitió que el segundo temblor producido 36 hrs. después del primero fuera resistido sin causar mayores daños.

Una vez superada la etapa crítica, se procedió al reforzamiento de la estructura en forma definitiva; ésto fué realizado en una primera etapa con el aumento de sección en las columnas y posteriormente, ya con más calma, se procedió a habilitar y colocar un contorno metálico de contraventeos; esto cambió las rigideces del sistema de marcos del edificio, y por supuesto como producto de ellos, una transmisión de mayores cargas al subsuelo en caso de presentarse un sismo; todo ello obliga a realizar simultáneamente el reforzamiento de la cimentación de la torre y a incrementar el número de pilotes al doble del número original.

Este trabajo tiene como objetivo fundamental, describir los procedimientos constructivos utilizados en la reestructuración integral de la cimentación de la Central Telefónica Torre Roma, en todas y cada una de sus etapas, que comprenden a grandes rasgos: Recimentación, reestructuración de la torre y acabados. Sin duda alguna, todo trabajo de reestructuración pone a prueba la habilidad técnica y lógica del equipo interdisciplinario de ingenieros que en ella intervienen, pues las variantes que en el transcurso de la obra se presentan son más frecuentes e inesperadas que en una obra de edificación inicial.

La complejidad de estos trabajos de reestructuración nos llevó a efectuar múltiples investigaciones tanto en gabinete como en campo a fin de obtener la información necesaria para lograr la compilación de datos que condujeran a la realidad vivida en obra, y no sólo a las especificaciones de proyecto.

Es importante mencionar que aunque éste trabajo puede ser de gran utilidad para los alumnos de la Facultad de Ingeniería que empiezan a recorrer el fascinante camino de la Construcción, no es un manual de técnicas ni recetas a seguir sino una descripción general de lo que es una obra de reestructuración en edificaciones, materiales usados y control de calidad de los mismos.

Inicialmente se presenta un panorama general de la obra, en el primer capítulo que nos introduce a las características generales de la obra. a las restricciones y especificaciones de seguridad que del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal emanan (y de las Normas Técnicas Complementarias del R.C.D.F.) y al conocimiento del estado general de la estructura al momento del Dictámen Técnico de Seguridad hecho posterior a los sismos de 1985.

En el segundo capítulo se ofrece una breve introducción al mundo de las cimentaciones, en la cuál se detallan los diferentes tipos y en qué casos es posible utilizarlas, además de sus fundamentos teóricos.

En el tercer capítulo se describen las condiciones originales de la **CENTRAL TELEFONICA TORRE ROMA**. sus características y de forma muy general las características de los materiales a ser utilizados en la misma así como las pruebas de control de calidad de los mismos y sus procedimientos de fabricación.

El cuarto capítulo del trabajo se analiza detalladamente el procedimiento constructivo de recimentación. Aquí se presentan y detallan los diferentes trabajos ejecutados en todos y cada uno de los elementos de la cimentación, esto es: trabajos en tapa losa de cimentación, contratraves principales y secundarias, losa de fondo, perforación e hincado de pilotes (con sus características constructivas), y por último viquetas de reacción sobre los cabezales de los pilotes.

Finalmente se ofrecen una serie de comentarios y conclusiones con los cuales se verá reforzado y enriquecido dicho trabajo, pues se proporcionarán puntos de vista muy particulares que permitirán discernir al respecto, y así exteriorizar conclusiones propias de enriquecimiento personal.

CAPITULO I
GENERALIDADES

I- G E N E R A L I D A D E S .

I.1 - ANTECEDENTES:

En la República Mexicana, Teléfonos de México concentra gran parte de la operación de las comunicaciones nacionales y las que se producen con el resto del mundo, para ello se sirve de dichas centrales telefónicas que se encuentran distribuidas a lo largo y ancho de la susuperficie del territorio nacional.

Como consecuencia de los eventos sísmicos del 19 y 20 de septiembre de 1985, el Departamento del Distrito Federal, editó el día 3 de julio, de 1987 un nuevo Reglamento para las construcciones, con el propósito de brindar mayor seguridad contra los riezos originados en caso de desastre, expidiéndose también Normas Técnicas Complementarias para dicho Reglamento, en que se marcan los factores de seguridad mínimos a los que todas las estructuras deben estar sujetas.

En base a lo anterior, es necesario que todas las edificaciones de los grupos A y B de la zona metropolitana de la Ciudad de México sean revisadas para evaluar sus condiciones estructurales con respecto al reglamento recientemente creado. La división anterior se encuentra considerada en el Título Sexto del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, el cual en su artículo # 174 especifica que:

"Art # 174: Para los efectos de este título las construcciones se clasifican en los siguientes grupos:

I.- Grupo A: Construcciones cuya falla estructural podría causar la pérdida de un número elevado de vidas o pérdidas económicas o culturales excepcionalmente altas, o que constituyen un peligro significativo por contener sustancias tóxicas o explosivas, así como construcciones cuyo funcionamiento es esencial a raíz de una emergencia urbana, como hospitales y escuelas, estadios, templos, salas de espectáculos y hoteles que tengan salas de reunión que pueden alojar más de doscientas personas; gasolineras, depósitos de sustancias inflamables o tóxicas, terminales de transporte, estaciones de bomberos, subestaciones eléctricas y centrales telefónicas y de telecomunicaciones, archivos y registros públicos de particular importancia a juicio del departamento, museos, monumentos y locales que alojen equipo especialmente costoso, y

II.- Grupo B: Construcciones comunes destinadas a vivienda, oficinas y locales comerciales, hoteles y construcciones comerciales e industrias no incluidas en el grupo A, las que se subdividen en:

a) Subgrupo B1. Construcciones de más de 30m de altura o con más de 6000 m2 de área total construida ubicadas en las zonas I y II según se definen en el artículo # 275, y construcciones de más de 15 m. de altura o más de 3000 m2 de área total construida en zona III, y

b) Subgrupo B2. Las demás de este grupo."(1)

Por lo anterior, las centrales telefónicas quedan contenidas dentro del grupo A o de edificaciones de alta prioridad, cuyas restricciones y especificaciones técnicas de seguridad son de mayor severidad y minuciosidad.

A pesar de su problemático subsuelo, desde hace más de 2000 años se han construido obras de ingeniería en el valle de México.

(1).- REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL. Ed.

Porrúa, México 1987. p.p. 147-148.

Sin embargo, durante la mayor parte de éste tiempo las soluciones en las cimentaciones y excavaciones han sido obtenidas con procedimientos de prueba y error, pues el estudio de las propiedades mecánicas de sus suelos datan de fecha muy reciente y han sido motivadas por la aceleración del hundimiento de la ciudad de México provocado por la compresibilidad del subsuelo arcilloso y la extracción del agua de los mantos y acuíferos subterráneos del mismo.

Las particularidades geotécnicas del subsuelo del Valle de México se deben a la deposición de cenizas muy finas de origen volcánico en el ambiente lacustre, que fueron depositadas durante miles de años por las erupciones de las cordilleras volcánicas que cierran el valle.

Tales condiciones dieron como resultado los tres tipos de subsuelo en que el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal divide la zona del valle de México en su artículo# 219, a saber:

"Art 219: Para fines de éste título, el Distrito Federal se divide en tres zonas con las siguientes características generales:

Zona I.- Lomas, formadas por roca o suelo generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados depósitos arenosos en estado suelto o coesivo relativamente blandos. En esta zona, es frecuente la presencia de oquedades en rocas y de cavernas y túneles excavados en suelos para explotar minas de arena.

Zona II.- Transición, en la que los depósitos profundos se encuentran a 20 metros de profundidad o menos, y que está constituida predominantemente por estratos arenosos y limos arenosos intercalados con capas de arcilla lacustre; el espesor de estas es variable entre decenas de centímetros y pocos metros, y

Zona III.- Lacustre, integrada por potentes depósitos de arcilla lacustre altamente compresible, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla. Estas capas arenosas son de consistencia firme a muy dura y de espesores variables de centímetros a varios metros. Los depósitos lacustres suelen estar cubiertos superficialmente por suelos aluviales y rellenos artificiales; el espesor de este conjunto puede ser superior a 50 metros.

La zona a la que corresponda un predio se determinará a partir de las investigaciones que se realicen en el subsuelo del predio objeto de estudio, tal y como lo establezcan las Normas Técnicas Complementarias. En caso de construcciones ligeras o medias cuyas características se definen en dichas normas, podrá determinarse la zona mediante el mapa incluido en las mismas, si el predio se encuentra dentro de la porción zonificada; los predios ubicados a menos de 200 metros de las fronteras entre dos de las zonas antes descritas se supondrán ubicados en la más desfavorable." (2)

En el diseño estructural de toda edificación se debe tomar en cuenta la acción de las fuerzas sísmicas, por lo cual, el Reglamento de Construcciones establece que se debe transformar un porcentaje de las cargas vivas y muertas (verticales) en la estructura y ser evaluado como cortante horizontal (fuerzas de sismo). Como se establece en los artículos 206 y 207 del R.C.D.F. :

"Art # 206:- "El coeficiente sísmico C, es el cociente de la fuerza cortante horizontal que debe considerarse que actúa en la base de la construcción por efecto del sismo, entre el peso de ésta en dicho nivel. Con este fin se tomará como base de la estructura el nivel a partir del cual sus desplazamientos con respecto al terreno circundante comienzan a ser significativos. Para calcular el peso total se tendrán en cuenta las cargas muertas y vivas que correspondan según los capítulos IV y V de éste título.

(2).- *Ibidem.* p. p. 160-170.

El coeficiente sísmico para las construcciones clasificadas como del grupo B en el artículo 174 se tomará igual a 0.16 en la zona I, 0.32 en la zona II y 0.40 en la zona III, a menos que se emplee el método simplificado de análisis, en cuyo caso se aplicarán los coeficientes que indiquen las Normas Técnicas Complementarias, y a excepción de las zonas especiales en las que dichas normas especifiquen otros valores de C. Para las estructuras del grupo A se incrementará el coeficiente sísmico en 50 %." (3).

"Art # 207: Cuando se aplique el método Estático o un Método Dinámico para Análisis Sísmico, podrán reducirse con fines de diseño las fuerzas sísmicas calculadas, empleando para ellos los criterios que fijen las Normas Técnicas Complementarias, en función de las características estructurales y del terreno. Los desplazamientos calculados con estos métodos, empleando las fuerzas sísmicas reducidas, deben multiplicarse por el factor de comportamiento sísmico que marquen dichas normas. Los coeficientes que especifiquen las Normas Técnicas Complementarias para la aplicación de Método Simplificado de Análisis tomarán todas las reducciones que procedan por los conceptos mencionados. Por ello las fuerzas sísmicas calculadas por éste método no deben sufrir reducciones adicionales."(4)

(3).- Ibidem. p. p. 164-165.

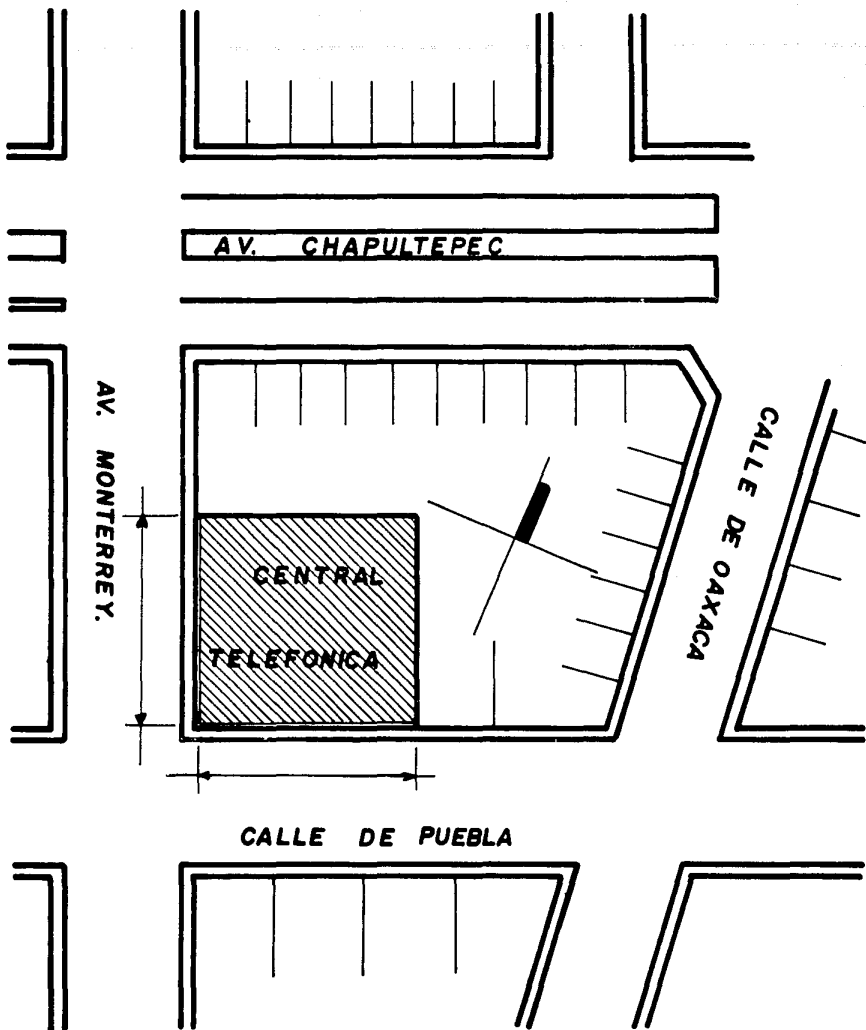
(4).- Ibidem p. 165.

Para que una estructura de concreto reforzado o de acero (Central Telefónica) existente, cumpla con el nuevo Reglamento, deberá revisarse bajo los requerimientos que fija el reglamento antes mencionado. En caso de no cumplir, se deberán reforzar y rigidizar los elementos (columnas, traveses y cimentación) de la estructura de dicho inmueble.

1.2.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO ORIGINAL:

La Central Telefónica Torre Roma, de Compañía Telefonos de México y Bienes Raíces S.A., ubicada en la esquina formada por las calles de Monterrey y Puebla en la Colonia Roma (Fig. 1), de acuerdo a las Normas Técnicas Complementarias, tiene la siguiente clasificación:

Tipo de Terreno:	Zona III. (Terreno Compresible). (Art. 219).
Destino:	Grupo A (Art. 174).
Coefficiente Sísmico	C.S.= $0.40 \times 1.50 = 0.60$ (Art. 206).
Factor de Ductilidad	Q= 2.0 (Artículo 207).



CROQUIS DE LOCALIZACION

FIG 1



Vista de la Central Telefónica Torre Roma desde las calles de Puebla
y Av. Monterrey



Vista de la Central desde Av. Monterrey

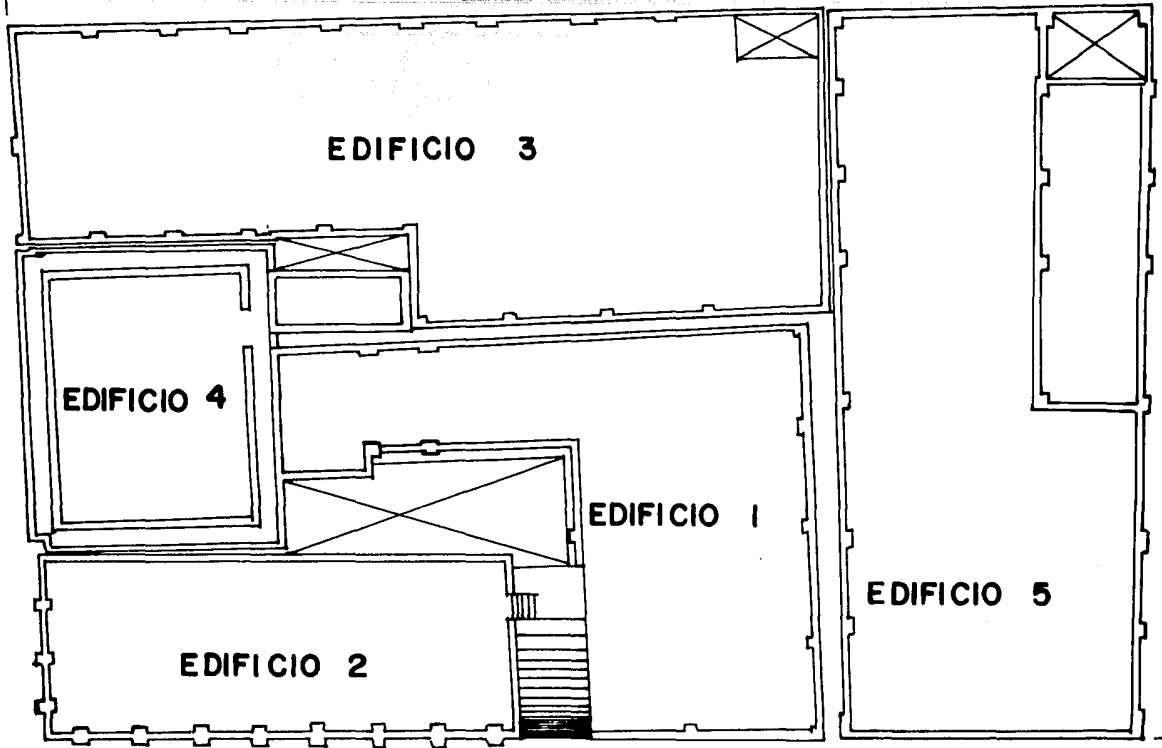
El conjunto Central Telefónica Roma, está integrada por un sistema de cinco cuerpos independientes (Fig 2), constituidos de la siguiente forma:

1.- Central Telefónica ROMA I:

Se trata de un edificio de forma irregular de 3 niveles , cuya estructura está destinada a la instalación de equipo telefónico, la estructuración es a base de marcos rígidos de concreto reforzado en dos direcciones.

El proyecto de adecuación consiste en dar a la estructura la resistencia necesaria ante una sollicitación dinámica de características mayores a las establecidas en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal del 19 de Noviembre de 1976.(Fig. 3)

Para lograr lo anterior, se propuso una reestructuración a base de muros de rigidez de concreto reforzado alojados en las dos direcciones así como la ampliación de columnas existentes, dados y pilotes nuevos en la cimentación con el objeto de rigidizar la estructura y controlar las deformaciones, así como las torsiones en la estructura a valores permisibles e inferiores a los establecidos en el nuevo reglamento.

**FIG 2**

PLANTA DE CONJUNTO
CENTRAL TELEFONICA ROMA

61
CALLE DE MONTERREY

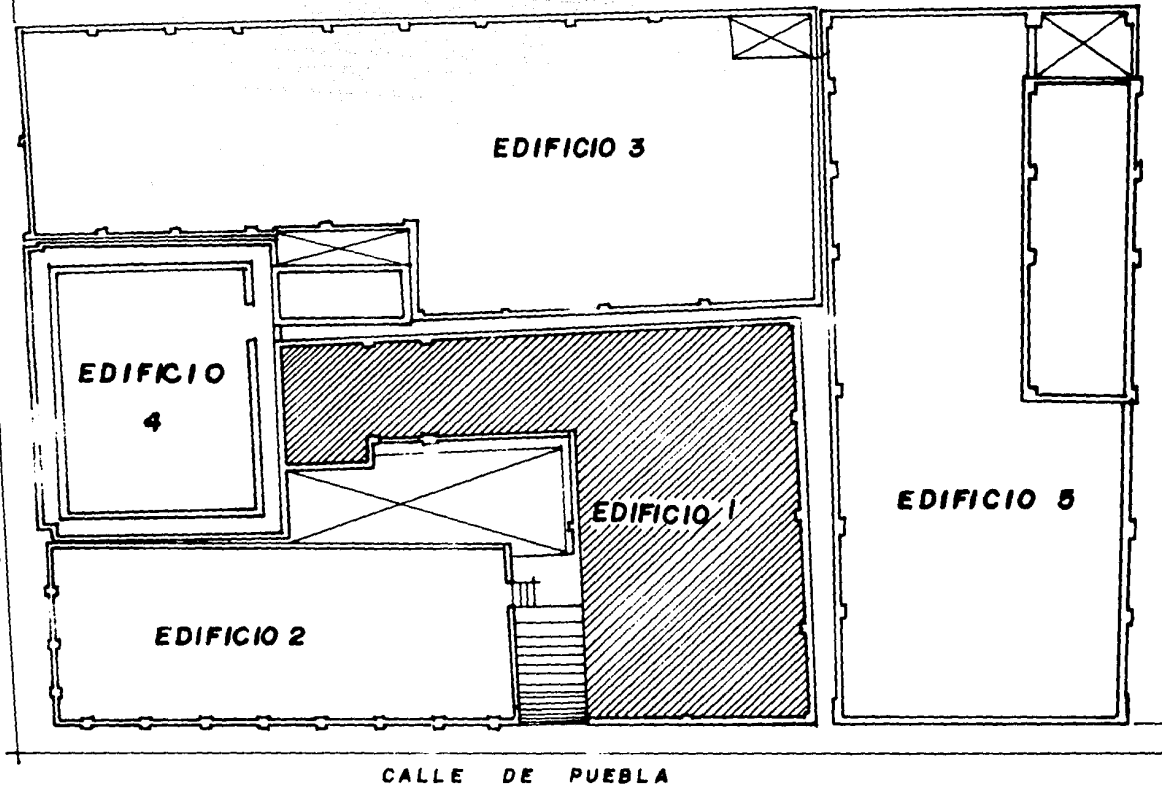
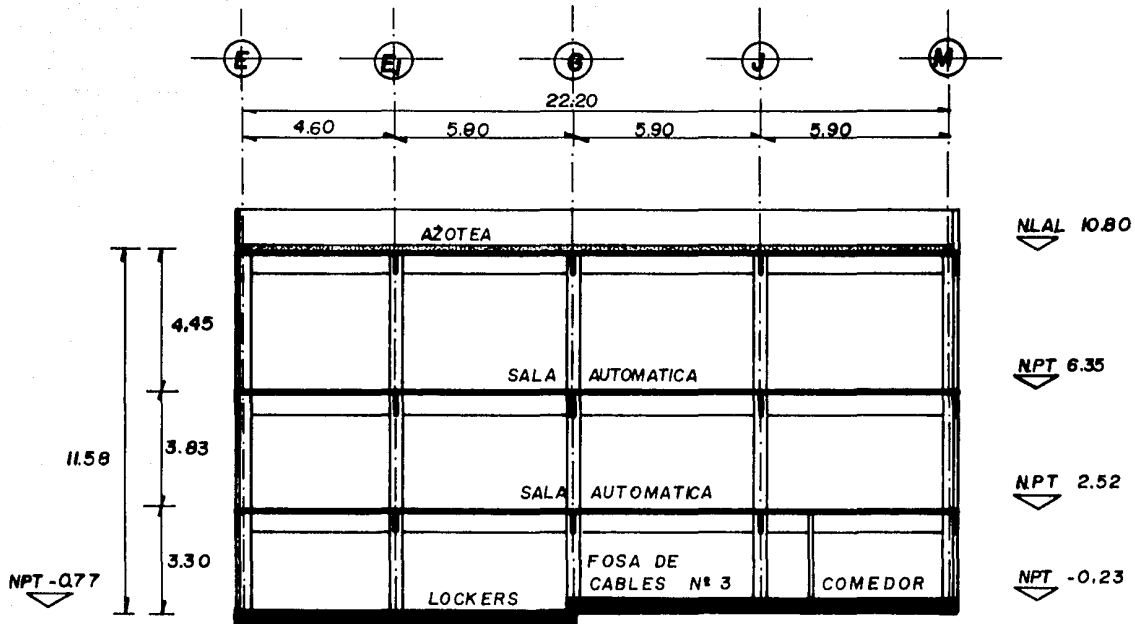


FIG. 3

PLANTA EDIFICIO 1
ESCALA 1:250

20



CORTE LONGITUDINAL

EDIFICIO 1

ESCALA 1:150
ACOTACIONES EN

Central Telefónica ROMA II:

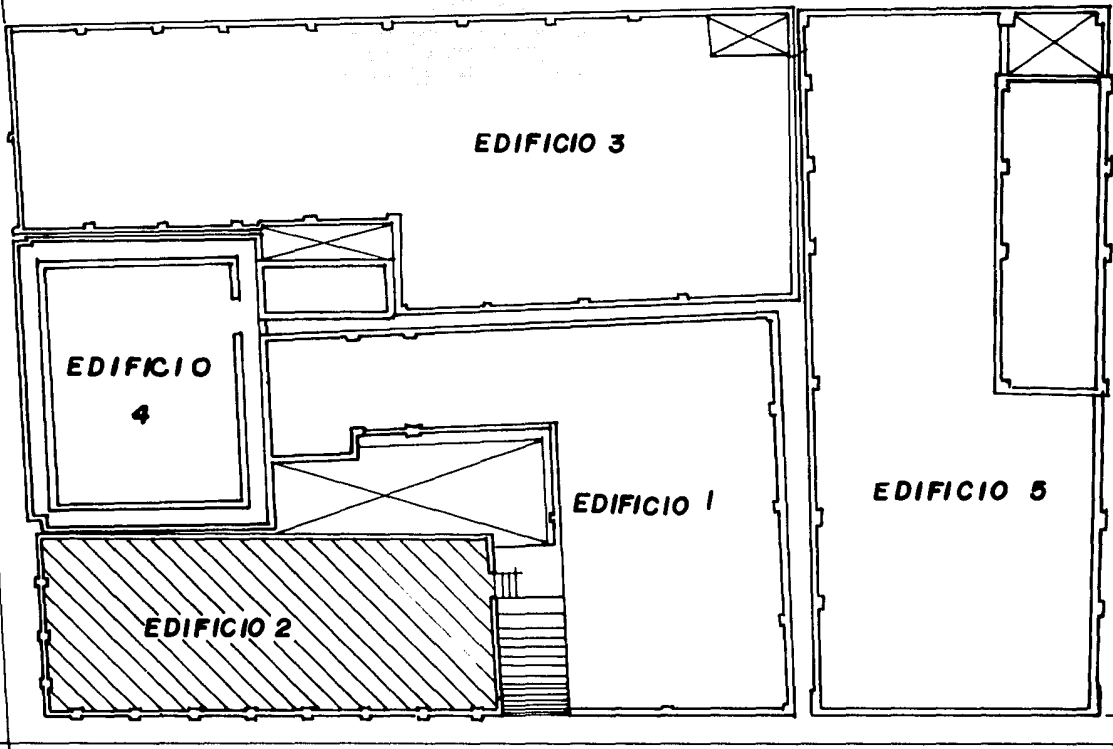
Se trata de un edificio de dos niveles y sótano destinado a la instalación de equipo telefónico. La estructuración original está basada en marcos rígidos de concreto formados por columnas, traveses y losas macizas, los cuales están alojados en dos direcciones ortogonales.

Se propuso una reestructuración a base de muros de rigidez de tabique reforzado con contraventeos, así como el reforzamiento de las columnas existentes con placas de acero en toda su altura y el reforzamiento de traveses de cimentación. (Fig. 4)

Central Telefónica ROMA III:

Se trata de un edificio de 3 niveles. La estructuración es a base de marcos formados por columnas de concreto y traveses metálicas, los cuales están alojados en dos direcciones ortogonales. (Fig 5).

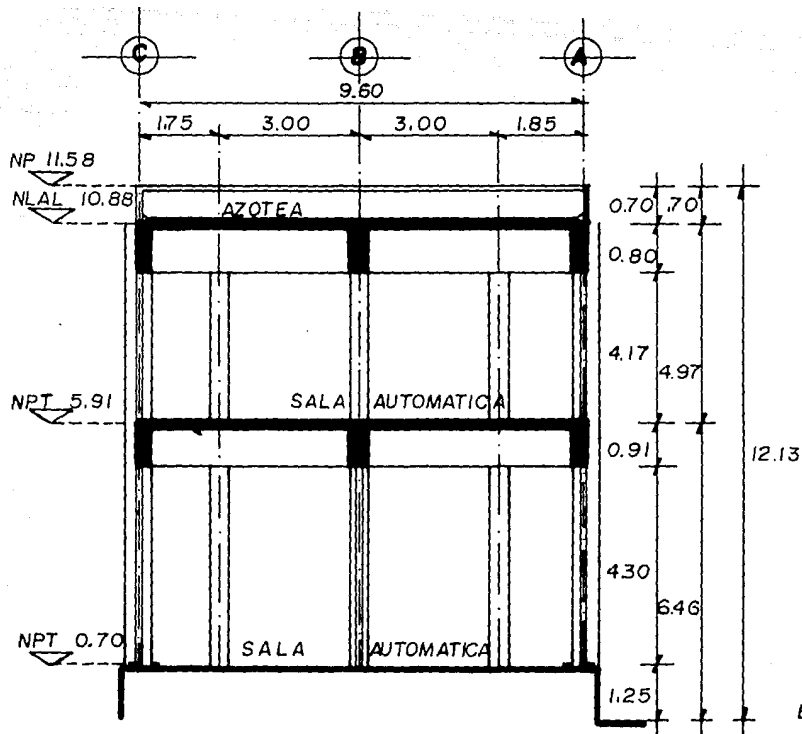
22
CALLE DE MONTERREY



CALLE DE PUEBLA

PLANTA EDIFICIO
ESCALA 1:250

FIG.
4

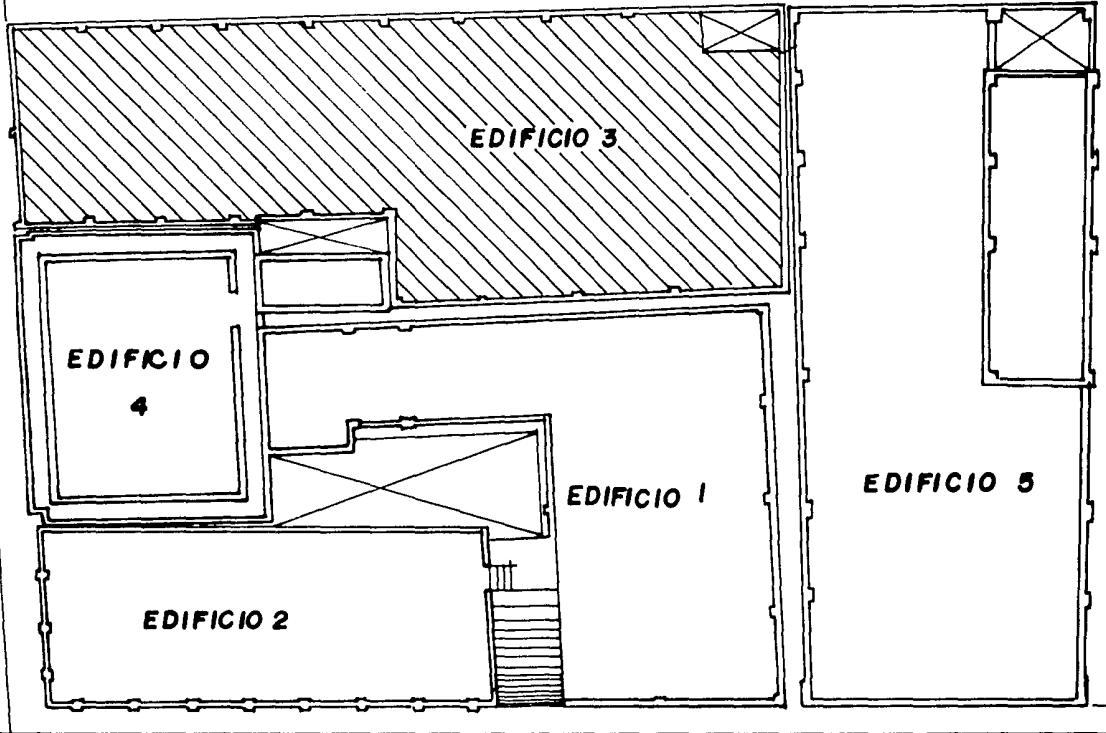


CORTE TRANSVERSAL

EDIFICIO 2

ESCALA 1:100
ACOTACIONES EN m

24
CALLE DE MONTERREY

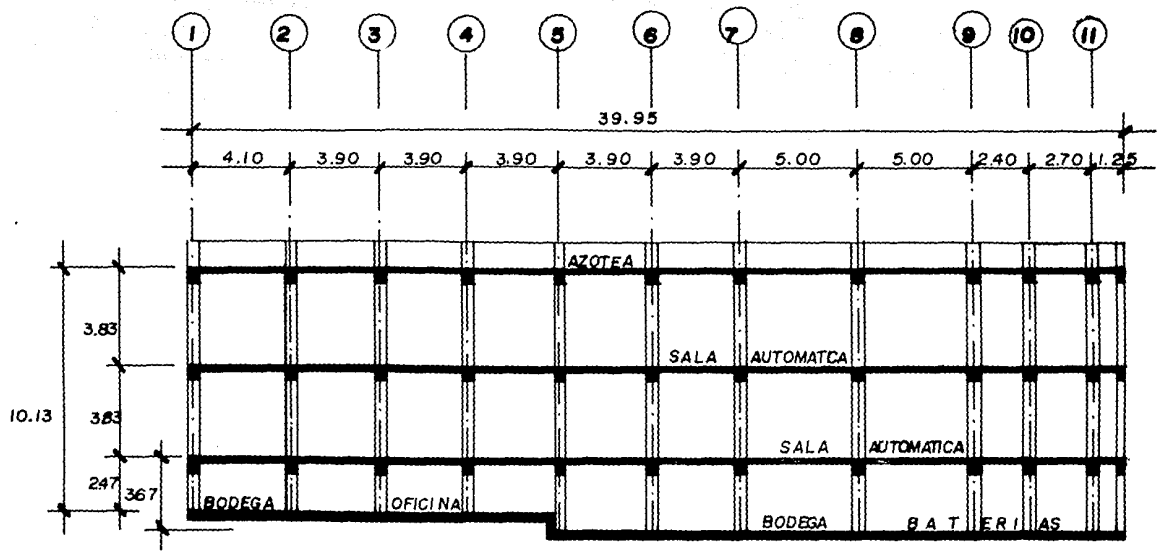


CALLE DE PUEBLA

FIG.
5

PLANTA EDIFICIO
ESCALA 1:250

25



**CORTE LONGITUDINAL
EDIFICIO 3**

**ESCALA 1:200
ACOTACIONES EN m**

Se propuso una reestructuración a base de muros de rigidez de concreto, alojados en dos direcciones, así como la ampliación de columnas existentes de 15 cm perimetralmente, dados y pilotes nuevos en la cimentación, con el objeto de rigidizar la estructura y controlar las deformaciones, así como las torsiones en la estructura a valores permisibles e inferiores a los establecidos en el nuevo reglamento.

Central Telefónica ROMA IV:

Se trata de un edificio de siete niveles y sótano, estructurado a base de marcos rígidos de concreto reforzado en dos direcciones ortogonales. (Fig 6)

El proyecto de reforzamiento de la estructura consiste en proporcionar a la misma la resistencia necesaria ante una sollicitación dinámica de características superiores a las establecidas en el Reglamento de Cosntrucciones del Distrito Federal del 19 de Noviembre de 1976.

Para lograr lo anterior, se propuso un contraventeo metálico en diagonal perimetral a la estructura en todos los niveles, así como el reforzamiento de trabes de cimentación e hincado de pilotes de punta nuevos, con el objeto de rigidizar la estructura y controlar las deformaciones y torsiones en ella a valores permisibles y menores a los establecidos en las Normas de Emergencia.

Los desplazamientos por fuerzas horizontales, exceden un poco a los correspondientes al 0.008 de la altura de sus pisos; pero considerando que en un plazo máximo de 4 años se eliminarán los niveles 6 y 7, consideramos aceptable que la estructura sea reforzada para cumplir aproximadamente con un 85 % de la realción especificada en las normas de emergencia.

Para hacer posible la realización de los trabajos en la estructura de la torre, sin afectar a los equipos electrónicos de telefonía colocados en el perímetro interior de la misma, se colocó una estructura metálica provisional acondicionada con pasillos perimetrales exteriores en todos los niveles, para el paso y trabajo del personal.

Dicha estructura se formó con acero estructural tipo cajón y con pasillos de andamios formados por rejilla metálica.

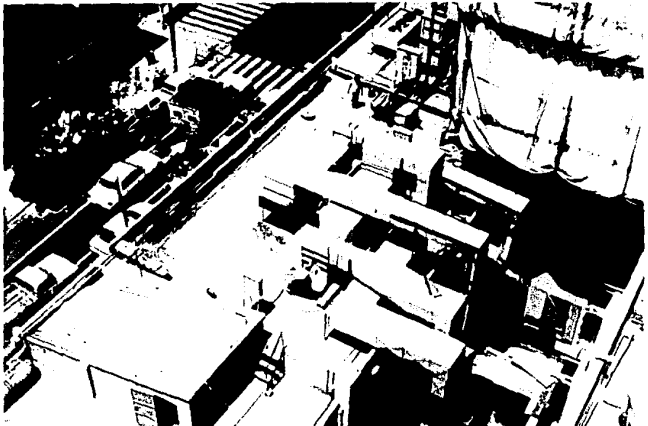
La cimentación original estaba constituida por un cajón de compensación y un sistema de pilotes de control.

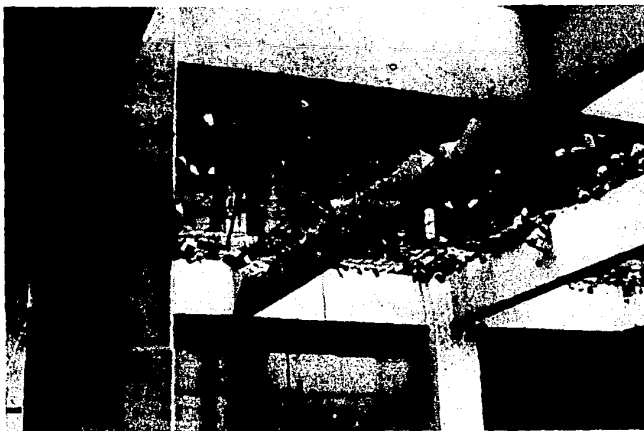


Estructura montén que fué instalada en el
perímetro de la Torre Roma.

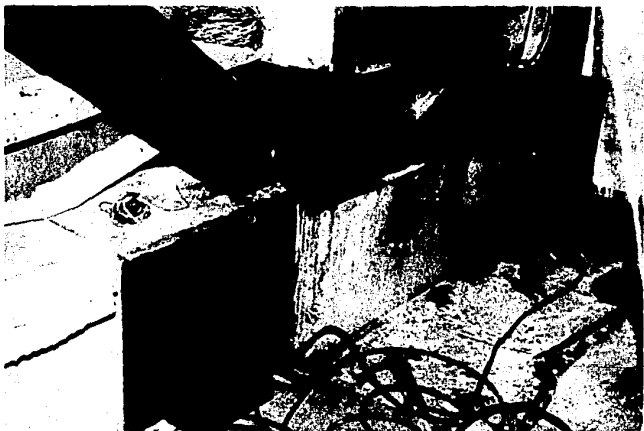


Lona colocada sobre la estructura montén provisional que permitió la realización de trabajos en la zona exterior a la Torre Roma.

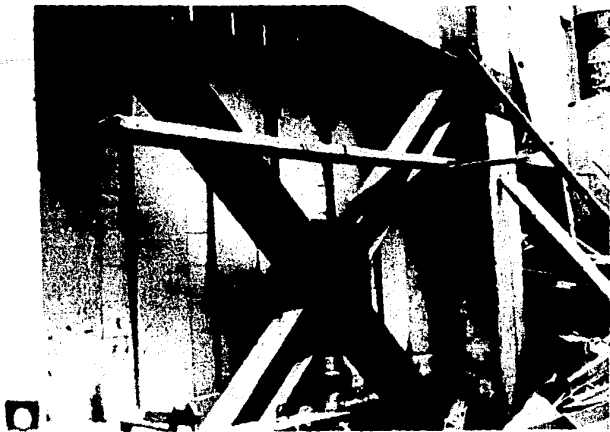




Demolición de los niveles 6^o y 7^o de la Torre Roma.



Rigidización de la Torre Roma mediante el confinamiento de traveses y columnas. Contraventeo metálico perimetral.



Contraventeo metálico perimetral en Torre Roma.

la Torre Roma, mediante zuncho de placas metálicas soldadas.

Esta cimentación se revisó para las nuevas solicitaciones sísmicas en combinación con las cargas gravitacionales actuantes. Para realizar esta revisión fueron aplicados los lineamientos indicados en el artículo sexto de las Normas de Emergencia y el Reglamento en su parte correspondiente al capítulo de cimentaciones.

Como resultado de lo anterior se hizo necesario cambiar las condiciones originales de la cimentación, debiéndose modificar los pilotes existentes de control a pilotes de punta, e hincar pilotes de punta adicionales para que a corto plazo cumplan de conjunto con las condiciones de estabilidad requeridas por la estructura.

Edificio de Escaleras:

Se trata de un edificio de 9 niveles que por su esbeltez forma una torre destinada a dar servicio de acceso a la central telefónica Torre Roma mediante un elevador y escaleras, que incluye también un cuarto de máquinas.

Está resuelto estructuralmente mediante marcos rígidos de concreto, formados por columnas, trabes y losas macizas en dos direcciones ortogonales.



Contraventeo metálico perimetral en edificio de escaleras, que da servicio a la Torre Roma



Rigidización y reparaciones en el edificio de escaleras anexo a la Torre Roma.

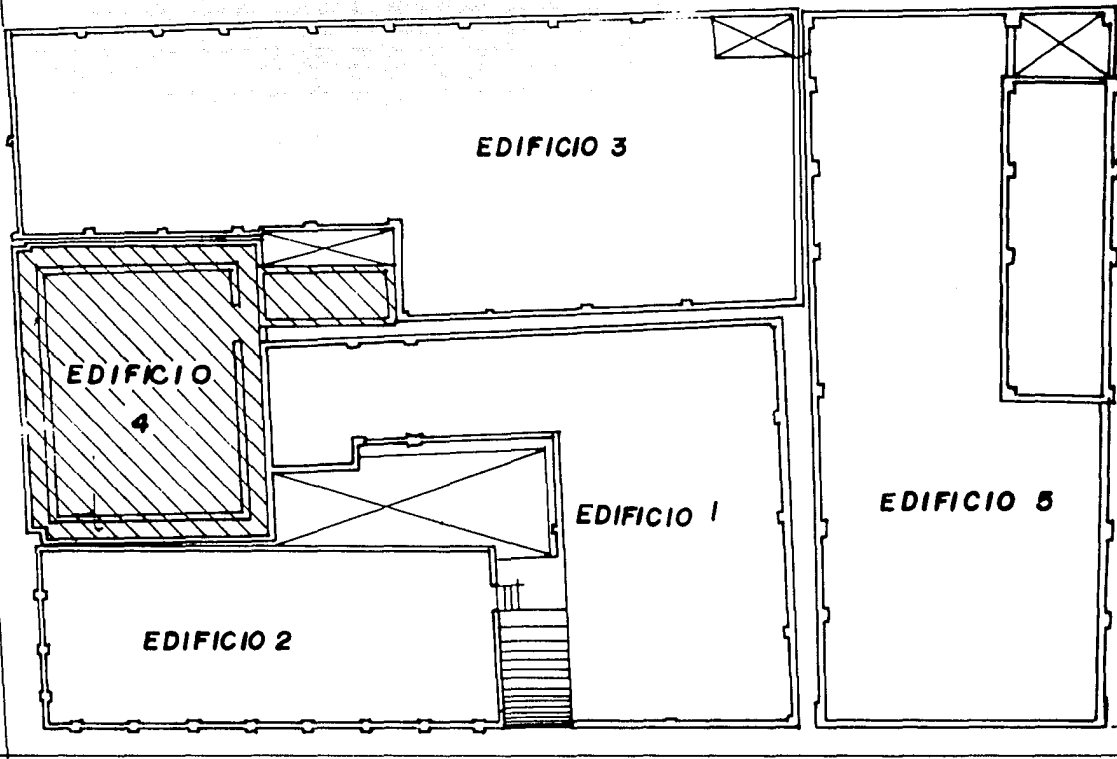


Para dar a la estructura la resistencia necesaria ante una sollicitación dinámica de características mayores a las establecidas en el antiguo Reglamento, se propuso una reestructuración consistente en la colocación de un contraventeo en diagonal metálico perimetral (exterior), castillos y muros de rigidez de tabique rojo recocido en todos los marcos de dicha estructura; así como el hincado de tres pilotes adicionales en la cimentación, con el objeto de rigidizar la estructura y controlar las deformaciones y torsiones en la estructura a valore permisibles e inferiores a los establecidos en las Normas de Emergencia.

Al igual que en la Torre Roma, los desplazamientos por fuerzas horizontales exceden a los correspondientes al 8 al millar de la altura de sus pisos, pero considerando la fijación de la estructura en todos sus niveles con la Torre Roma IV, se considera aceptable que la estructura cumpla con un 85 % aproximadamente con los estipulados en las Normas de Emergencia.

Como en la Torre Roma IV, la cimentación está formada por un cajón de compensación y un sistema de pilotes de control, la cual fué necesario modificar mediante el cambio de pilotes de control a pilotes de punta y la adición de tres nuevos pilotes de punta.

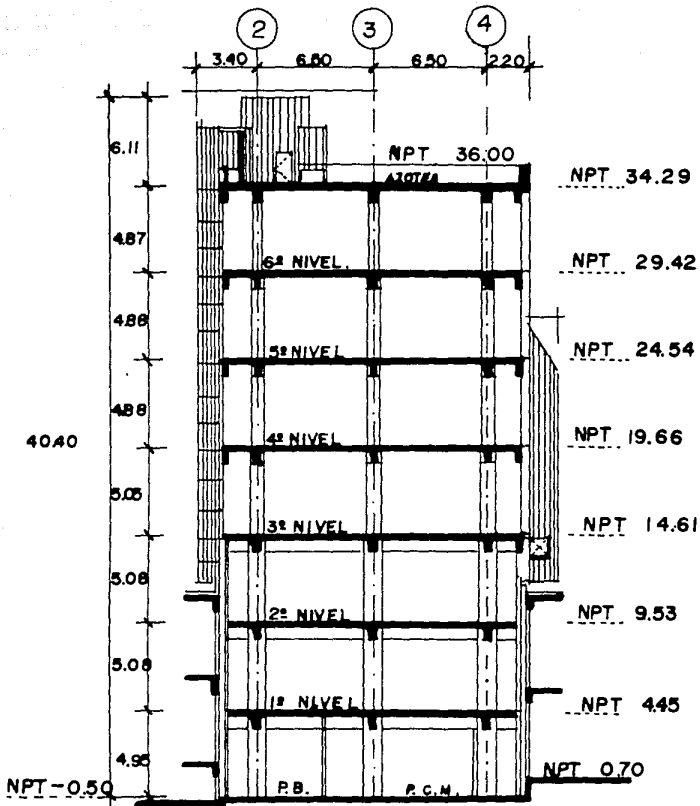
93
CALLE DE MONTERREY



CALLE DE PUEBLA

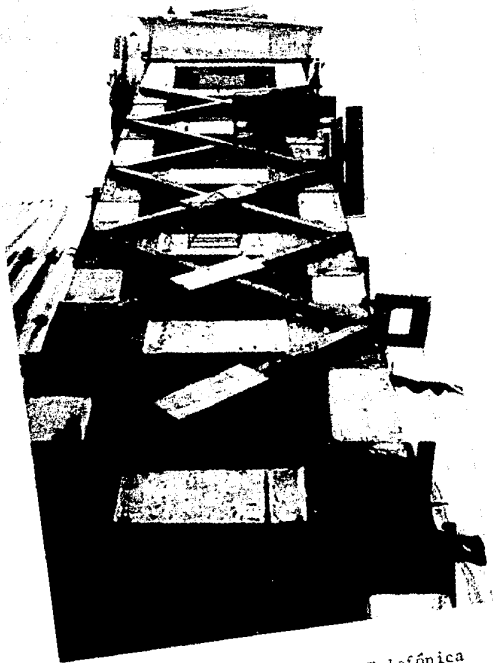
PLANTA EDIFICIO
ESCALA 1:250

FIG.
6



EDIFICIO 4
 CORTE TRANSVERSAL
 ESC 1:250

ROMA TORRE



Vista posterior de la Central Telefónica
Torre Roma en la que se encuentra el edifi-
cio de escaleras aquí mostrado.

I.3.- DAÑOS EN CIMENTACION Y ESTRUCTURA:

La central telefónica Torre Roma IV, cuenta con un área total de construcción de 2271 m², en un total de 8 niveles y con una estructuración a base de marcos rígidos de concreto reforzado en dos direcciones ortogonales, con un sistema de piso a base de losa maciza con trabes, presenta el siguiente dictamen técnico de daños:

I.3.1.- DAÑOS EXTERIORES: En el edificio de la torre se presenta un desplome de 9 cm., con un hundimiento parcial a consecuencia del sismo. En lo que concierne al edificio de escaleras, se ha calculado un desplome de 15 cm además de hundimientos parciales.

I.3.2.- DAÑOS EN COLINDANCIA: Afortunadamente los daños ocurridos en la Torre, no afectaron las fachadas de las construcciones aledañas, esto es:

A) No hubo afectación por derrumbe en ninguna construcción vecina.

B) No se presentaron derrumbes sobre construcciones colindantes al inmueble, por lo que la torre, no pone en peligro ninguna construcción vecina.

C) La separación entre la Torre y sus colindancias, es aceptable, pues va de 5 a 10 cm.

I.3.3.- DAÑOS EN CIMENTACION: A consecuencia de los sismos de 1985, los sistemas de control existentes en los pilotes, sufrieron daños tanto en espárragos como en los puentes.

I.3.4.- DAÑOS NO ESTRUCTURALES: Los siguientes daños, no presentan peligro para la seguridad de la estructura, pues se presentan en elementos divisorios, fachada, plafones, recubrimientos y en elevadores:

De los niveles planta baja al séptimo nivel, se pueden observar grietas ($>1\text{mm}$.) moderadas en muros divisorios, fachada no estructural, recubrimientos y elevadores; en lo concerniente a plafones, instalaciones hidráulicas, instalación eléctrica y de gas, no se presentan daños.

I.3.5.- DAÑOS EN LA ESTRUCTURA:

A).- EN COLUMNAS.- En los niveles 1 al 7, se presentan fisuras con un ancho menor a 1mm en todas las columnas de la estructura.



Demolición de trabe dañada en la Central Telefónica Torre
Roma, para su posterior reparación.

En los niveles 4 al 6 se presentan grietas con un ancho mayor a 1 mm. en las columnas K5, K6 y K9.

B).- EN TRABES.- No se presentan daños estructurales.

C).- EN LOSAS.-En los niveles 1 a 7 se presentan grietas en las losas y además, fisuras menores de 1mm. existentes con anterioridad a los sismos de los días 19 y 20 de septiembre de 1985.

I.3.6.- CONCLUSIONES DEL ESTADO ACTUAL:

A) REPARACION NO ESTRUCTURAL: Resanes y aplanados de interiores; pintura y revestimientos interiores; limpieza, aplanados, resanes, pintura y revestimiento en fachadas.

B) EN LOSAS Y TRABES: Presentan fisuras mínimas que no representan ningún peligro para la estabilidad del edificio.

C) COLUMNAS: En las columnas se requiere la reparación de las zonas dañadas, y en algunos casos la sustitución de algunas de ellas, pues representan peligro para la estabilidad del edificio.

D) CIMENTACION: En la cimentación, los sistemas de los 30 pilotes de control se han deformado en magnitudes que varían de 0 a 5 cm. Once de los 30 pilotes tienen un comportamiento que puede ser clasificado como satisfactorio (Pilotes tipo A) ya que se han deformado aproximadamente 4.5 cm. lo que equivale al hundimiento regional actual de 4 cm por año; 11 pilotes tienen un comportamiento dudoso (Pilotes tipo D), ya que se han deformado con una magnitud aproximada de 2 cm.; y los 8 pilotes restantes no están trabajando, ya que la deformación de las celdas es menor de 2cm. (Pilotes tipo P).

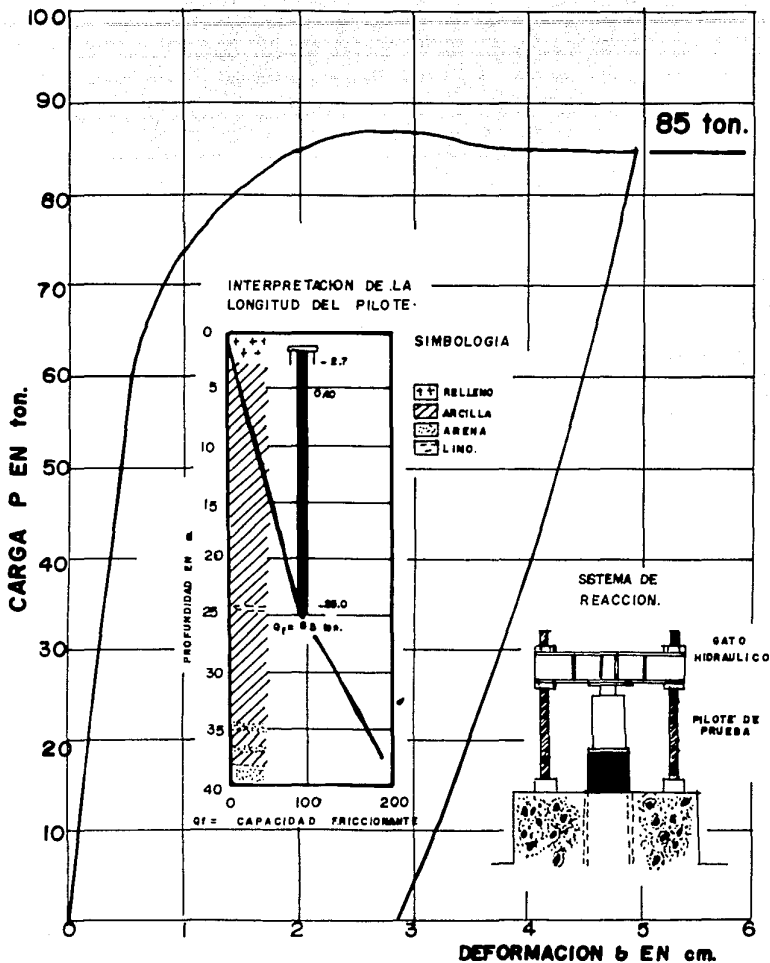
"Las pruebas de carga se efectuaron en los pilotes N° 19, 10 y 11. Los dos primeros corresponden a los pilotes que no representan deformación en sus celdas de control y el tercero a un pilote de los denominados dudosos (tipo D).

Prueba de carga N° 1.- Se efectuó en el pilote N° 19 (Eje B), aplicando incrementos de carga de 15 ton. hasta alcanzar 60 ton. para efectuar un ciclo de descarga. Después de concluir el ciclo de descarga, se llevó el pilote a la falla con incrementos de carga de 15 ton. La carga máxima resistida por el pilote fué de 89 ton. con una deformación de 2 cm. la resistencia residual del pilote fué de 85 ton. con deformaciones máximas de 5 cm. (Fig 7)

Prueba de carga N° 2.- Se efectuó en el pilote N° 10 (Eje B), con el mismo procedimiento de carga y descarga del pilote 19. La carga máxima resistida por el pilote fué de 57 ton. con una deformación de 4mm, la resistencia residual del pilote fué de 36 ton. con deformaciones máximas de 7 cm. (Fig 8).

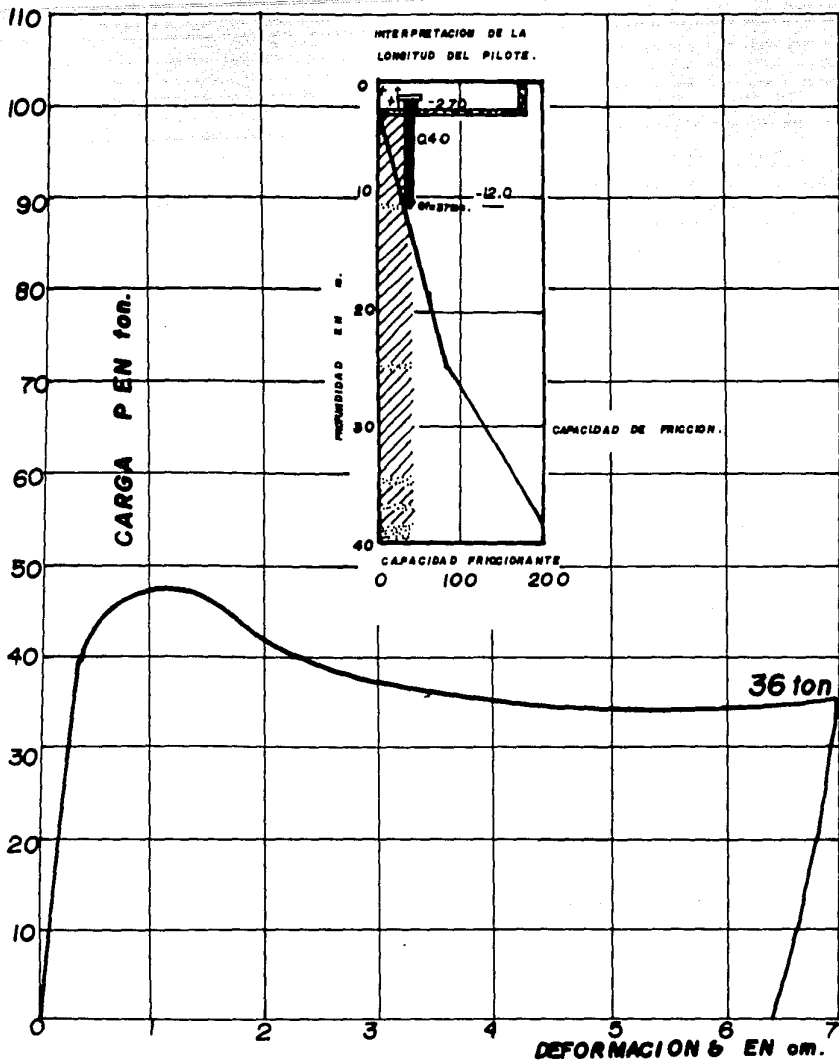
Prueba de carga N° 3.- Se efectuó en el pilote N° 11 (Eje B), aplicando incrementos de carga como en las dos pruebas anteriores. La carga máxima resistida por el pilote es de 195 ton. con una deformación de 4 cm. y la resistencia residual fué de 190 ton llevada a una deformación máxima de 6.3 cm. (Fig 9)" (5)

(5).- CONDICIONES ACTUALES DE LOS PILOTES DE CONTROL DE LA CENTRAL TELEFONICA ROMA TORRE. (Reporte 1) TGC, Mexico 1989 p. 4



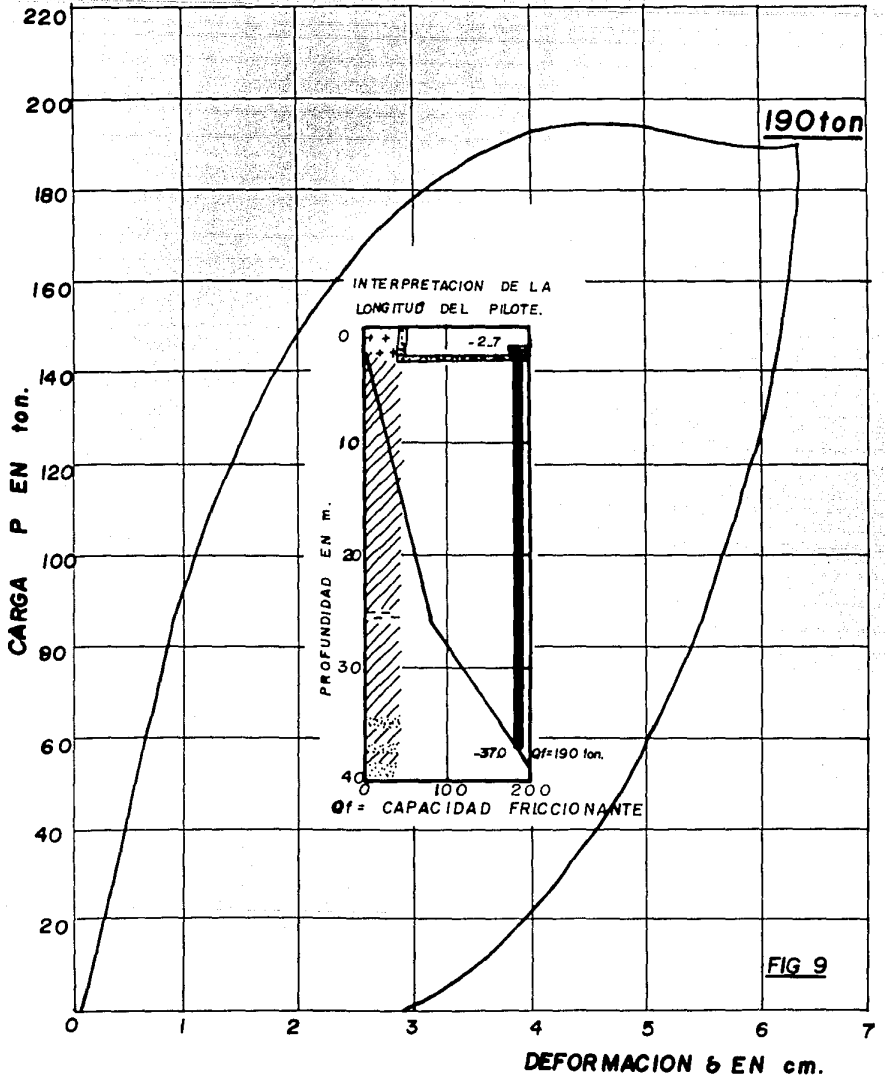
**PRUEBA DE CARGA EN PILOTE Nº19
CENTRAL ROMA TORRE.**

FIG. 7



**PRUEBA DE CARGA EN PILOTE N° 10.
CENTRAL ROMA TORRE.**

FIG 8



PRUEBA DE CARGA EN PILOTE N° II
CENTRAL ROMA TORRE

Para definir el comportamiento de los pilotes se procedió a probar 2 pilotes tipo P y un pilote tipo D. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

PRUEBA No.	PILOTE	CAP. FRICCIONANTE.	CAP. DE PUNTA.	PROFUNDIDAD
		TON.	TON.	M.
1	19	67	18	25
2	10	36	--	12
3	11	125	65	37

TIPOS DE PILOTE.

TIPOS DE PILOTE	PILOTES	ACTIVIDAD.
Tipo A	2,3,7,15,16,21,22,23,24,29,30.	Pruebas de carga en dos de ellos.
Tipo D	1,5,6,9,11,12,13,14,17,20,26.	Rehincado a 37.00 m.
Tipo P	4,8,10,18,19,25,27,28.	Rehincado a 37.00 m.

Conclusiones de las pruebas de carga:

a) Las pruebas de carga reflejan las condiciones reales en que se encuentran los pilotes, por lo que si es correcta la profundidad interpretada de punta, entonces el procedimiento de construcción denominado *pilotes monolíticos* adolece de graves deficiencias en la calidad de los trabajos de hincado.

b) Con los resultados de las pruebas de carga se concluye que el comportamiento de los pilotes es heterogéneo y no definen satisfactoriamente el trabajo de conjunto de la cimentación.

c) Es de esperarse que diecinueve de los treinta pilotes de la Central Roma Torre no trabajen eficientemente como pilotes de control ya que las deformaciones medias de las celdas son nulas o menores a 3.00 cm.

d) Se propone efectuar prueba de carga en dos de los pilotes del tipo A, con el fin de obtener por lo menos dos curvas características para tener seguridad en el comportamiento de todos los pilotes.

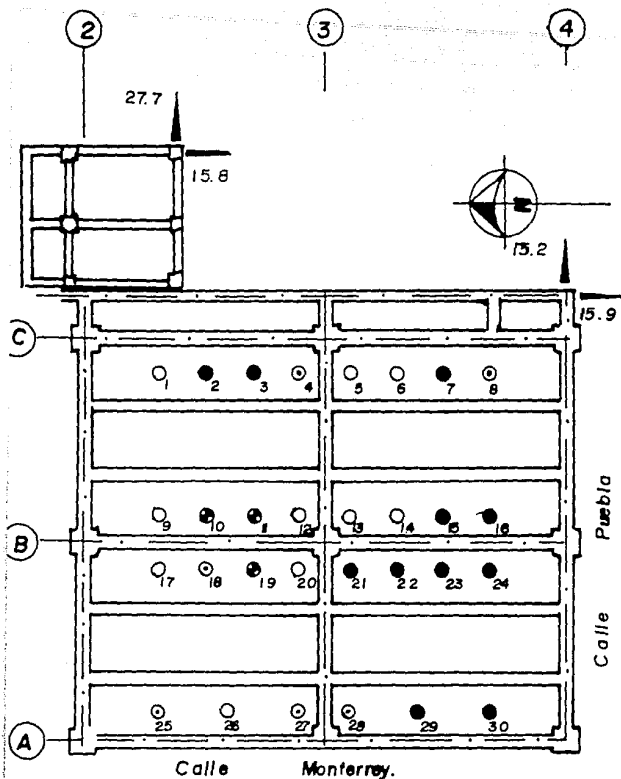
e) Con base en los resultados de las nuevas pruebas de carga se deberá proponer el rehincado de los pilotes tipo D y P hasta cumplir con condiciones similares de trabajo.

f) Es conveniente efectuar una revisión geotécnica de la central Roma Torre, con las nuevas condiciones de carga estáticas y sísmicas, adecuando los nuevos pilotes a las condiciones de trabajo de pilotes tipo A para garantizar un comportamiento uniforme." (6) (Fig 10).

Se requiere la sustitución de los puentes de los pilotes de control dañados, tanto en el cuerpo principal (Torre Roma IV) como en la torre de escaleras.

También, deberán nivelarse ambos cuerpos (Torre y Escalera) pues presentan desplome. En general, la cimentación se encuentra en buenas condiciones.

(6).- Ibidem. p.p. 5-7.



PILOTE Nº.	ALTURA DE LAS CELDA		Nº DE CELOS	DEF. MEDIA CM	TIPO DE PILOTE
	OTE. CM	PTE CM			
1	13.5	10.5	90	3.0	D
2	10.0	10.5	108	4.7	A
3	12.0	8.0	108	3.0	A
4	13.0	14.0	108	1.5	P
5	13.0	9.0	96	2.7	D
6	18.0	9.5	96	2.2	D
7	11.0	10.0	96	4.8	A
8	15.0	11.6	96	1.7	P
9	-	-	-	-	D
10	18.0	18.0	90	0	P
11	7.8	19.0	108	2.7	D
12	9.8	18.0	90	2.7	D
13	18.0	13.0	96	2.8	D
14	18.8	11.8	96	2.0	D
15	18.0	9.0	96	4.0	A
16	10.0	10.8	90	4.7	A
17	11.8	18.8	96	2.8	D
18	18.8	18.8	90	1.0	P
19	18.8	8.8	-	0.0	P
20	18.0	8.8	90	2.2	D
21	11.0	10.5	96	4.2	A
22	18.0	9.8	96	4.7	A
23	9.0	18.0	96	4.8	A
24	9.8	11.8	96	4.8	A
25	18.0	18.8	96	0.7	P
26	10.8	18.0	96	2.2	D
27	18.8	10.0	96	2.0	P
28	18.0	18.8	96	1.8	P
29	11.8	11.0	96	4.0	A
30	10.0	10.0	90	8.8	A

**PLANTA
DE
CIMENTACION**

- PILOTE DE PRUEBA.
- DESPLOMES (11-MARZO-89)
- PILOTES A (Aceptables 11)
- PILOTES D (Dudosos 11)
- ⊙ PILOTES P (No Trabajan 8)

DEFORMACION DE LOS CONTROLES Y UBICACION DE LOS PILOTES
DE PRUEBA.

FIG 10

I.3.7.- CRITERIOS PARA REPARACIONES Y REFORZAMIENTOS:

Se deberá rigidizar la estructura en conjunto para obtener la resistencia necesaria a las fuerzas de sismo, cumpliendo así con las normas de emergencia.

En la cimentación, se recomienda el cambio de los pilotes de control existentes por pilotes de punta, adicionando en las zonas que así lo requieren nuevos pilotes de punta, reforzar las trabes secundarias para brindar mayor capacidad de soporte a la cimentación.

I.3.8.- INSTRUMENTACION Y CONTROLES.-

A continuación se presenta el informe correspondiente a las nivelaciones de precisión y lectura de desplomes, efectuados el 21 de abril y 16 de mayo respectivamente en la Central Telefónica Roma, en base a la tabla de registro de control de movimientos efectuados por la Cía. Rypsa, elaborándose así el presente repote que contiene:

Fig.11 Tabla de registro de control de movimientos y observaciones generales de los resultados obtenidos.

Fig.12. Planta general en la cual se indica la localización y nomenclatura de los puntos nivelados, así como la magnitud y dirección de los desplomes obtenidos en los diferentes cuerpos.

Posteriormente, y a lo largo de la ejecución de la obra, se ha hecho necesario elaborar constantes reportes de control que indican la evolución de desplomes en la Torre Roma IV así como en el Edificio de Escaleras; todo ello para lograr un control que nos permita llevar a cabo las acciones correctivas pertinentes, logrando así la nivelación de las estructuras.

Basándonos en lo anteriormente expuesto se presenta a continuación el repote de nivelaciones y desplomes entregado por la supervisión de la obra a Compañía Teléfonos de México y Bienes Raíces, S.A. de C.V. con fecha 23 de Enero de 1990.

NIVELACION TOPOGRAFICA

EDIFICIO: CENTRAL TELEFONICA TORRE ROMA

UBICACION: CALLE PUEBLA No. 205

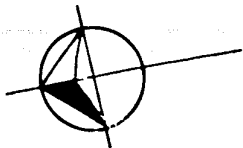
TIPO: ESPECIAL

AT'N.: ING. JUAN JOSE HERNANDEZ GALINDO.- GERENTE DE ESTRUCTURAS.- TEL-MEX.

PERIODO: 5 DE DICIEMBRE DE 1987 A 21 DE ABRIL DE 1988

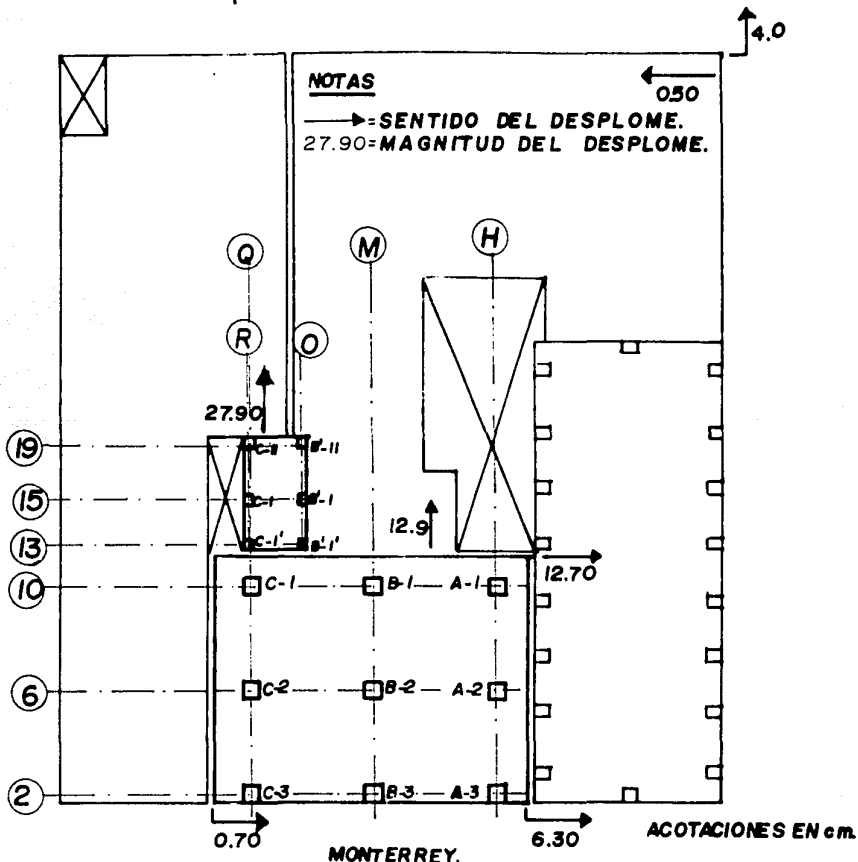
NIVELACION EFECTUADA: 21 DE ABRIL DE 1988.

PUNTO VISADO	COTA ANTERIOR	COTA ACTUAL	MOVIMIENTO EN M.M.		OBSERVACIONES:
			PARCIAL	ACUM.	
A-1	5.267	5.249	-18	-12	1.- Se nivelaron las referencias indicadas por el Ing. Gerardo Flores con respecto a un banco de nivel superficial de cota (+) 5.00 2.- Los movimientos acumulados son referidos a la nivelación efectuada por la Cia. Ryrsa con fecha 12 de marzo de 1987, de la cuál se nos proporcionó tabla de registro. I.- NIVELACION TOPOGRAFICA: Movimiento máximo parcial de -1.9 cms en la columna A-3. Diferencial máximo anterior de col. C-II a col B'-II 7.2 cms.* * Suponiendo que las cotas originales fueron marcadas a un mismo nivel, se sugiere sean verificadas. II.- DESPLOMES MAXIMOS. TORRE: 12.7 cms hacia el Sur. 12.9 cms hacia el Oriente. ZONA DE ESCALERAS: 27.9 cms hacia el Oriente
A-2	5.275	5.259	-16	- 5	
A-3	5.296	5.277	-19	-22	
B-1	5.285	5.274	-11	0	
B-2	5.289	5.280	- 9	+ 2	
B-3	5.293	5.281	-12	-10	
C-1	5.273	5.260	-13	+ 1	
C-2	5.286	5.278	- 8	+14	
C-3	5.300	5.287	-13	- 4	
B'-II	5.256	5.246	-10	- 1	
B'-I	5.279	5.275	- 4	+ 7	
B'-1'	5.272	5.270	- 2	+11	
C-II	5.328	5.324	- 4	+11	
C-I	5.305	5.304	- 1	+21	
C-I'	5.308	5.306	- 2	+21	



CENTRAL
TELEFONICA

ROMA TORRE



21-ABRIL-1988
LECTURA DE DESPLOMES

FIG II

CENTRAL TELEFONICA

NIVELACION TOPOGRAFICA

EDIFICIO: CENTRAL TELEFONICA TORRE ROMA.

UBICACION: CALLE PUEBLA No. 203.

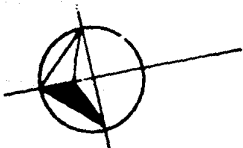
TIPO: ESPECIAL.

AT'N.: JUAN JOSE HERNANDEZ GALINDO- GERENTE DE ESTRUCTURAS - TEL-MEX.

PERIODO: 21 DE ABRIL DE 1988 - 16 DE MAYO DE 1988.

NIVELACION EFECTUADA: 16 DE MAYO DE 1988.

PUNTO VISADO	COTA ANTERIOR	COTA ACTUAL	MOVIMIENTO EN m.			
			PARCIAL	ACUM.		
A-1	5.249	5.249	0	- 12	1.- Se nivelaron las referencias - indicadas por el Ing. Gerardo Flores, con respecto a un Banco de Nivel Superficial de cota + 5.000.--	
A-2	5.259	5.259	0	- 5		
A-3	5.277	5.278	+ 1	- 21		
B-1	5.274	5.274	0	0		
B-2	5.280	5.281	+ 1	+ 3		
B-3	5.281	5.282	+ 1	- 9		
C-1	5.260	5.261	+ 1	- 2		
C-2	5.278	5.279	+ 1	+ 15		
C-3	5.287	5.288	+ 1	- 3		
B'-11	5.246	5.246	0	- 1		
B'-1	5.275	5.275	0	+ 7	2.- Los movimientos acumulados son referidos a la nivelación efectuada por la Cía. Rypsa con fecha 12 de Marzo de 1987, de la cual se nos proporcionó tabla de registro.	
B'-1'	5.270	5.270	0	+ 11		
C-11	5.324	5.324	0	+ 11		
C-1	5.304	5.304	0	+ 21		
C-1'	5.306	5.306	0	+ 21		
						NIVELACION TOPOGRAFICA
						Movimiento máximo parcial de +0.10 cm.
						Diferencial máximo actual, sin modificación.
						DESPLOMES MAXIMOS
						TORRE:
					12.7 cm. hacia el sur	
					13.1 cm. hacia el oriente.	
					ZONA DE ESCALERAS:	
					28.0 cm. hacia el oriente.	



CENTRAL
TELEFONICA

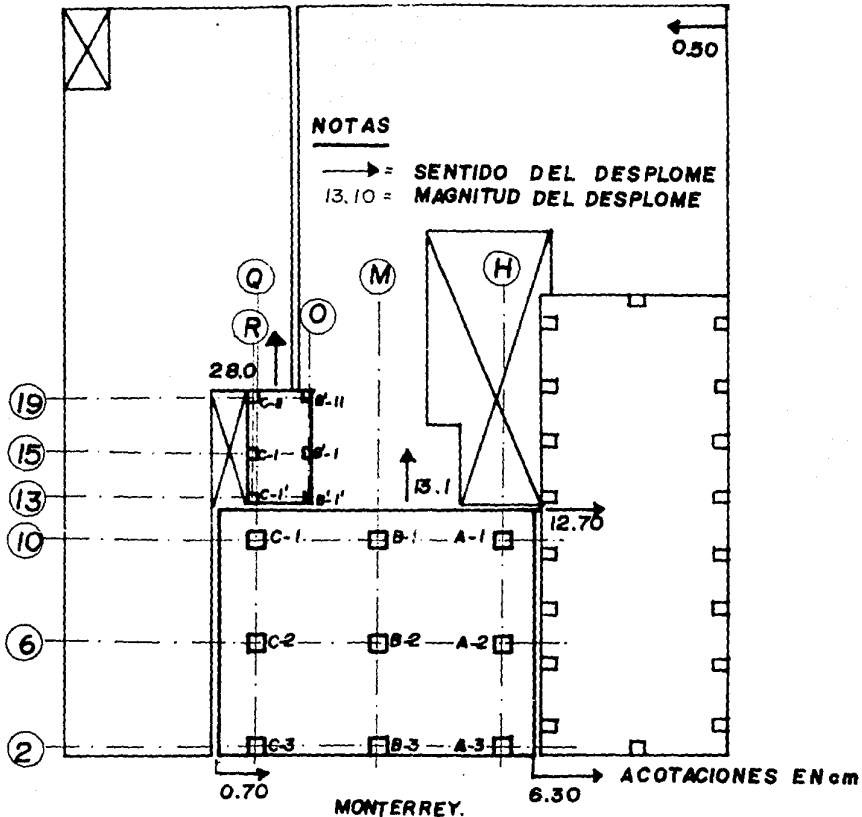
ROMA TORRE

4.00

0.50

NOTAS

→ = SENTIDO DEL DESPLOME
13.10 = MAGNITUD DEL DESPLOME



16-MAYO-1988

LECTURA DE DESPLOMES

FIG 12

Estamos enviando a ustedes el informe correspondiente a la nivelación especial y desplomes máximos efectuado en el periodo del 23 de Diciembre al 6 de Enero de 1990 en la Central Telefónica Roma.

I.-REGISTROS DE CONTROL DE MOVIMIENTOS.-

Lecturas tomadas con el aparato referido a un banco de nivel y sobre puntos de la estructura (Columnas) para así obtener el movimiento vertical relativo de esos puntos. El acumulado registra el movimiento resultante en un lapso de tiempo dado.

II.- PLANTA GENERAL DE PUNTOS NIVELADOS DONDE SE LOCALIZAN DESPLONES DE ROMA II, TORRE TANDEM Y ESCALERAS.-

En dicha planta se registra la última lectura de aparato y la nomenclatura del punto visado. En la planta de desplomes pueden observarse los movimientos horizontales de los edificios v. gr. se observa que hubo algún cambio con respecto al reporte anterior, el desplome del cubo hacia el este había sido de 38.90 cm. ahora se reportan 38.00cm. probablemente por la aproximación. (Fig 13 y 14).

NIVELACION TOPOGRAFICA

EDIFICIO: CENTRAL TELEFONICA TORRE ROMA

UBICACION: CALLE DE PUEBLA No. 203

TIPO: ESPECIAL

AT'N.: ING. GUSTAVO CRUZ. SUBGERENTE DE REESTRUCTURACION DE TEL-MEX.

PERIODO: DEL 23 DE DICIEMBRE AL 6 DE ENERO DE 1990.

NIVELACION EFECTUADA: 6 DE ENERO DE 1990

PUNTO VISADO	COTA ANTERIOR	COTA ACTUAL	MOVIMIENTO EN mm.		OBSERVACIONES:
			PARCIAL	ACUM.	
A-1	5.682	5.679	-3	-72	1.- En el edificio de la Torre Tandem se observa un asentamiento de 4 mm. en las columnas: C-1, C-2 y en la escalera C-I.
A-2	5.704	5.701	-3	-49	
A-3	5.736	5.734	-2	-32	
B1	5.709	5.706	-3	-62	
B-2	5.727	5.725	-2	-52	
B-3	5.744	5.743	-1	-34	
C-1	5.697	5.695	-2	-32	
C-2	5.724	5.724	0	-37	
C-3	5.750	5.750	0	-19	
B'II	5.782	5.780	-2	-23	
B'I	5.752	5.750	-2	-23	2.- En el edificio Roma II, se observa un asentamiento general de 2 mm. en promedio.
B'I'	5.746	5.745	-1	-26	
C-II	5.801	5.798	-3	-21	
C-I	5.781	5.779	-2	-31	
C-I'	5.785	5.783	-2	-25	

NIVELACION TOPOGRAFICA

EDIFICIO: CENTRAL TELEFONICA ROMA RORRE.

UBICACION: CALLE PUEBLA No. 203.

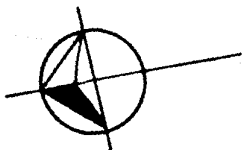
TIPO: E S P E C I A L.

AT'N.: ING. GUSTAVO CRUZ. SUBGERENTE DE REESTRUCTURACION DE TELMEX.

PERIODO: DEL 23 DE DICIEMBRE DE 1989 AL 6 DE ENERO DE 1990.

NIVELACION EFECTUADA: 6 DE ENERO DE 1990.

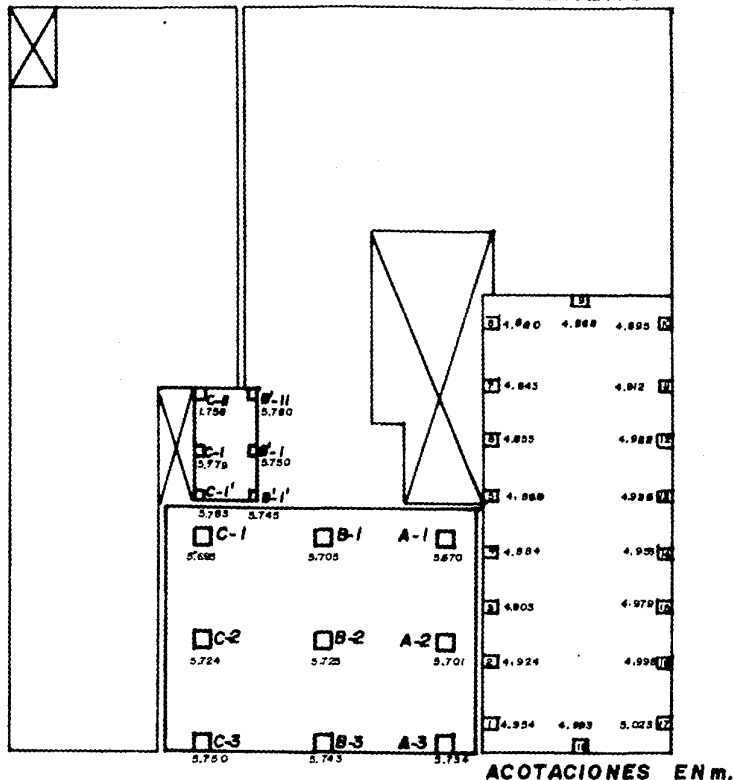
PUNTO VISADO	COTA ANTERIOR	COTA ACTUAL	MOVIMIENTO EN mm.		OBSERVACIONES.
			PARCIAL	ACUN.	
1	4.957	4.955	- 2	- 38	
2	4.928	4.927	- 1	- 30	
3	4.908	4.906	- 2	- 26	
4	4.888	4.887	- 1	- 26	
5	4.870	4.870	0	- 28	
6	4.859	4.859	0	- 28	
7	4.848	4.847	+ 1	- 32	
8	4.844	4.843	- 1	- 23	
9	4.860	4.864	+ 4	- 26	
10	4.899	4.898	- 1	- 14	
11	4.915	4.913	- 2	- 2	
12	4.927	4.925	- 2	- 13	
13	4.943	4.941	- 2	- 13	
14	4.957	4.956	- 1	- 14	
15	4.983	4.981	- 2	- 17	
16	5.000	4.999	- 1	- 24	
17	5.023	5.023	0	- 24	
18	4.997	4.995	- 2	- 30	



CENTRAL
TELEFONICA

ROMA TORRE

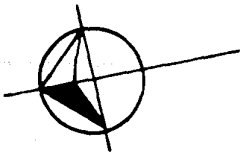
6-ENERO-'90



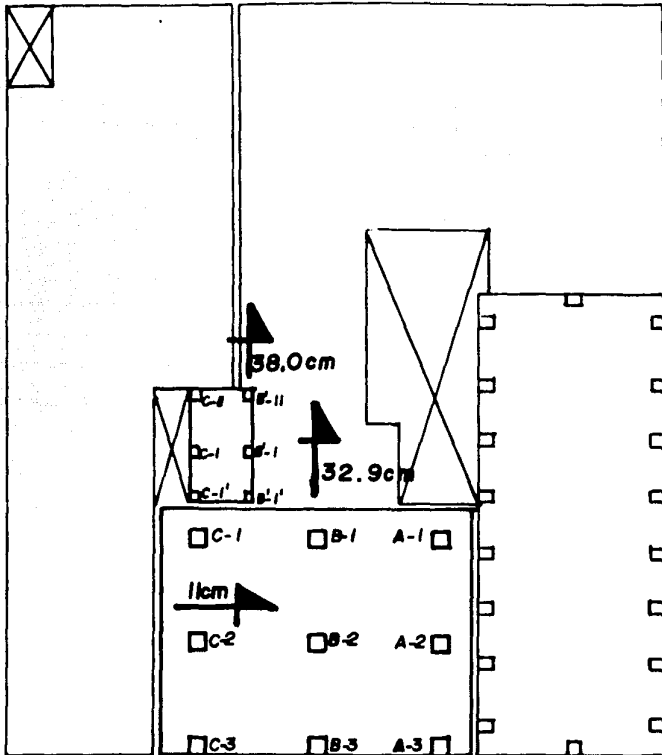
MONTERREY.

CROQUIS DE UBICACION DE
PUNTOS NIVELADOS

FIG 13



CENTRAL
TELEFONICA
ROMA TORRE



MONTERREY.

DESPLOMES

FIG 14

CAPITULO II
C I M E N T A C I O N E S

II.- CIMENTACIONES.

II.1- PRELIMINARES:

En toda obra de edificación, la estructura de la misma se encuentra conformada por:

Subestructura: Tiene por objeto, recibir la cargas vivas, muertas y accidentales que son transmitidas a ella desde la superestructura a través de muros de carga o marcos rígidos; esta a su vez, se encarga de distribuirlos uniformemente a lo largo de toda su superficie al suelo soportante.

Superestructura: Se encuentra conformada por el cuerpo mismo de la edificación, encontrándose generalmente sobre el nivel medio del terreno y es soportado por la cimentación.

Asimismo se llama cimentación, al conjunto formado por la subestructura, incluyendo en ella a los pilotes y al suelo mismo que la soporta.

Tan antigua como la construcción misma, ha sido desde siempre motivo de preocupación para los ingenieros, el comportamiento de las cimentaciones y sus efectos sobre la estructura, pero sólo hasta hace poco tiempo, ésta preocupación se ha reflejado en los intentos por analizar científicamente el comportamiento de las mismas, y más aún en las posibles soluciones que sea posible aplicar, tratándo de establecer principios generales que sirviesen como normas de proyecto y como elementos guías de construcción.

El tipo de cimentación más adecuado para cada estructura en particular, depende de factores muy diversos; esto es, desde su función, las solicitaciones de carga actuantes, las condiciones del terreno subyacente sobre el cual se soporta y el costo total de la cimentación siempre comparado con el monto total de la superestructura.

Sin embargo, todos los conocimientos anteriores puramente experimentales, fueron transmitidos durante años en forma de una auténtica tradición oral, siendo éste, el único modo disponible para adquirir el "arte de cimentar".

Es por ello que a través del tiempo y debido a las relaciones existentes entre los factores de una cimentación, es posible obtener diversas soluciones; es aquí en donde el criterio juega un papel preponderante en la ingeniería de cimentaciones.

II.11.- CAPACIDAD DE CARGA Y ASENTAMIENTOS:

En la elección del tipo de cimentación es necesario tratar de conocer o de intuir el comportamiento de la misma bajo cargas de servicio, y por consiguiente sus efectos en la superestructura. De aquí se desprende un concepto fundamental en la ingeniería de cimentaciones: La **capacidad de carga**, nos representa la carga máxima que es capaz de soportar la superficie de cimentación (área de contacto entre el suelo y la subestructura) sin presentar fallas. Estas fallas pueden ser de tipo parcial (asentamientos diferenciales, en puntos diferentes de la cimentación), o de tipo general (hundimiento de la estructura); dichas fallas deben ser prevenidas mediante el cálculo correcto de la capacidad de carga del suelo, para ello, la mecánica de suelos se ha ayudado de teorías de plasticidad y del medio continuo de donde han emanado un sin número de teorías de capacidad de carga (Teoría de Terzaghi, de Skempton, teoría de Meyerhof, Teoría del Dr. Zeevaert, y muchas más), todas ellas tratan de calcular la carga máxima de falla en un suelo a una profundidad determinada por unidad de área.

Todas las capacidades de carga corresponden a valores a la falla, es decir, a valores tales que si esos esfuerzos se transmitieran al material, éste quedaría en estado de falla incipiente; por lo tanto, estos valores no son utilizados en la práctica de la ingeniería de cimentaciones, siendo necesario calcular una capacidad de carga admisible o de trabajo; ésta capacidad de carga admisible, será siempre menor a la de falla y deberá estar suficientemente lejos de ella para dar márgenes de seguridad que permitan cubrir todas las incertidumbres referentes a las propiedades de los suelos, a la magnitud de las cargas actuantes, a la teoría de capacidad de carga utilizada y a los problemas constructivos propios de la obra.

En la práctica se expresa a la capacidad de carga admisible, como una fracción de la capacidad de carga a la falla, obtenida dividiendo ésta entre un número mayor que uno, el cual se denomina factor de seguridad.

Como consecuencia del cambio en las condiciones de esfuerzo, todos los materiales sufren una deformación. En algunos materiales este fenómeno es relativamente fácil de identificar e incluso es medible, como por ejemplo el concreto y el acero; sin embargo, este proceso de deformación en la mayoría de los suelos es mucho menos predecible.

"A un proceso de disminución de volúmen que tenga lugar en un lapso, provocado por un aumento de las cargas sobre el suelo, se le llama **proceso de consolidación.**"(7)

En todo suelo compresible (arcillas, arenas, rellenos, etc) sujeto a cargas producidas por la edificación de estructuras sobre ellos, se presentan en mayor o menor escala (dependiendo del grado de compresibilidad de los mismos), asentamientos que tienen lugar en mayor o menor proporción en los estratos compresibles del terreno de desplante de la misma. Estudios de estos fenómenos, han demostrado que el incremento de presión transmitido a los diferentes estratos subyacentes al terreno de desplante es no uniforme.

(7).- Juárez Badillo, Rico Rodríguez. MECANICA DE SUELOS Tomo I. Ed. Limusa, Mexico. 1960. p. 247.

II.2.-CLASIFICACION DE LAS CIMENTACIONES:

CIMENTACIONES	SUPERFICIALES	Zapatas Aisladas.
		Zapatas Corridas.
		Zapatas Combinadas.
		Losas de Cimentación.
		Cajones de Cimentación.
	PROFUNDAS	Pilas.
		Pilotes de Fricción.
		Pilotes de Punta.
		Pilotes de Control.

II.2.1.- ZAPATAS.-

Una zapata es una ampliación de la base de una columna o muro, que tiene por objeto transmitir la carga al subsuelo a una presión adecuada a las propiedades del mismo.

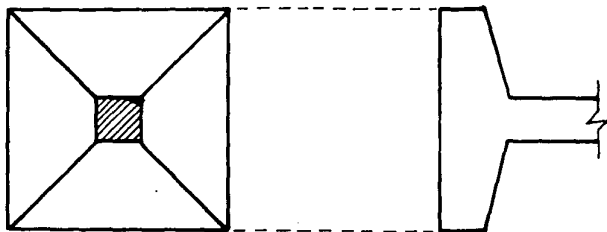
A) Zapatas Aisladas.- Las zapatas que soportan a una sola columna y cuya escuadría es aproximadamente proporcional (cuadrada o rectangular), son llamadas individuales o aisladas. Así mismo es importante e indispensable considerar en el diseño de las zapatas aisladas (y en todas las cimentaciones) la carga total que será soportada por la subestructura. (Fig 15).

B) Zapatas Corridas.- Son zapatas continuas o corridas aquellas que se construyen debajo de un muro de carga o debajo de varias columnas en la totalidad de la longitud del terreno. (fig 16).

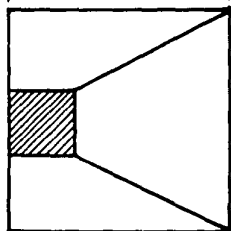
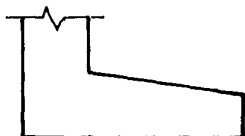
C) Zapatas Combinadas.- Si las cargas de varias columnas se transmiten a una misma zapata, las dimensiones de estas deben ser tales que su centroide coincida con el de las cargas de las columnas, bajo condiciones normales, y de manera que la presión máxima debajo de la zapata no exceda la presión de seguridad del suelo bajo las cargas mas severas; en este caso la zapata, que no se extiende sobre toda la longitud de la estructura se denomina zapata combinada. (Fig 17).

ZAPATAS

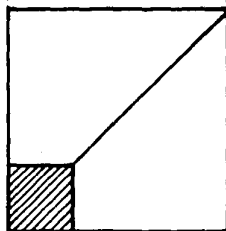
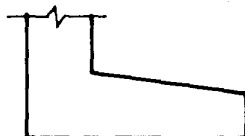
AISLADAS



CENTRALES



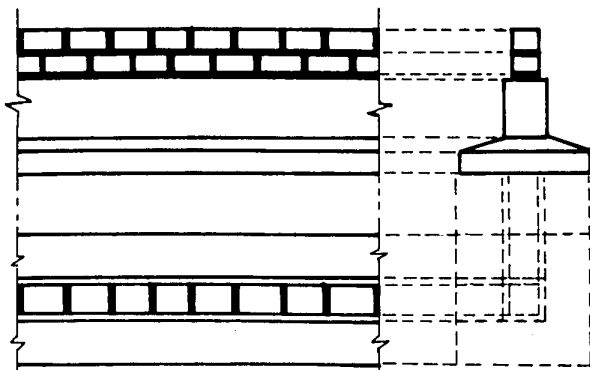
DE COLINDANCIA



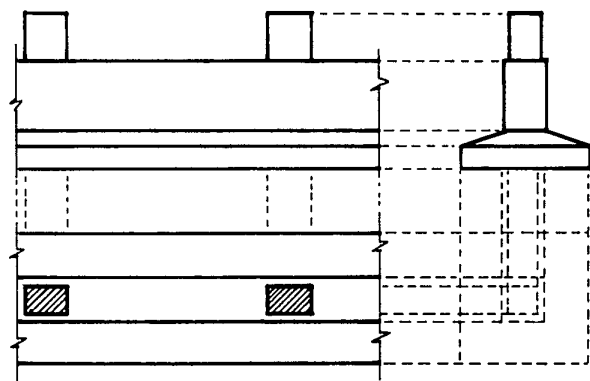
DE ESQUINA

FIG 15

ZAPATAS CORRIDAS



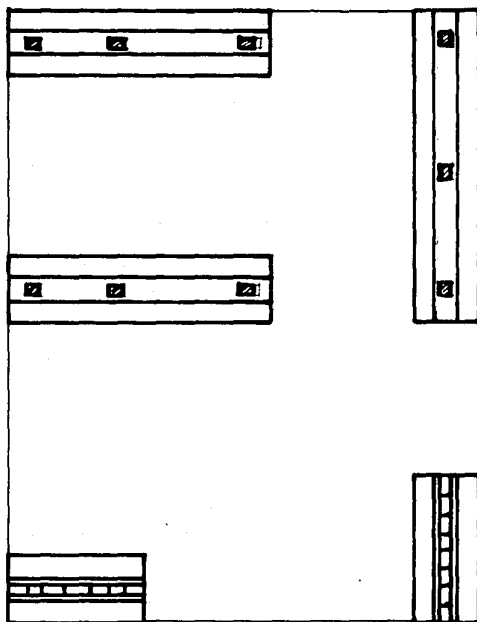
EN MUROS DE
CARGA



EN MARCOS ESTRUCTURALES A
BASE DE COLUMNAS Y TRABES.

FIG 16

ZAPATAS COMBINADAS



EN MUROS DE CARGA Y EN COLUMNAS

FIG 17

II.2.2-LOSAS Y CAJONES DE CIMENTACION:

Una losa de cimentación es una zapata combinada que cubre toda el área que queda debajo de una estructura y que soporta todos los muros y columnas. Cuando las cargas del edificio son tan pesadas o la presión admisible en el suelo es tan pequeña que las zapatas llegan a cubrir más de la mitad del área del terreno, es preferible la implementación de una losa corrida; cuando la profundidad de desplante de la estructura es tal, que se requiere contener el material circundante y además se precisa rigidizar la losa de tal manera que trabaje como una losa perimetralmente apoyada y no en cantiliver, se proyectan contratraveses de cimentación en toda la periferia de la losa que alcanzan un peralte tal que llegan hasta el nivel del terreno original; además se requiere dar rigidez interior a la losa por lo que se construye una retícula interna de contratraveses ligadas a la losa y a las contratraveses perimetrales; de esta manera se adiciona una losa tapa sobre las constratraveses para permitir el desplante del primer nivel de la edificación y con ello de sus columnas que se desplantan generalmente en los nudos de la retícula del cajón de cimentación.

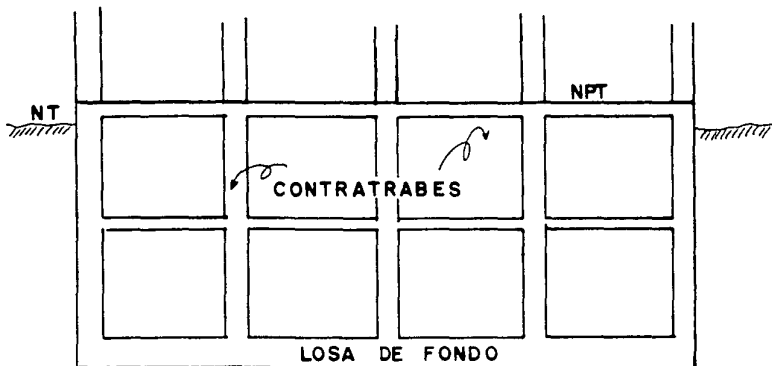
Ordinariamente, las losas de cimentación se proyectan como losas de concreto planas y sin nervaduras. Las cargas que obran hacia abajo sobre la losa son las de las columnas individuales o las de los muros. Si el centro de gravedad de las cargas de la edificación coincide con el centroide de la losa, se considera que la carga hacia arriba es una presión uniforme igual a la suma de las cargas hacia abajo dividida por el área de la propia losa.

No se considera el peso de ésta en el proyecto estructural , porque se supone que lo soporta directamente el suelo. Como en este método de análisis no se consideran los momentos y fuerzas cortantes producidas por los asentamientos diferenciales, se acostumbra reforzar la losa mas de lo que se requiere de acuerdo con el análisis.

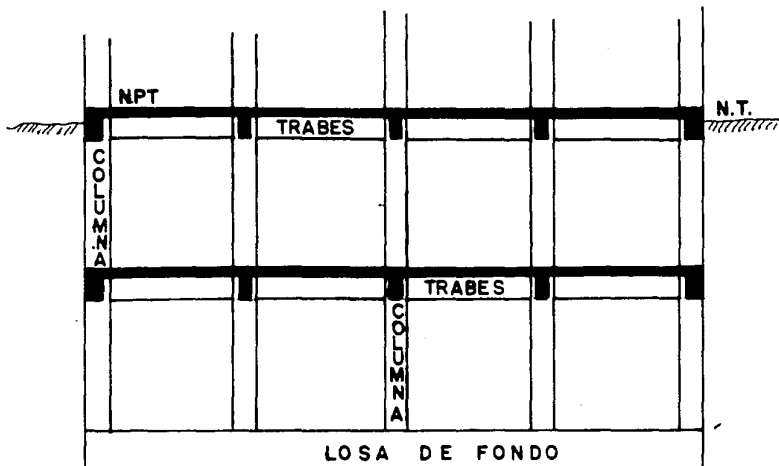
Las losas de cimentación se utilizan también para reducir el asentamiento de las estructuras situadas sobre depósitos muy compresibles. Bajo estas condiciones la profundidad a la que está desplantada la losa se hace a veces tan grande, que el peso de la estructura mas el de la losa está completamente compensado por el peso del suelo excavado. Entonces el asentamiento de la estructura sería casi insignificante. Como resulta impracticable hacer una compensación total, puede colocarse una losa menos profunda, si el aumento neto en la sobrecarga es lo suficientemente pequeño como para producir asentamientos tolerables.

Si las cargas de las columnas no están más o menos uniformemente distribuidas, o si el subsuelo es tal que puedan producirse grandes asentamientos diferenciales, las losas grandes pueden reforzarse para evitar deformaciones excesivas. Estas divisiones y refuerzos se hacen colando muros divisorios como nervaduras de vigas conectadas a la cimentación, constituyendo así una losa celular o reticular de marcos rígidos. (Fig 18)

CAJONES DE CIMENTACION



a)- A base de contratrabes ortogonales



b)- Marcos rigidos

FIG 18



Trabajos de perforación realizados dentro del cajón
de cimentación de la Central Telefónica Torre Roma.

Con frecuencia puede comprobarse que los desperfectos producidos en edificios se deben a movimientos provocados por el desagüe inadecuado del agua superficial.

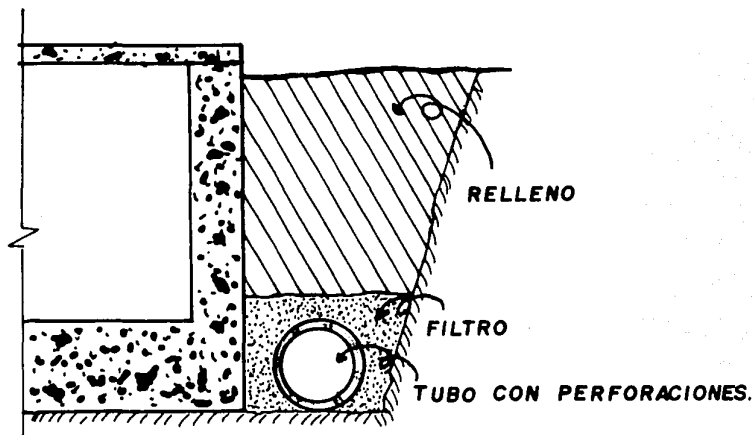
La naturaleza del subsuelo y las condiciones del agua freática en un lugar, deben siempre considerarse en la elección de las elevaciones para los niveles de sótanos y pisos. Si el sótano debe desplantarse bajo el nivel freático normal, deberán tomarse precauciones especiales para evitar las filtraciones dentro de la estructura. Se utilizan generalmente dos métodos:

DRENAJE: con el que se evita que el agua llegue al exterior de la estructura. (Fig 19).

IMPERMEABILIZACION: con el que se impide la entrada del agua adyacente a la estructura por medio de algún tipo de barrera impermeable.

Es muy frecuente combinar ambos métodos cuando las condiciones del subsuelo son difíciles y sus niveles de mantos freáticos son muy próximos a la superficie.

DRENAJE EN CAJONES DE CIMENTACION



DREN PERIMETRAL.

FIG 19

El drenaje resulta conveniente donde las filtraciones sean lo suficientemente pequeñas como para permitir la evacuación del agua a bajo costo, usualmente por gravedad, por albañales o zanjias.

Si resulta excesiva la cantidad de agua que se recogerá en un sistema de drenes o albañales, puede ser necesario impermeabilizar el sótano de la estructura y permitir que el mismo quede sujeto a toda la presión del agua. El procedimiento más efectivo en este sentido es el método de la membrana. En este método se construye una membrana compuesta por capas alternativas de fibra de vidrio y material asfáltico, sobre o cerca del exterior de la cimentación del edificio. El material asfáltico se aplica caliente. Esta membrana es suficientemente flexible y dúctil para mantener su integridad si ocurre un agrietamiento moderado en los muros o en los pisos de la cimentación.

Para que sea completamente efectiva la membrana impermeabilizante debe ser continua sobre toda la superficie de la estructura que penetre bajo el nivel del agua. Para esto se requiere la construcción de un subpiso sobre el que se construye la membrana antes de construir el piso estructural, y requiere detalles especiales en muros y losas. Como las losas y contratraves perimetrales quedan dentro de la membrana, quedan sujetos a toda la presión del agua, y deben proyectarse para soportar esta fuerza de empuje, así como para la presión del empuje pasivo de la tierra. (Fig 20).

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

IMPERMEABILIZACION EN CAJONES DE CIMENTACION

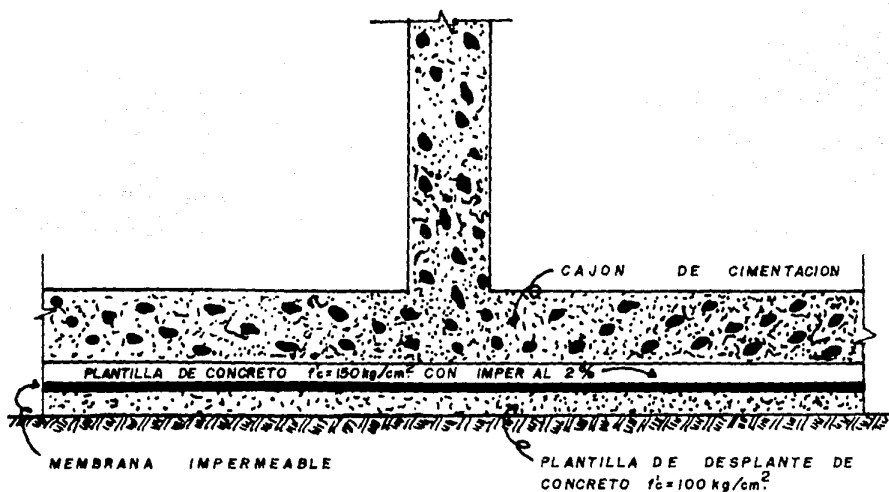


FIG 20

II.32.- CIMENTACIONES PILOTEADAS:

Cuando el suelo que se encuentra situado a un nivel superficial de desplante y no cumple con las características de capacidad de carga y asentamientos permisibles para sustentar una estructura mediante zapatas o losas o cajones de cimentación, se implementa la utilización de elementos estructurales de cimentación profunda que se encargan de transmitir las cargas a un material de mayor resistencia y compresibilidad nula o muy baja que se encuentra a una profundidad mucho mayor que la del desplante de la cimentación superficial.

Los pilotes son miembros estructurales con un área de sección transversal pequeña, comparada con su longitud, usualmente se instalan utilizando una piloteadora con un martinete o vibrador que los incrusta en el terreno.

La posición real de un pilote puede quedar a varios centímetros de la posición proyectada, por lo que difícilmente se evita la presencia de cargas excéntricas. En consecuencia las cabezas de los pilotes aislados generalmente se arriostan en dos direcciones por medio de contratrabes.



Pilote de sección cuadrada utilizado en la recimentación de la Central Telefónica Torre Roma.

II.2.4.-CLASIFICACION DE LOS PILOTES:

A) LOS PILOTES POR SU MATERIAL: Los pilotes se construyen en una gran variedad de tamaños, formas y materiales, para adaptarse a muchos requisitos especiales. Los principales materiales utilizados para la elaboración de pilotes son: madera, concreto y acero.

a) PILOTES DE MADERA: Desde el imperio romano comienza su utilización, estableciendo el uso de troncos de árboles como pilotes. Son probablemente el tipo de pilotes más usados en el mundo. Su longitud está limitada por la altura de los árboles disponibles; por lo que son comunes los pilotes de madera con alturas entre 12 y 18 m.

Dichos pilotes no pueden soportar los esfuerzos provocados por un fuerte hincado, muchas veces necesarios para penetrar estratos muy resistentes.

Los pilotes de madera no pueden hincarse en suelos de elevada resistencia sin sufrir daño; por lo que muy rara vez son utilizados para cargas mayores de 30 tns.

Aunque los pilotes de madera pueden durar indefinidamente al estar rodeados permanentemente por un suelo saturado, son sujetos de putrefacción al encontrarse sobre el nivel de saturación.

b) PILOTES DE CONCRETO.- Los pilotes de concreto pueden dividirse en dos categorías principales *colados en el lugar y precolados*. Los colados en el lugar pueden subdividirse en pilotes con ademe y sin ademe.

El concreto de un pilote con ademe se cuela dentro de un molde, que usualmente consiste en un forro de metal hincado en el terreno. La resistencia de este tubo deberá ser la mínima para no sufrir colapso bajo la presión del terreno que lo rodea antes de ser llenado con concreto. Los forros muy delgados y los tubos no se pueden hincar en el terreno sin estar soportados en el interior por un mandril.

La instalación de pilotes colándolos en perforaciones previas en lugar de hincarlos, es semejante al de las pilas.

Al elegir entre la gran variedad de pilotes colados en el lugar, el ingeniero necesita tener conocimiento detallado, sobre las dimensiones, características y longitud de los pilotes disponibles, y una actitud escéptica hacia todas las operaciones realizadas en condiciones en las cuales no es posible hacer una inspección directa.

Los pilotes precolados se fabrican con secciones diversas, deben reforzarse para soportar el manejo hasta que están listos para hincarse y resistir los esfuerzos causados por éste.

Si se ha subestimado su longitud necesaria, es muy necesario prolongarlos, y si por el contrario se ha sobrestimado, resulta muy caro cortarlos. Por el contrario, las secciones precoladas seccionadas permiten variar fácilmente su longitud mediante uniones o conexiones soldadas o con pernos.

Los pilotes precolados pueden ser también presforzados. Con el presforzado se trata de reducir las grietas producidas por tensión durante su manejo e hincado, y de proporcionar resistencia a los esfuerzos de flexión. Se han desarrollado pilotes presforzados cilindricos seccionales de concreto centrifugado, con diámetros hasta de 1.5m y paredes de espesor de 10 a 15 cm., para elevadas capacidades. Pueden hincarse hasta alcanzar una alta resistencia, sin daño.

c) **PILOTES DE ACERO:** Son muy utilizados como pilotes los tubos de acero, que usualmente son rellenos con concreto después de hincados, y los perfiles de acero en H cuando las condiciones requieren un hincado violento, longitudes desusadamente grandes, o elevadas cargas de trabajo por pilote. Se usan normalmente para alcanzar un estrato de gran capacidad de carga a gran profundidad.

Los pilotes de acero están sujetos a la corrosión. El deterioro es usualmente insignificante, si todo el pilote está hincado en una formación natural, pero puede ser intenso en algunos rellenos debido al oxígeno atrapado. Los recubrimientos epóxicos son efectivos y no se dañan con facilidad con el hincado. Otro método de protección para los pilotes de acero, es recubrirlos en las zonas vulnerables con concreto.

Los pilotes de tubo y los de acero hincados con mandril permiten la inspección en caso de encontrarse en condiciones desfavorables, no así los pilotes de madera, concreto, de acero en sección H.

Los pilotes se hincan comunmente por medio un martinete que funciona en medio de un par de guías paralelas o correderas suspendidas de una grua. Al martinete lo guían axialmente rieles incorporados en las guías.

La mayor parte de los equipos de hincado de pilotes son martillos del tipo de vapor o de diesel.

Los martinetes de vapor, tienen un martillo que es levantado por la presión de éste y se deja caer por gravedad, con o sin la ayuda de la presión del vapor.

La clasificación de un martinete se basa en la energía total por golpe; en un martillo de gravedad, la energía es el producto del peso Wh del martillo por la altura de caída H . Se tiene pérdida de energía debido al rozamiento en las guías del martillo.

Los pilotes hincados por medio de martinetes de impacto, ordinariamente se clavan hasta obtener una resistencia que se mide por el número de golpes necesarios para la penetración en los últimos dos o tres centímetros. Se especifican resistencias de 6 a 8 golpes en los últimos 2 o 3 cm para pilotes de concreto y acero.

Cuando se hincan pilotes a través de arcilla plástica saturada, desalojan un volumen de suelo igual o mayor al de los pilotes. Si la capacidad de carga de los pilotes depende de que estos se apoyen en un manto firme debajo de la arcilla plástica, la elevación puede producir mermas en la capacidad de carga; en muchos casos pueden rehincarse los pilotes que se han levantado para darles un apoyo firme.

Cuando hay la posibilidad de que los desalojamientos de material sean perjudiciales, estos pueden reducirse quitando gran parte del suelo en el espacio que va a ocupar el pilote. Esto se hace posible perforando previamente con una maquinaria rotatoria cortante combinada con chiflones de agua que transforman la arcilla en la que va a hincarse el pilote, en un lodo espeso. Estos procesos son llamados de perforación previa.

B) CLASIFICACION DE PILOTES POR SU FORMA DE

TRABAJO: Los pilotes comunmente por su comportamiento ante cargas verticales se clasifican en pilotes de punta y pilotes de fricción. Una variante en los pilotes de punta, la constituyen sin duda alguna los conocidos como pilotes de control, que no son otra cosa sino pilotes de punta acondicionados en su cabezal por un sistema de puente y espárragos que permite llevar un control sobre la estructura y haciendo casi paralelos sus hundimientos; así se pueden evitar hundimientos diferenciales que afecten a la estructura.

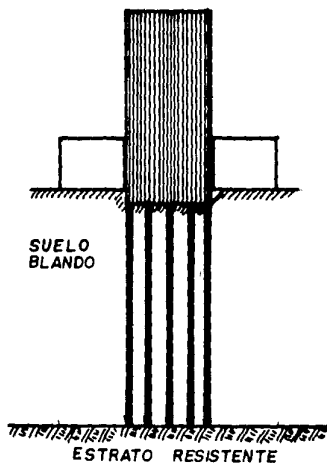
a) PILOTES DE PUNTA: Los pilotes de punta obtienen su capacidad de carga de la roca o suelo en el cual están apoyados, y muy poca del suelo que rodea su fuste. (Fig 21).

b) **PILOTES DE FRICCIÓN:** Por otro lado, un pilote de fricción obtiene su capacidad de carga principalmente del suelo que lo rodea, por la resistencia al corte que se desarrolla entre el suelo y el pilote. (Fig 22)

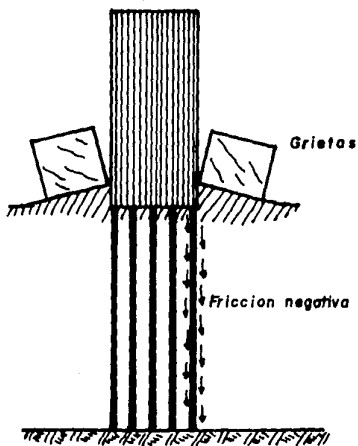
Los pilotes pueden hincarse a través de las capas blandas superiores y a través de los mantos progresivamente mas duros hasta alcanzar la capacidad necesaria.

Una de las decisiones técnicas más importantes, es la elección del tipo de pilote mas apropiado para las circunstancias prevalectentes de cada caso. Sin embargo, poseer un concepto claro de la manera en que los pilotes de las diferentes características transmiten su carga al suelo bajo condiciones de trabajo, es una valiosa ayuda que puede servir de base para el desarrollo de un buen criterio a medida que el ingeniero acumula experiencia.

PILOTES DE PUNTA



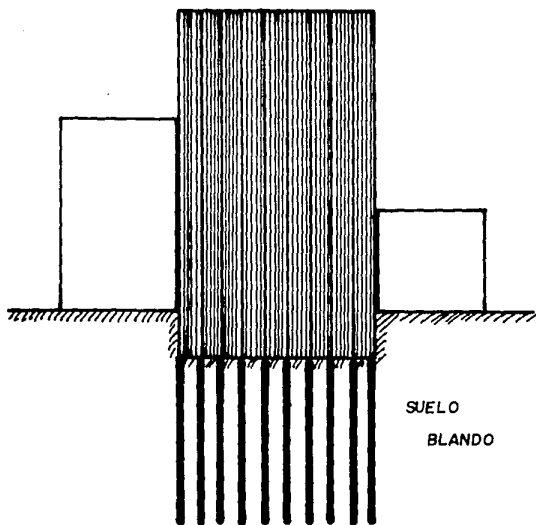
a)- ESTADO INICIAL



b)- DURANTE LA CONSOLIDACION

FIG 21

PILOTES DE FRICCIÓN



SUELO
BLANDO



ESTRATO RESISTENTE

FIG 22

A los pilotes de punta rodeados de suelo, se les considera erróneamente como columnas libremente apoyadas sin que el suelo que las rodea les de apoyo lateral. Sin embargo la experiencia y la teoría han demostrado que no existe peligro de flexión transversal en el pilote de punta, de las dimensiones convencionales, cargado axialmente por soporte lateral inadecuado. Los esfuerzos de trabajo en el concreto colado en el lugar, no deben exceder de 0.25 a $0.30f'c$, siendo $f'c$ la resistencia a la compresión simple del concreto a los 28 días, medida en cilindros. Así mismo, los esfuerzos de trabajo en las puntas de los pilotes de acero se limitan ordinariamente a 900 kg/cm^2 .

Para tener la seguridad de alcanzar la resistencia necesaria en los pilotes de concreto colados en el lugar, debe considerarse el revenimiento entre los límites de 7.5 y 15 cm .

Por otro lado, el término pilote de fricción es algo incorrecto, ya que implica que las fuerzas de corte entre el pilote y el suelo, provienen necesariamente del rozamiento, pero además pueden provenir de la adherencia entre ambos.

La capacidad de los pilotes de fricción depende de las características del material que rodea al pilote, por lo que la resistencia estructural de un pilote de fricción cargado axialmente no gobierna en su proyecto.. Si los pilotes se hincan en arcilla blanda, la fuerza cortante proviene de la adherencia, y la diferencia de capacidad de carga entre los pilotes de costados paralelos y conicos es relativamente pequeña.

Generalmente los pilotes se usan combinados, formando grupos de pilotes. Los cambios en las condiciones de esfuerzo, así como la alteración en la consistencia y compacidad relativa, asociados al hincado de los pilotes anteriores, puede tener una influencia apreciable sobre el comportamiento del resto de los pilotes, no solamente durante el hincado, sino también durante el tiempo en que están sosteniendo las cargas a que se sujetan.

Cuando se carga un solo pilote como en las pruebas de carga, una gran parte de su apoyo puede deberlo al suelo que está a lo largo de su fuste, por fricción lateral, aunque el suelo sea relativamente débil y compresible. Si el mismo pilote tiene muchos mas a su lado, a los que el suelo que los rodea proporciona apoyo, el esfuerzo acumulado en todo el bloque de suelo en que esta encajado el grupo puede tender gradualmente a comprimir el suelo y, por lo tanto, permitir que los pilotes se hundan, por lo menos ligeramente, con lo que una porción mayor de la carga se transmite directamente de los pilotes al estrato firme.

Los asentamientos de los grupos de pilotes no puede, en general, predecirse apoyandose en una prueba de carga de un pilote aislado. Si debajo de la cimentación de pilotes queda, aunque se encuentre a una gran profundidad, un estrato compresible, toda la cimentación puede sufrir asentamientos debido a la consolidación de dicho depósito.

CAPITULO III
CIMENTACION
TORRE ROMA

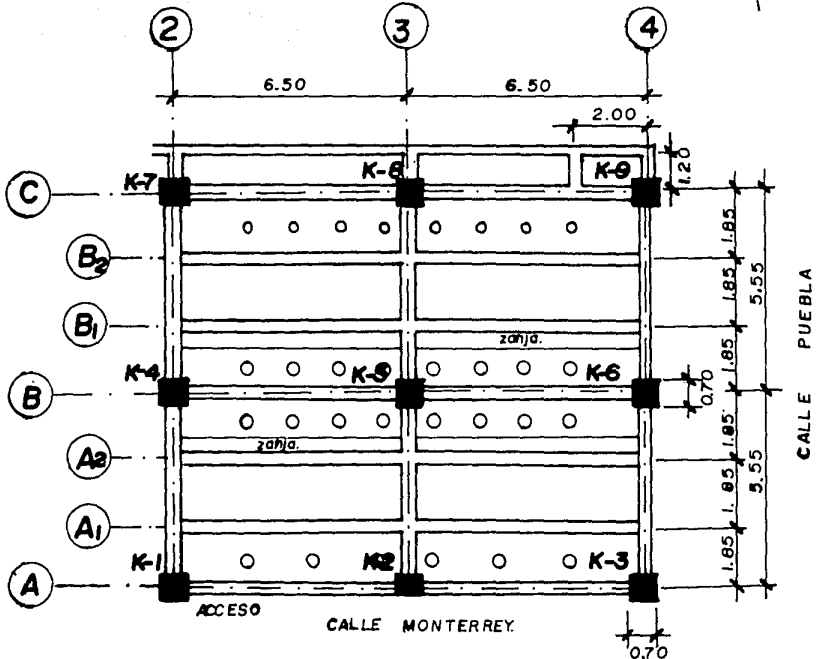
III.- CIMENTACION TORRE ROMA.

III.1.-CARACTERISTICAS GENERALES DE LA CIMENTACION

ORIGINAL DE LA TORRE ROMA TANDEM.-

La cimentación de la Torre Roma, estaba formada originalmente, por un cajón de cimentación (cimentaciones semicompensadas), apoyada sobre 30 pilotes de control de 40.00 cm de diámetro con dispositivos de control de carga. El cajón es de concreto reforzado desplantado a -2.70 m. respecto del nivel 0.00 de banqueta.

Las cargas gravitacionales de la estructura de la Torre, son transmitidas a la subestructura mediante nueve columnas principales con escuadría de 0.70 x 0.70 m.. A su vez estas son transmitidas mediante cuatro contratraves principales perimetrales localizadas a lo largo de los ejes A, C, 2 y 4, con una sección de 2.30 x 0.40 m. ; y por dos traves interiores ortogonales alojadas en los ejes B y 3 con una sección similar a la de las contratraves perimetrales. Adicionalmente a las seis traves principales, la retícula de la cimentación se ve rigidizada mediante contratraves inferiores secundarias en los ejes A1, A2, B1 y B2 ligadas en las traves principales 2, 3 y 4 . La sección de dichas traves es de 0.30 x 1.50m. El enrase de dichas contratraves con la losa tapa se realizó mediante tabique recocado entre el lechosuperior de la contratrabe y el lecho inferior de la losa tapa.(Fig 23)



PLANTA DE CIMENTACION ORIGINAL

CENTRAL TELEFONICA
ROMA TORRE

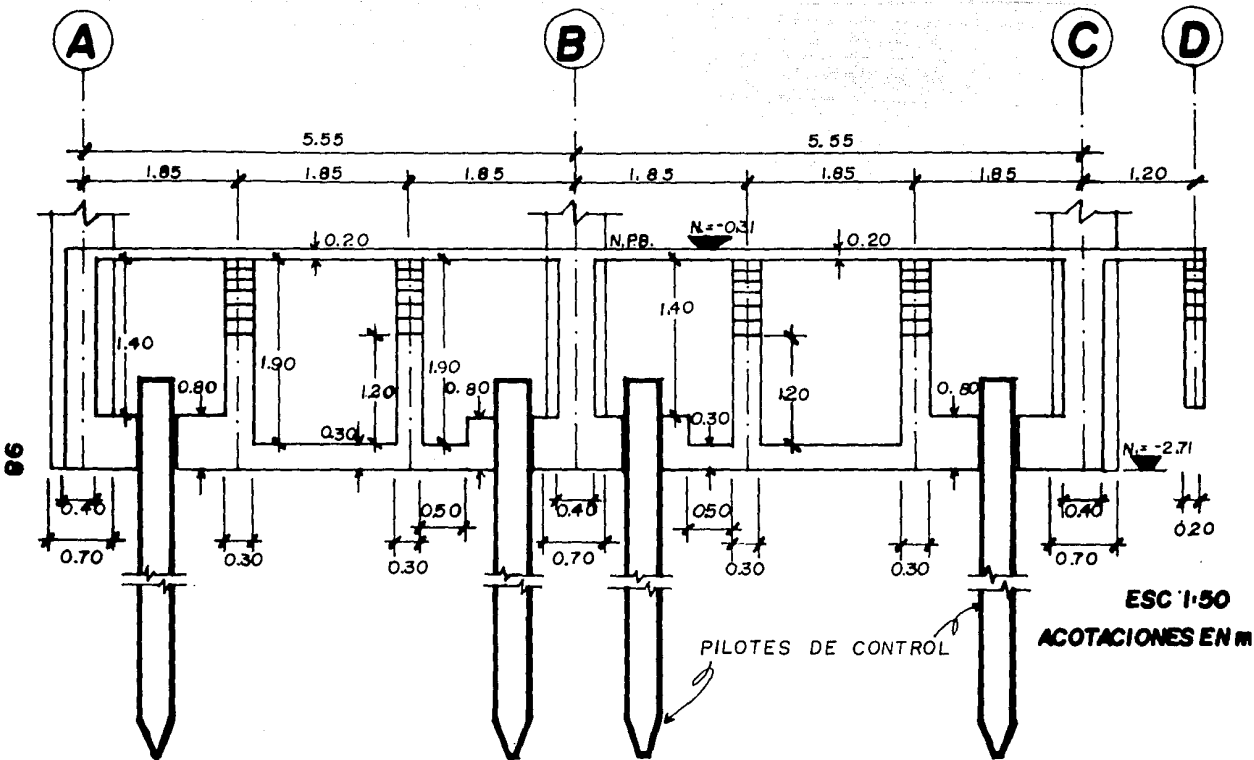
FIG 23

La losa tapa del cajón compensado, con un espesor de 0.20 m. conforma el piso de la planta baja de la Torre Roma. El claro libre entre el paño superior de la losa de fondo y el lecho inferior de la losa tapa es de 2.10 m.

El espesor de la losa de fondo es de 0.30m en toda la sección del cajón de cimentación; sin embargo, en donde se encuentran localizados los pilotes de control el espesor de la misma se incrementa hasta 0.80 m. pues aquí se localizan los dados que permitían el apoyo de los sistemas de control. Estos dados se encuentran entre los ejes A y A1, A2 y B1, y, B2 y C. (Fig 24)

El sistema de pilotes de control estaba formado por treinta pilotes circulares con un diámetro de 0.40 m. y profundidades de hincado que van desde 12m. en el caso más desfavorable, hasta los 37 m. de profundidad en el estrato resistente. Dichos pilotes originales fueron construidos con el procedimiento denominado **PILOTES MONOLITICOS**, dicho procedimiento consiste en:

- * Perforación vertical con un diámetro de 5 a 10 cms. mayor que el diámetro del pilote.
- * Batido y lavado de la perforación con agua.
- * Instalación de una guía precolada de 60 cm. de longitud, con preparaciones para recibir el armado de los tramos de pilote faltantes.



CORTE LONGITUDINAL DEL CAJON DE CIMENTACION ORIGINAL

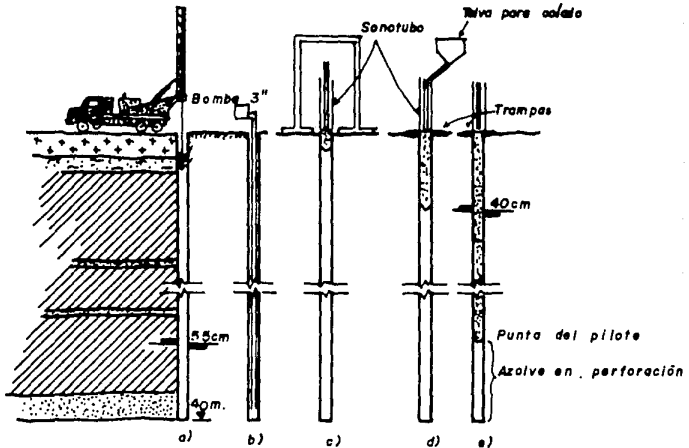
CENTRAL TELEFONICA

ROMA TORRE

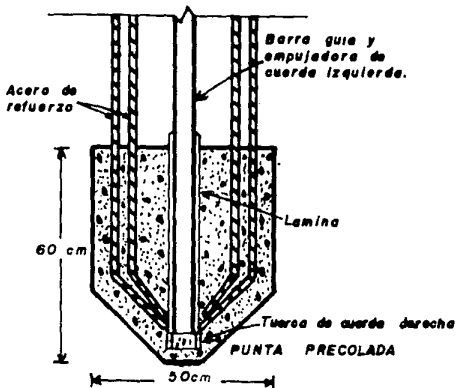
* Armado y colado del primer tramo de pilote (de 2.0 m. de longitud), sobre la punta guía, utilizando sonotubo como cimbra circular.

* Descenso por peso propio del tramo colado, repitiendo el mismo procedimiento de colado cada vez.

Era muy común que los pilotes se detuvieran a profundidades arriba de las de perforación, debido a que el pozo se cerraba al dejarse abierto más tiempo del adecuado o se acumulaba el azolve en el fondo del pozo, cuando ocurría esto, se dejaba fraguar el último tramo de pilote y se empujaba hacia el fondo del pozo hasta alcanzar una carga considerada lo suficientemente grande como para llegar al fondo. (Fig 25)



- a)-PERFORACION
- b)-LAVADO CON BOMBA DE 3"
- c)-INSTALACION DE PUNTA PRECOLADA
- d)-COLADO Y DECENSO POR PESO PROPIO.
- e)-PROFUNDIDAD DE LA PUNTA.



**PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO "PILOTES MONOLITICOS"
UTILIZADO EN EL HINCADO DE PILOTES DE CONTROL EN LA
CENTRAL ROMA TORRE**

FIG 25

III.2.- CARACTERISTICAS ORIGINALES DE LA CIMENTACION DEL CUBO DE ESCALERAS.-

El cubo de escalesras situado entre los ejes 1 y 2A, E y G, en el extremo oriente de la Torre Tandem estaba cimentado sobre un cajón y pilotes de control de sección circular de 0.50 m. de diámetro hincados hasta una profundidad de aproximadamente 37 m. en el estrato resistente.

El cajón de cimentación del edificio de escaleras tiene a paños exteriores las siguientes dimensiones: 4.40 entre los ejes 1 y 2A, y 6.30 entre los ejes E y G.

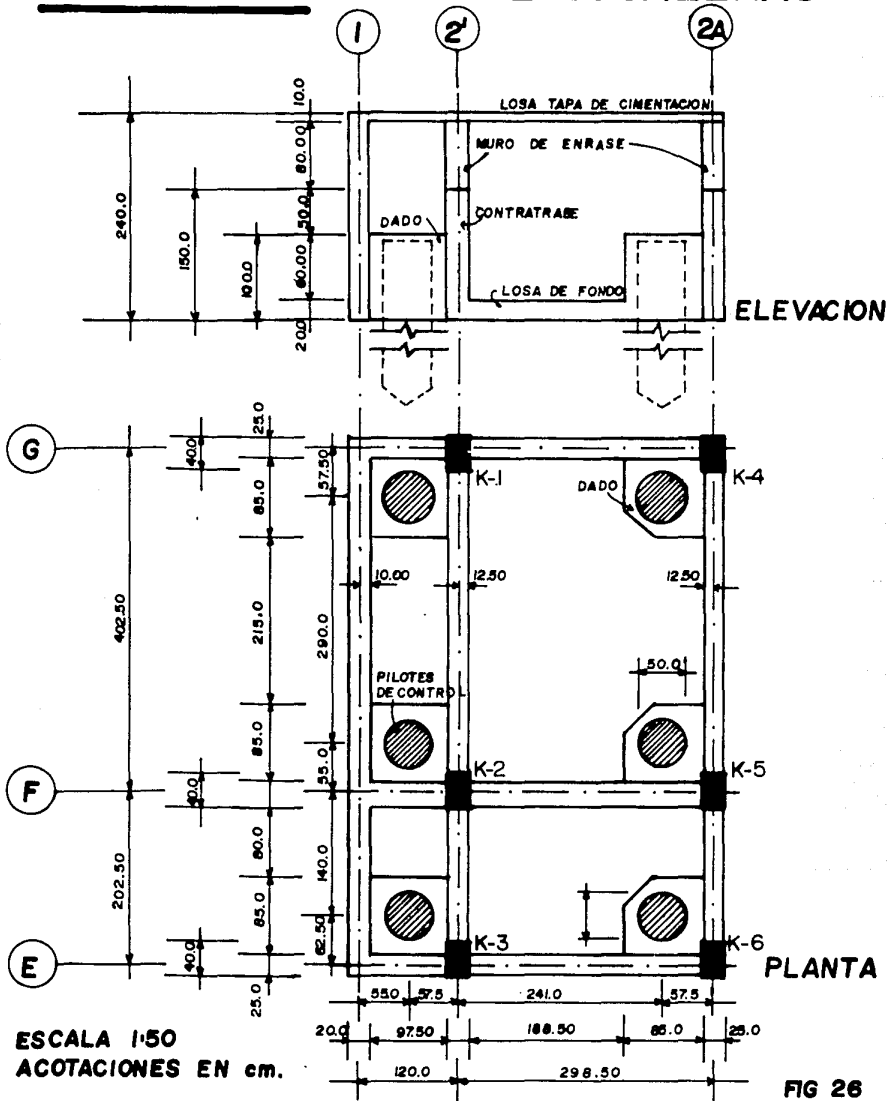
Las cargas son transmitidas al subsuelo mediante 6 columnas ligadas a la losa de fondo del cajón. La sección de las columnas es de 0.30 x 0.40 m. en toda su longitud hasta la losa de fondo. La reticula del cajón se encuentra integrada por cinco contratraves y un muro de rigidez situado a lo largo del eje 1 en toda la sección del cajón.

Las secciones de las contratraves son similares en todos los casos, siendo estas de 1.50 m. de peralte por 0.25 m. de base. Así mismo el muro de rigidez tiene un peralte total de 2.40m y 0.20 m. de ancho. En los ejes 2', 2A, E y G las cargas son transmitidas a la cimentación mediante columnas, y a todo lo largo del eje 1 dichas cargas se transmiten mediante un muro.(Fig 26)

Los sistemas de control de los seis pilotes del cajón se encuentran empotrados sobre dados de escuadrias asimétricas que tienen un espesor de 0.80 m. Aquí, los esparragos de los sistemas de control se encontraban ahogados en el concreto de los dados.

La losa de fondo del cajón tiene un espesor de 0.20 m. mientras que la losa tapa es de tan solo 0.10 m.

CIMENTACION CUBO DE ESCALERAS



III.3.- ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS.

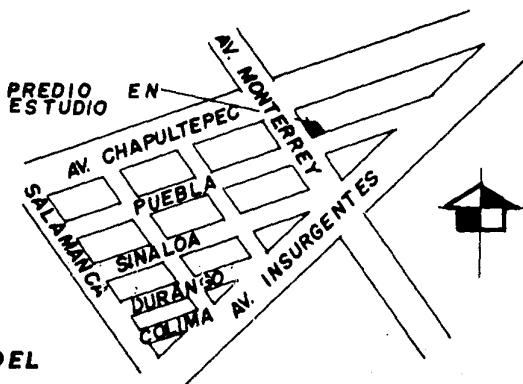
III.3.1.- ANTECEDENTES.-

Los estudios de mecánica de suelos realizados en la **CENTRAL TELEFONICA TORRE ROMA**, tuvieron la finalidad de adecuar dicha Central a las nuevas solicitudes especificadas en las Normas de Emergencia publicadas con motivo de los sismos de septiembre de 1985. En el caso de la **CENTRAL TELEFONICA TORRE ROMA**, que cuenta con una cimentación profunda, se hizo necesario incrementar el número de pilotes actuales. Por tal motivo se requirió la elaboración de un sondeo de cono eléctrico en el subsuelo de la estructura.

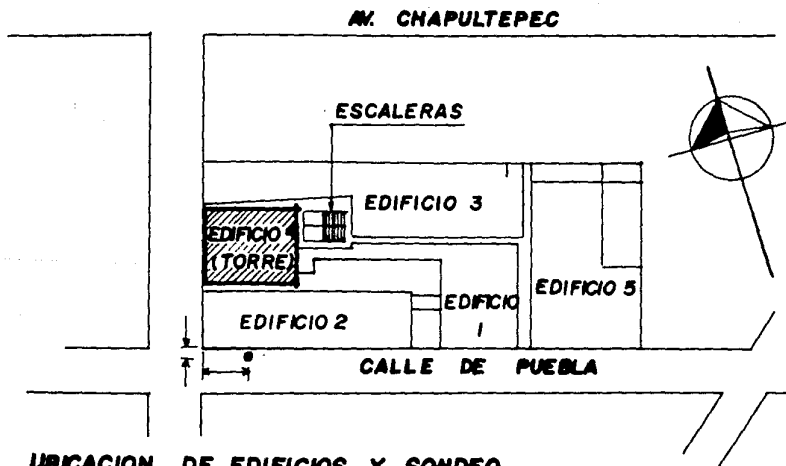
III.3.2.- RESULTADOS DEL SONDEO DE CONO ELECTRICO.-

A).-LOCALIZACION.- El sitio de estudio se localiza en la zona de **LAGO CENTRO I** de la ciudad, caracterizada por grandes espesores de arcillas blandas de alta compresibilidad, que subyacen a una costra endurecida superficial de espesor variable. (Fig 27)

CENTRAL TELEFONICA ROMA TORRE



LOCALIZACION DEL
PREDIO EN ESTUDIO



UBICACION DE EDIFICIOS Y SONDEO

FIG 27

B).-PROCEDIMIENTO DE EJECUCION. Lossondeos

se realizaron con un cono instrumentado con deformímetros eléctricos que miden la fuerza necesaria para el hincado de la punta cónica de 60° de ángulo de ataque y 13.4 cm^2 de área transversal; la capacidad de carga de la celda es de 2 ton. y tiene sensibilidad para medir 1 kg. Para detallar la resistencia de la 1^a capa dura se empleó un cono con 60° de ángulo de ataque y 10.18 cm^2 de área transversal, con capacidad de carga de la celda de 5 ton. y sensibilidad de 2.7 kg. El hincado del cono se realizó aplicando una velocidad de penetración de 1cm/seg., registrando las lecturas de resistencia de punta a cada 10cm.; en la capa dura o depósitos profundos, las lecturas se realizaron a cada 10 cm. mientras el cono penetrara; al detenerse el cono, se perforó y lavó el pozo con broca tricónica hasta encontrar un material de resistencia ligeramente menor, para éste momento, hincar nuevamente el cono y continuar con las lecturas.(fig 28).

III.33.- CARACTERISTICAS ESTRATIGRAFICAS.-

El perfil estratigráfico de los suelos del lago, entre la superficie y la llamada Capa Dura, es muy uniforme; se pueden identificar cuatro estratos principales, acordes con su origen geológico y con los efectos de la consolidación inducida por sobrecargas superficiales y bombeo profundo; estos estratos tienen intercalados lentes duros que se pueden considerar como estratos secundarios; dichas características pueden resumirse en la tabla siguiente:

	ESTRATO	PROFUNDIDAD m.		q_c (kg/cm ²)	
		DE	A	DE	A
	Costra superficial				
	formada por relleno	0.0	6.0	3.0	21.0
P	y limo arenoso.				
R	-----				
I	Arcilla preconsoli-				
N	dada superficial.	6.0	10.0	2.6	3.0
C	-----				
I	Arcilla normalmente				
P	consolidada.	10.	24.0	3.0	7.0
A	-----				
L	Arcilla preconsoli-				
E	dada profunda.	26.8	37.7	11.7	16.7
S	-----				
	Capa dura formada				
	por limo arenoso.	37.7	-	31.0	> 419.0
S	Arena fina	12.0	13.0	18.0	53.6
E	-----				
C	Limo endurecido				
U	por secado	24.0	26.8	17.5	269.0
N	-----				
D	Arena fina	32.4	32.4	19.9	35.8
A	-----				
R	Arena fina	32.9	33.3	53.0	210.0
I	-----				
A					

ESTRATO	PROFUNDIDAD m.		q_c (kg/cm ²)	
	DE	A	DE	A
Arena fina y media	34.5	35.8	48	> 477.0
Arena fina y media	36.8	37.1	34.0	117.0

(Fig 29)

CENTRAL ROMA TORRE
SONDEO DE CONO
SC-1

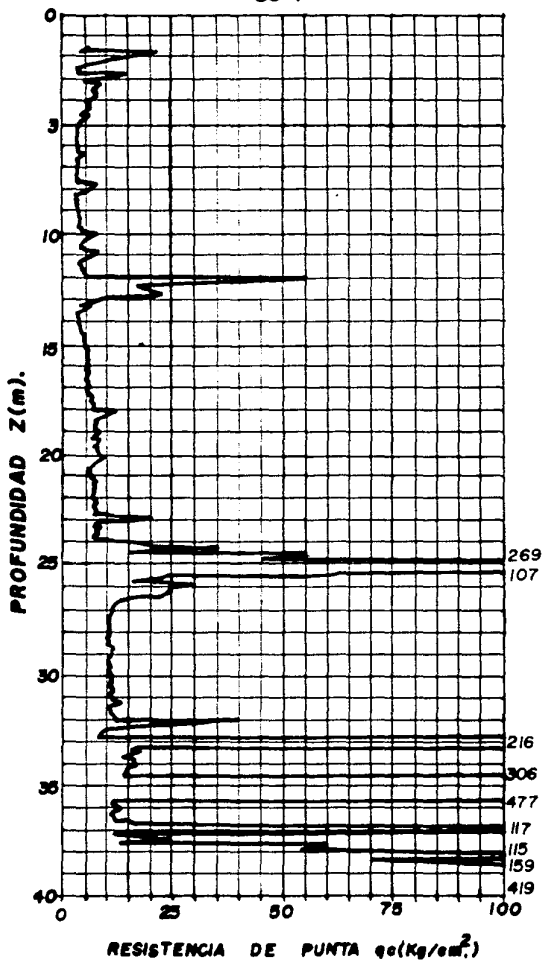
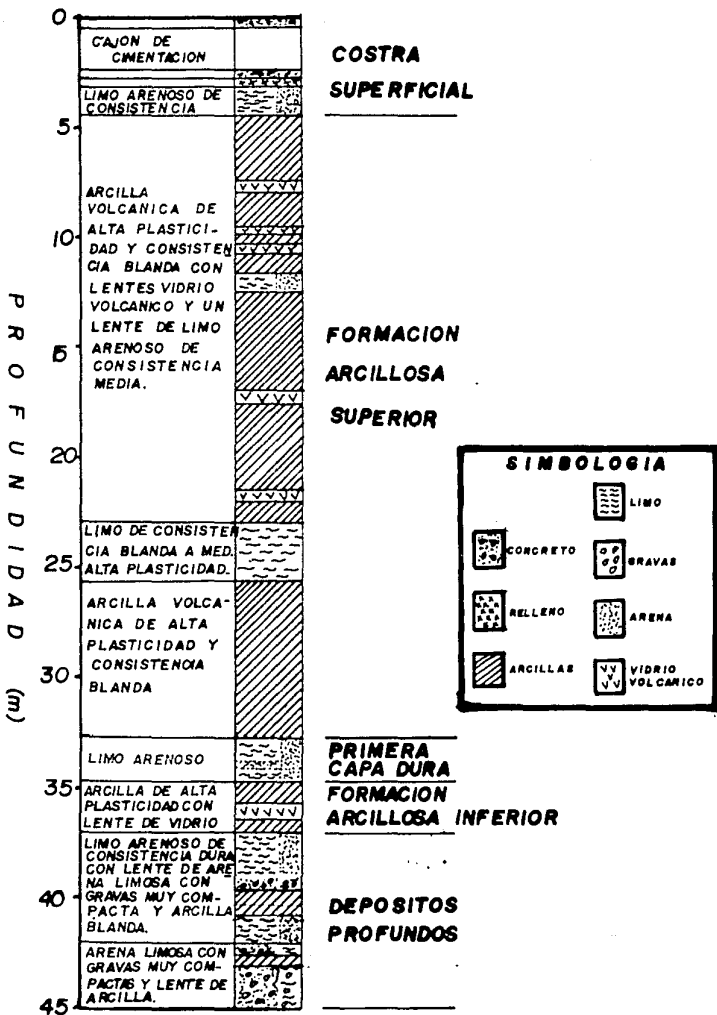


FIG 20



PERFIL ESTRATIGRAFICO

FIG 29

**CAPITULO IV
PROCESO CONSTRUCTIVO
DE RECIMENTACION**

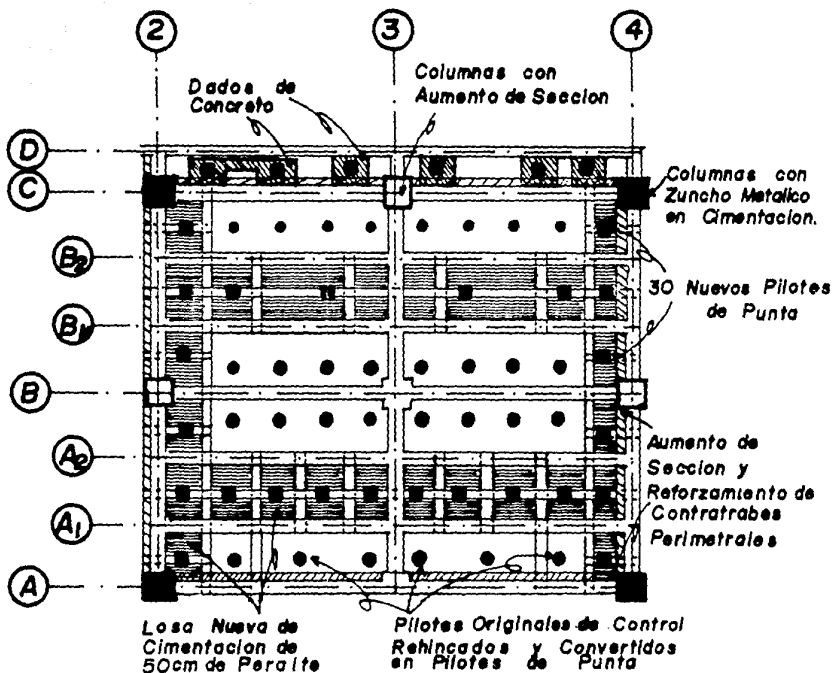
IV.- PROCESO CONSTRUCTIVO DE RECIMENTACION.-

IV.1.-PROYECTO DE RECIMENTACION.-

El proyecto de adecuación para la cimentación consiste en colocar treinta y tres nuevos pilotes de punta, treinta en el cajón de La Torre Tandem y tres en la cimentación del edificio de escaleras; todo ello con el fin de redistribuir los esfuerzos en el área de la cimentación de la torre , incrementando la capacidad de carga de la cimentación y así evitar hundimientos en la estructura. Dichos trabajos deben realizarse de acuerdo a un programa de ejecución de actividades que permita el avance deseado en la obra y la corrección de los desplomes sin afectar la estabilidad de la cimentación y de la estructura en su conjunto.

Para lograr una cimentación con mayor rigidez, se hizo necesario el aumento de sección transversal de las contratraves perimetrales; aumento de peralte (hasta la losa tapa) de contratraves secundarias, esto es, de 1.50m a 2.10m. y por último el reforzamiento de la losa de fondo mediante el aumento de su espesor de 30 a 80 cm. en las zona de hincado de nuevos pilotes para lograr así una mayor resistencia de la misma a los esfuerzos transmitidos por los pilotes de punta.

El confinamiento de las columnas en la cimentación se logró mediante el zunchamiento de las mismas con placas de acero de 1" de espesor, a todo lo largo de su perímetro.(Fig. 30).



ESC 1:125

PLANTA DE CIMENTACION

ADECUACIONES PARA RECIMENTACION

CENTRAL
TELEFONICA

ROMA TORRE

FIG 30

En las contratraves de cimentación se apoyan viguetas de acero con sección I, repartiendo así en toda la sección del cajón las cargas de los pilotes de punta.

IV.2.- MATERIALES.

Sin duda alguna los dos materiales de uso más frecuente en el campo de la construcción son el acero y el concreto; ya sea de manera independiente o desempeñando papeles complementarios, pues algunas estructuras de tipo y funciones similares pueden construirse con uno de estos materiales.

El acero es fabricado en una planta exprofesa para ello y en condiciones de control de calidad muy estrictas. Sus propiedades se determinan en un laboratorio antes de salir al mercado y ser utilizado por el hombre. Por lo tanto, el proyectista, necesita solamente especificar el acero con respecto a una norma estandar de mercado y el ingeniero supervisor se limita a verificar la calidad en la mano de obra.

En el caso del concreto la situación del control de la calidad se complica un poco, pues ya sea el concreto hecho en obra o premezclado el control de la calidad del mismo será verificable sólo días después de su utilización. Los miembros estructurales de concreto generalmente se fabrican in situ y su calidad depende en forma casi exclusiva de la calidad en la mano de obra en los procesos de elaboración y utilización del concreto.

IV.2.1- CONCRETO.-

El concreto es un material pétreo, artificial, obtenido de la mezcla, en proporciones adecuadas de: cemento, grava, arena y agua. El cemento y el agua forman una pasta cementante que rodea a los agragados pétreos (grava y arena) constituyendo un material heterogéneo y moldeable. En algunas ocasiones es necesario agragar algunas sustancias, llamadas aditivos para lograr así ciertas características específicas en la mezcla.

El concreto simple, es decir, sin acero de refuerzo, es resistente sólo a la compresión, sin embargo es un material no resistente a esfuerzos de tensión, lo que limita su aplicabilidad como material estructural en estado simple. Sin embargo su combinación con el acero de refuerzo constituye un material versátil en el campo de la edificación, pues dicha combinación permite al elemento estructural resistencia a esfuerzos de tensión y de compresión.

Los agregados (grava y arena) que conforman la pasta cementante deben ser de características adecuadas también, una de estas características es el tamaño pues deberá librar el espacio existente entre el acero de refuerzo del elemento estructural.

El agregado por su forma se divide en dos grupos:

- De canto rodado o bolea.
- Triturado o de aristas vivas.

El correcto manejo y almacenamiento de los agregados permite la elaboración de una buena mezcla, para ello es necesario tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Almacenamiento en un patio de materiales en condiciones adecuadas que eviten su contaminación con otros materiales o basura.
- Un correcto manejo con el equipo necesario, tanto para su acarreo como para su mezcla.

Los agregados deben de estar limpios y libres de suciedad para lograr una mayor adherencia en la mezcla; también deberán estar libres de elementos orgánicos pues su presencia alteraría las reacciones químicas de los álcalis del cemento, afectando su resistencia; y, la fatiga o compresión de la roca de la cual provienen debe ser mayor o igual que la fatiga del concreto proyectado y poco porosas, para tener poca absorción de agua.

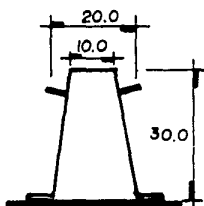
El concreto es sometido en condiciones normales a dos pruebas de control de calidad. la primera de ellas se efectúa momentos antes de colocarlo y la siguiente se realiza en tres etapas posteriores a su colocación, es decir a 7, 14 y 28 días después. Estas pruebas son:

A) PRUEBA DE REVENIMIENTO.- Esta prueba, es usada como estándar en la medición preliminar de la resistencia y para detectar variaciones en la uniformidad de una mezcla de proporciones nominales determinadas. Las características de dicha prueba son las siguientes:

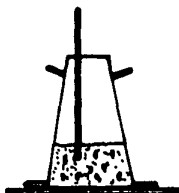
El molde para la prueba de revenimiento, es un cono truncado de 300 mm de altura, el cual debe colocarse sobre una superficie lisa, con la abertura más pequeña hacia arriba, y llenarse de concreto en cuatro capas. Cada capa debe ser apisonada 25 veces con una varilla de punta de bala lisa de 16mm, aplanando la cara superior con una cuchara. El molde debe permanecer firmemente sostenido en la base durante toda la prueba.

Inmediatamente después de llenarlo, se levanta lentamente el cono, y al faltarle apoyo, el concreto se avatirá o reventará. La disminución en altura de la parte superior del concreto abatido con respecto a la altura original del molde se llama revenimiento y se mide con una aproximación de 5cm. A fin de reducir la influencia de la variación en la fricción sobre el revenimiento, el interior del molde y la base deberán humedecerse al inicio de cada prueba. (Fig. 31).

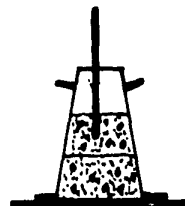
PRUEBA DE REVENIMIENTO CON EL CONO DE ABRAMS



CONO DE ABRAMS



1/3 DE CONCRETO
25 GOLPES REPARTIDOS UNIFORMEMENTE EN
EN CADA UNA DE LAS CAPAS.

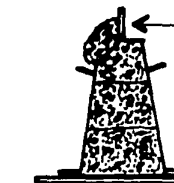


2/3 DE CONCRETO

25 GOLPES REPARTIDOS UNIFORMEMENTE EN
EN CADA UNA DE LAS CAPAS.



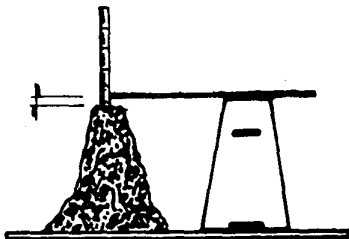
LLENO DE CONCRETO,
25 GOLPES EN LA 3^a
CAPA



CONO PERFECTAMENTE
LLENO Y ENRASADO



LEVANTAR EL CONO SIN
MOVER EL CONCRETO



MIDASE EL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO EN EL PUNTO MEDIO

FIG 31

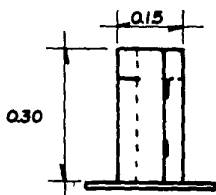
B) PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION.- La

medida más común con la que se juzga la calidad del concreto es la prueba de la resistencia a la compresión, ésta se realiza por medio de cilindros de 30 cm. de altura y 15 cm de diámetro, mismos que deberán ser llenados con la mezcla recibida, será necesario tomar una familia de 4 elementos de concreto por cada 10 m^3 de concreto entregado.

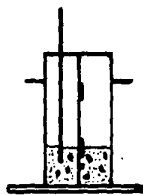
El cilindro metálico deberá ser llenado en 3 capas iguales, mismas que se deberán picar 25 veces cada una, posteriormente los cilindros deberán permanecer durante 24 horas en la obra antes de ser desmoldados y transportados al laboratorio de prueba donde deberán permanecer en curado hasta antes de ser probados. Del curado y antes de la prueba, se cabecean con una capa de azufre hirviendo para lograr uniformidad y evitar falsedad en las pruebas debido al contacto impreciso del concreto en los extremos con la maquina universal de prueba. Una vez en la máquina universal, son sometidos a cargas de compresión elevadas hasta llegar al punto de falla en que el cilindro truena. La prensa nos indica la carga a la que el cilindro tronó. (Fig. 32).

Una masa de concreto fresco, al colocarse en la cimbra o molde, presenta oquedades debido a las burbujas de aire atrapado dentro de la mezcla. Si se permite que el concreto endurezca en estas condiciones, la masa formada no será uniforme y presentará porosidades, debilidad y mala adherencia entre sí y con el acero de refuerzo.

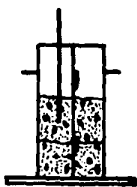
PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION



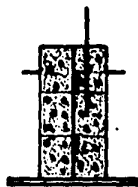
Molde para la obtención de la probeta de prueba



Primera capa: 1/3 del volumen



Segunda capa: 2/3 del volumen.



Llenado total de la probeta



Cabeceo de la probeta con azufre



Tronado de la muestra

FIG 32

Para evitar la porosidad en el concreto, es necesario vibrarlo o compactarlo, que es el proceso de eliminación del aire atrapado, por medio de vibración manual o mecánica dentro de la mezcla. El vibrado manual se logra introduciendo una varilla dentro de la mezcla en forma continua. La vibración mecánica se logra mediante un cabezal metálico de 30cm. de largo y diámetro de entre 3/4 y 2", este cabezal produce vibraciones (por medios mecánicos o eléctricos), logrando con esto la expulsión del aire atrapado.

Por otro lado, en algunas ocasiones es necesario dar al concreto ciertas características de trabajabilidad o de resistencia al medio en que se introducirá sin afectar a su resistencia y sin provocar ciertas reacciones posteriores; para lograrlo existen productos que se añaden a la mezcla. Estos productos son llamados aditivos. Los aditivos pueden ser usados para modificar las propiedades del concreto, en tal forma que haga más adecuado su comportamiento para las condiciones de trabajo.

Los aditivos que se utilizan son muy diversos y de variadas marcas, sin embargo ellos entran dentro del siguiente contexto:

- * Para aumentar la trabajabilidad sin alterar el contenido de agua y por ende sin afectar la relación agua-cemento en la mezcla.

- * Acelerar o retardar el fraguado inicial del concreto.

- * Reducir la permeabilidad del concreto.
- * Mejorar las condiciones de la mezcla cuando ésta requiere ser bombeada.
- * Aumentar la adherencia entre concretos nuevos y viejo.
- * Para lograr concretos con color.
- * Para lograr resanes y reparaciones de concretos mal trabajados.

IV.22.- ACERO DE REFUERZO.-

El acero de refuerzo es el sistema de resistencia a la tensión en las estructuras. La seguridad estructural de las edificaciones depende en gran parte al correcto cálculo en el volúmen y en la distribución del acero de refuerzo en el concreto dependiendo de las sollicitaciones de trabajo usuales y extraordinarias de la estructura en cuestión.

Existen tres tipos de acero de refuerzo, definidos por su límite de fluencia, es decir el punto de fatiga en el cual después de aplicar una carga ya no se recupera siguiendo un comportamiento elástico (Ley de Hooke). Dichos aceros son:

- * 2,350 kg/cm².....acero normal.
- * 4,200 kg/cm².....de alta resistencia AR42.
- * 6,000 kg/cm².....acero Thor.

El acero de refuerzo utilizado actualmente es corrugado y en diámetros que van desde 3/8" hasta 1 1/2" y en longitudes que varían según el diámetro, de 12, 10 y 6 m.

Para identificar el acero de refuerzo será necesario tener en cuenta lo siguiente:

- * El número que identifica el grado es el que corresponde en el límite de fluencia en kg/cm², especificado como mínimo para cada tipo de varilla.

- * El número que identifica el tamaño (diámetro) de la varilla, corresponde al número de octavos de pulgada en su diámetro nominal.

Las varillas de acero corrugadas deben someterse a la prueba de doblado en frío a temperatura ambiente, pero en ningún caso a menos de 16°C, deben doblarse alrededor de un mandril, sin agrietarse en la parte superior de la sección doblada. Las corrugaciones de las varillas de acero, deben de satisfacer los siguientes requisitos:

a).- Estarán espaciadas a lo largo de la varilla a distancias sustancialmente uniformes, el espaciamiento promedio o la distancia entre corrugaciones a cada lado de la varilla no debe exceder 7 décimos del diámetro de la misma.

b).- Deben de estar colocadas respecto al eje de la varilla formando un ángulo no menor de 45° , las corrugaciones de un lado deben estar en dirección contraria a la dirección que tiene en el lado opuesto, cuando el eje de cada corrugación forme un ángulo mayor de 70° , no se requiere este cambio de dirección.

c).- La longitud total de las corrugaciones debe ser tal, que las separaciones entre los extremos de las mismas, sobre los lados opuestos de las varillas no sea mayor del 12.5% del perímetro nominal de la varilla.

Las varillas corrugadas de acero, deberán ser dobladas en frío, en caso de que tengan que ser dobladas en caliente la temperatura no deberá exceder los 200°C .

Las varillas deberán tener buena apariencia, sin presentar defectos perjudiciales exteriores como grietas, quemaduras oxidación excesiva, traslapes o cambios en su diámetro.

El acero de refuerzo se deberá almacenar separado de la humedad del piso sobre tarimas de madera y clasificado según sus diámetros.

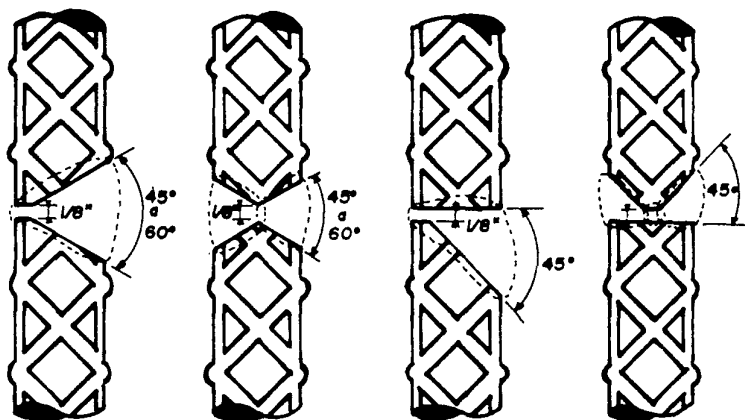
En la colocación del acero de refuerzo, deberá cuidarse un recubrimiento de concreto mínimo de 2.5 cm. y estar libre de cualquier agente extraño que afecte la adherencia de éste con el concreto. El acero de refuerzo puede ser cortado por dos métodos, en filo mediante segueta o con cortadora de placa.

Para lograr la continuidad entre tramos de varilla se deberá traslapar en una longitud no menor a 40 veces su diámetro nominal, esto sólo para varillas hasta el número 6; en adelante deberá procederse a la unión entre tramos mediante soldadura de arco eléctrico.

Los resultados que se obtienen mediante soldadura en acero de refuerzo son altamente satisfactorios ya que la resistencia que se desarrolla en una unión soldada con este procedimiento es igual o mayor que la resistencia de la varilla misma.

Las formas de unión en las varillas son variadas, sin embargo de su correcta aplicación depende la resistencia obtenida en la misma. (Fig 33.).

ACERO DE REFUERZO



EN V SENCILLA

EN V DOBLE

EN PUNTA BICELADA

EN DOBLE
PUNTA BICELADA

SOLDADURA PARA ACERO DE REFUERZO $> 1'' \varnothing$



TRASLAPES EN ACERO DE REFUERZO $< 1'' \varnothing$

FIG 33

IV.2.3.- ACERO ESTRUCTURAL.-

Durante el período comprendido entre 1940 y 1950, fueron descubiertos avances metalúrgicos en la fabricación de aceros de altas resistencias. Estos avances pronto encontraron aplicación en el campo de la construcción, pues los ingenieros civiles requerían de aceros más resistentes que pudiesen soportar mayores cargas, con secciones y pesos reducidos.

Por su conformación, las estructuras metálicas pueden dividirse en dos grupos:

ESTRUCTURAS DE CASCARON.- Hechas principalmente de placas y láminas, tales como tanques de almacenamiento,, silos, cascos de buques, aeronaves, carros de ferrocarril y cubiertas de cascarón para edificios, y,

ESTRUCTURAS RETICULARES.- Se caracterizan por estar constituidas de conjuntos de miembros estructurales tales como armaduras,, marcos rígidos, trabes, columnas, y estructuras reticulares tridimensionales.

La construcción moderna emplea equipo pesado de montaje en las estructuras metálicas, lo que permite el manejo de piezas prefabricadas de gran tamaño.

Una estructura convencional tridimensional está formada por gran variedad de miembros unidos entre sí por medio de conexiones. Un miembro estructural puede estar formado por un perfil laminado, o bien por varios perfiles unidos entre sí por medio de soldadura o por remaches o tornillos. (Fig. 34)

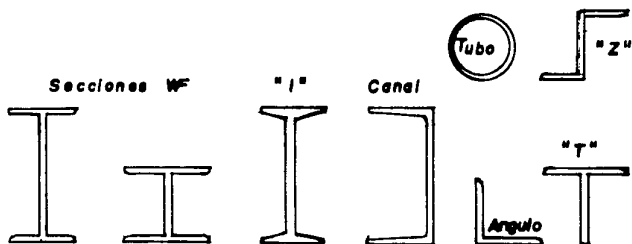
Los miembros estructurales de una edificación son capaces de transmitir los cuatro tipos de cargas fundamentales y las combinaciones de las mismas; de acuerdo con lo anterior tenemos que una forma de clasificar fundamentalmente a los miembros estructurales por las cargas que transmiten son:

- **TENSORES.**- Transmiten cargas de tensión.
- **COLUMNAS.**- Transmiten cargas de compresión.
- **TRABES O VIGAS.**- Transmiten cargas trasversales.
- **EJES O FLECHAS.**- Transmiten cargas de torsión.

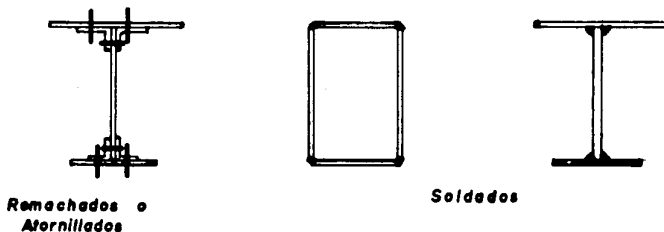
(Fig. 35)

Se sabe con certeza, que en la práctica, un elemento estructural, jamás transmite un solo tipo de carga; inclusive, un elemento horizontal o diagonal sometido a tensión pura, y conectado por medio de pasadores, se ve sujeto a flexión debida a su peso propio. Por lo tanto es posible concluir que los elementos estructurales transmiten una combinación de los elementos mecánicos; es decir, una combinación de flexión, torsión, tensión o compresión axial.

SECCIONES COMERCIALES DE ACERO ESTRUCTURAL.



PERFILES LAMINADOS



MIEMBROS ARMADOS

FIG 34

== MIEMBROS ESTRUCTURALES

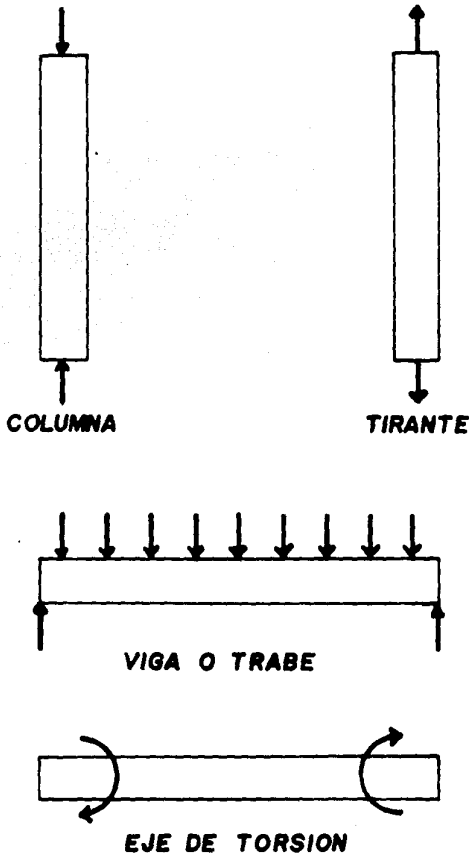


FIG 35

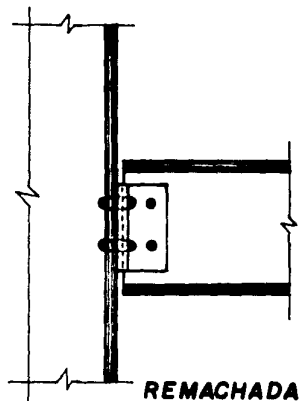
A).- CONEXIONES EN LAS ESTRUCTURAS DE ACERO.-

Para lograr el ensamble de los diferentes elementos de una estructura metálica, ha sido necesario el desarrollo de técnicas y elementos especiales que logren conjuntar los requerimientos estructurales necesarios de seguridad, funcionamiento correcto, economía, y trabajabilidad en obra. Debido a ello se han desarrollado varias técnicas para las conexiones de elementos estructurales de acero, estos son: conexiones remachadas, atornilladas, con pasadores y soldadas. Aunque las conexiones remachadas se han utilizado desde hace mucho tiempo, los adelantos modernos han desplazado a este tipo de unión y han dado paso a la utilización de la soldadura de arco eléctrico. (Fig. 36)

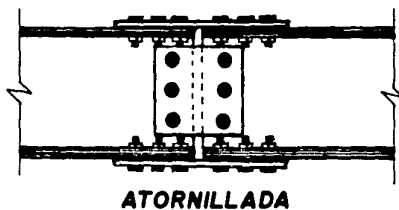
B).- SOLDADURA DE ARCO.- Los primeros desarrollos en soldadura de arco eléctrico, se remontan a 1881; sin embargo, es hasta 1889 en Detroit, Mich. que Charles Coffin obtiene la primera patente que cubría un proceso de arco metálico para soldadura. Durante la Segunda Guerra Mundial, la soldadura de arco eléctrico tuvo gran desarrollo, las primeras aplicaciones se hicieron en taller bajo condiciones controladas, y al obtenerse mayor experiencia, se aplicó dicho método en el campo con excelentes resultados.

Podemos decir, que la Soldadura es el proceso de conectar piezas de metal entre sí por medio de la aplicación de calor fundente. Dicha definición es aplicable a una gran variedad de procesos de soldadura que varían desde las soldaduras simples por calentamiento y fusión de metales blandos, hasta las soldaduras bajo el agua.

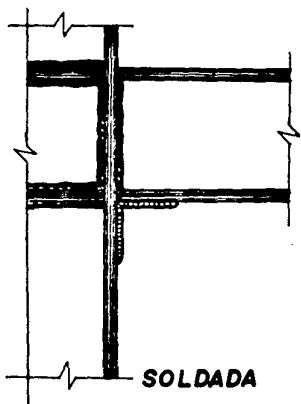
CONEXIONES EN ACERO ESTRUCTURAL



REMACHADA



ATORNILLADA



SOLDADA



CON PASADOR

FIG 36

En las estructuras metálicas utilizadas en la edificación, la soldadura más utilizada es la de ARCO ELECTRICO o ARCO METALICO, en la que el procedimiento es el siguiente:

- * El calor fundente se genera por medio de un arco electrico formado entre un electrodo de acero y las piezas metálicas por soldar.
- * El calor del arco electrico formado, funde simultáneamente el metal de base y el electrodo; el campo magnético formado conduce el metal fundido de la varilla de soldadura (electrodo) hacia el metal base, mientras el soldador mueve el electrodo a lo largo del area de soldadura con una velocidad adecuada y deposita la cantidad adecuada de metal de aportación para lograr la calidad deseada en en cordón o el bulbo de soldadura.

(Fig. 37)

La soldadura es una actividad primordial en la construcción de estructuras de acero, debido a esto y a la versatilidad que se debe tener en cuanto a los puntos por soldad dentro de la estructura, la soldadura se puede realizar en las cuatro posiciones siguientes: plana, horizontal, vertical y sobre cabeza. (Fig 38). Las soldaduras verticales y sobre cabeza, son posibles debido a que el metal fundido es conducido de la varilla de aportación al metal base por medio del campo magnético y no por la acción de la gravedad.

PROCESO DE SOLDADURA DE ARCO ELECTRICO.

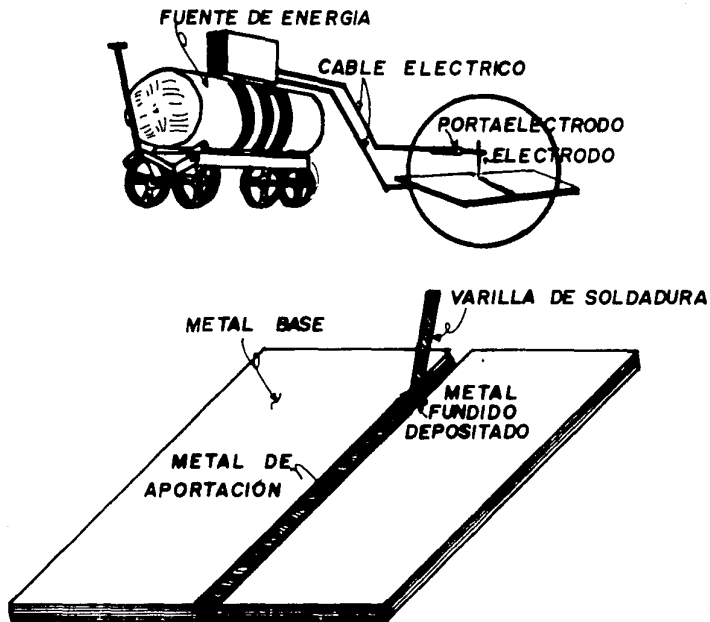
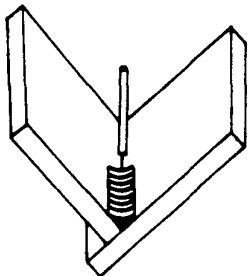
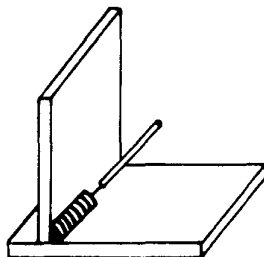


FIG 37

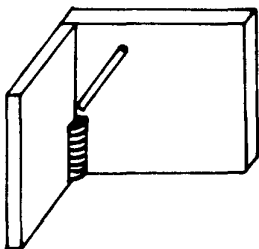
POSICIONES PARA SOLDAR



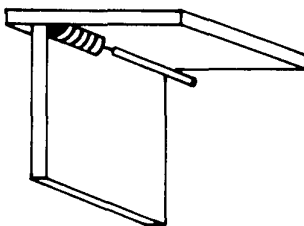
PLANA



HORIZONTAL



VERTICAL



SOBRE CABEZA

FIG 38

Los electrodos comunmente utilizados para efectuar los trabajos de soldadura de arco pueden ser varillas de acero desnudas o bien recubiertas con varios compuestos minerales; en la soldadura con electrodos recubiertos, parte del recubrimiento se funde formando una capa fluida de escoria, y otra parte forma una atmósfera gaseosa protectora alrededor del arco eléctrico. La protección gaseosa sirve para estabilizar el arco electrico y para protegerlo de los gases atmosféricos.

La escoria fundida, de menor densidad que el metal de aportación, sube a la superficie o capa superior de la fundición retardando la velocidad de enfriamiento del metal de soldadura y protegiéndolo de una exposición a los gases de la atmósfera. El uso de electrodos recubiertos conduce a la obtención de soldaduras de mucho mayor calidad que las que se pueden lograr con un arco metálico de electrodo desnudo; por ello, la soldadura de arco electrico, se realiza generalmente con electrodos recubiertos. (Fig 39).

SOLDADURA DE ARCO

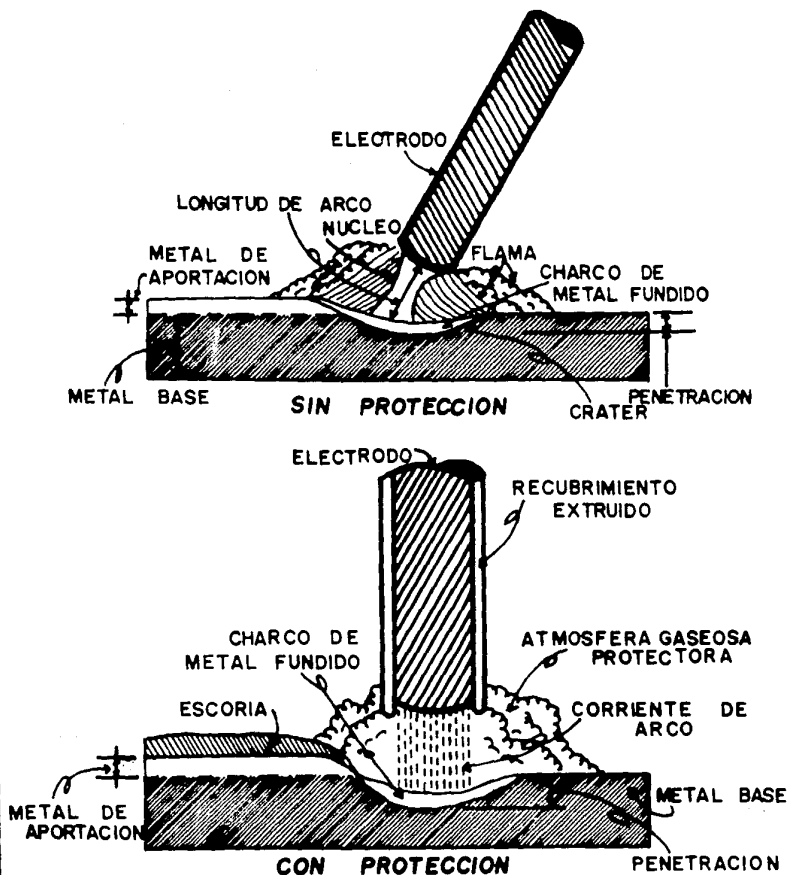


FIG 39



Trabajos de soldadura
realizados en la Central
Telefónica Torre Roma.



Confinamiento de columnas en la Central Telefónica Torre Roma mediante la utilización de soldadura de arco

Contravento metálico en edificio de escaleras mediante soldadura de arco.

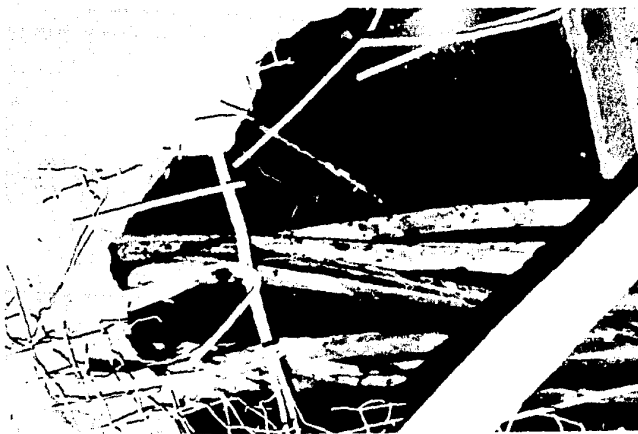
IV.3.- TRABAJOS PRELIMINARES.-

Para lograr todas las modificaciones en el cajón de cimentación fue necesario tener acceso pleno al mismo, para tal efecto se hizo necesario romper en algunos puntos estratégicos la losa de cimentación; dichos registros permitieron el acceso del personal, el equipo y el material necesario en los trabajos de recimentación. Todos estos trabajos implicaron el corte del acero de refuerzo de la losa y su dobléz para que posteriormente fuera posible, una vez terminada la recimentación, el colado de la losa en dichos puntos, previa unión mediante soldadura de las varillas que habían sido cortadas para evitar que se perdiera continuidad en el acero.

El bombeo constante en las celdas en que se trabajó, fue una actividad continua, pues la infiltración en las mismas debido a la poca profundidad a la que se encuentra el nivel de aguas freáticas hizo difícil el maniobrar dentro de las celdas. Este bombeo se continuó a todo lo largo de los trabajos de reestructuración de la cimentación, intercalando la bomba a todas y cada una de las caldas de la retícula en que se estaban realizando maniobras en las contratrabes o en el hincado de pilotes o el colado de la nueva losa de fondo.



Bombeo de aguas freáticas infiltradas en la cimentación.



Como se mencionó anteriormente, las trabes secundarias existentes en el cajón de cimentación, son trabes inferiores, enrasadas hasta la losa tapa mediante muro de tabique recocido; esta condición, propició que se hiciera necesaria una actividad adicional: la sustitución del muro de enrase de tabique recocido por concreto armado, para así incrementar la capacidad de carga de estas contratraves. En la realización de este trabajo, fué necesario el apuntalamiento de la losa tapa mediante polines de madera de 4" x 4" en todo el peralte del cajón de cimentación.

IV.4.- LOSA DE FONDO.

El aperaltamiento de la losa de fondo en las celdas en que se hincaron nuevos pilotes fue la solución proporcionada para aumentar la rigidez de las celdas y permitir la transmisión de esfuerzos de las viguetas a las contratraves secundarias, de ellas a las contratraves principales y a la losa de fondo.

Las celdas en las que se realizaron dichos trabajos en la losa de fondo se encuentran limitadas por los ejes: 2 en una longitud de 1.20 m hacia el interior de la cimentación, 4 en una longitud de 1.00 m. hacia el cajón, y entre los ejes A1 y A2, y, B1 y B2. En los aperaltamientos de losa de fondo sobre los ejes 2 y 4 en que no se tienen contratraves secundarias que limiten los nuevos trabajos, se hizo necesaria la escarificación de los dados de pilotes existentes para lograr una continuidad estructural y un anclaje conveniente en la nueva losa. Por otro lado en las celdas limitadas perimetralmente por las contratraves secundarias se llevó a cabo la escarificación del paño interior de las mismas en una altura de 0.30 m. a partir de la losa de fondo; todo ello para anclar el nuevo armado que consta de un emparrillado de acero de refuerzo de $f'y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ de 1/2" de diámetro a/c 0.20 m. tanto en la zona de tensión como de compresión de la nueva ampliación de la losa de fondo.

IV.5.-CONTRATRABES PRINCIPALES.-

Para dar una rigidización mayor a las contratraves principales perimetrales, la solución estructural se basó en el aumento de su sección transversal mediante la adición de acero de refuerzo y concreto hidráulico; incrementando su base en 0.25 m., para obtener con ello una sección transversal de 0.65 m. en toda la longitud de la contratrabe; formando así contratraves de 0.65 m. de base por 2.40m. de peralte.

Se picó la losa de fondo existente en toda su longitud paralelamente a la contratrabe para lograr adherencia entre el concreto de ésta y el nuevo de la ampliación de la contratrabe.

Se hizo necesaria la escarificación de las contratraves principales en toda su longitud en el paño en el cual se realizó posteriormente el reforzamiento de las mismas, hasta lograr que el acero de refuerzo existente quedara limpio y permitiera la colocación del acero de refuerzo adicional; principalmente el acero a Tensión Diagonal.

Para el colado de las contratraves principales, se abrieron ventanas de 0.20 x 0.20 m. a cada metro de distancia en la losa tapa sobre la contratrabe, verificando que el armado de la misma no fuera afectado, para colar el nuevo refuerzo de la trabe.



Escarificación en Contratraves Principales

Eje "C".



Escarificación en Contratraves

Principales en el Eje " C ".

IV.5.1- TRABAJOS DE APUNTALAMIENTO.

Los trabajos de aumento de sección de las contratraves requirieron del apuntalamiento de la losa de entrepiso de la planta baja, para evitar el colapso de la columna, ya que para lograr colocar el acero de refuerzo en ellas había que perforar las columnas, disminuyendo en estas su sección e incrementando los esfuerzos a los que se encontraban originalmente sometidas.

(Figs. 40 y 41)

Para lograr una continuidad en el acero de refuerzo longitudinal colocado en los aumentos de las contratraves, en el cruce de éstas con las columnas K2, K4, K6 y K8, se hizo necesario el apuntalamiento en el primer nivel de las columnas mediante estructuras tubulares de acero de 4" de diámetro ced. 40 apoyadas en las contratraves principales de cimentación y en las trabes principales de la losa del primer nivel mediante vigas IR de 12" x 59.8 kg/m. y atiesadores de 3/8"; todo ello para compensar la disminución en la capacidad de carga de la sección de dichas columnas ocasionada por la barrenación de la sección transversal. La barrenación se efectuó con rotomartillo y barreno con extensión así como taladro y cincel fino.

Una vez colocado el acero adicional se procedió al recolado de la contratrabe y de la zona demolida de los dados.

APUNTALAMIENTO EN P.B. PARA REFORZAMIENTO DE CIMENTACION

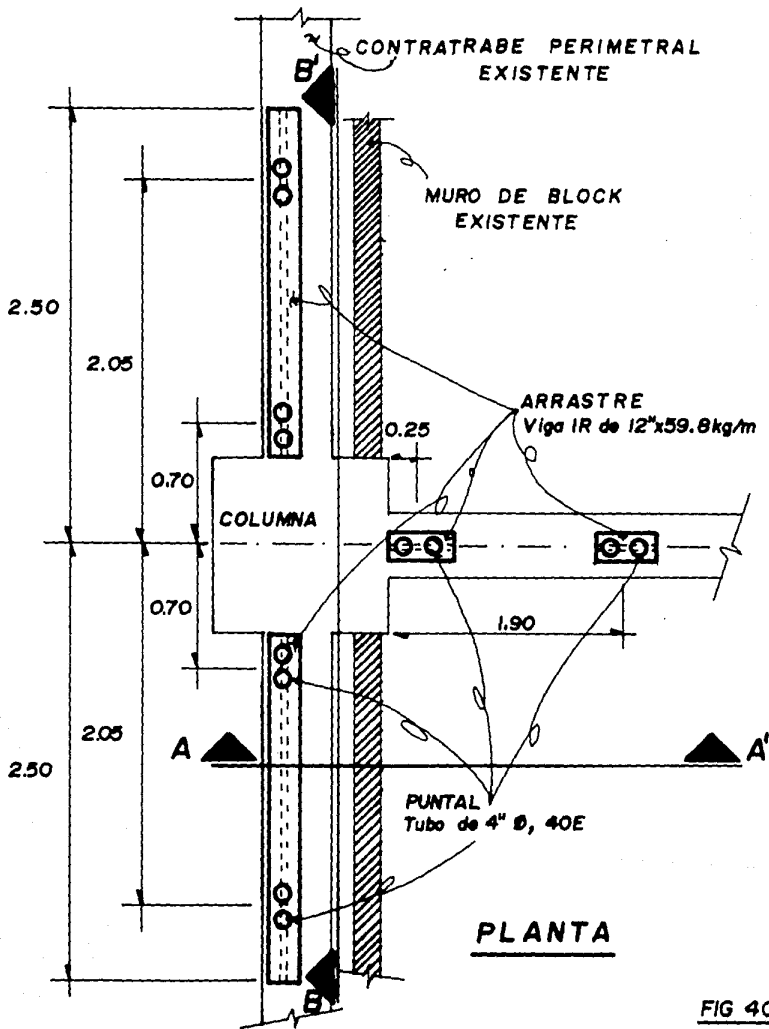


FIG 40

APUNTALAMIENTO EN P.B.

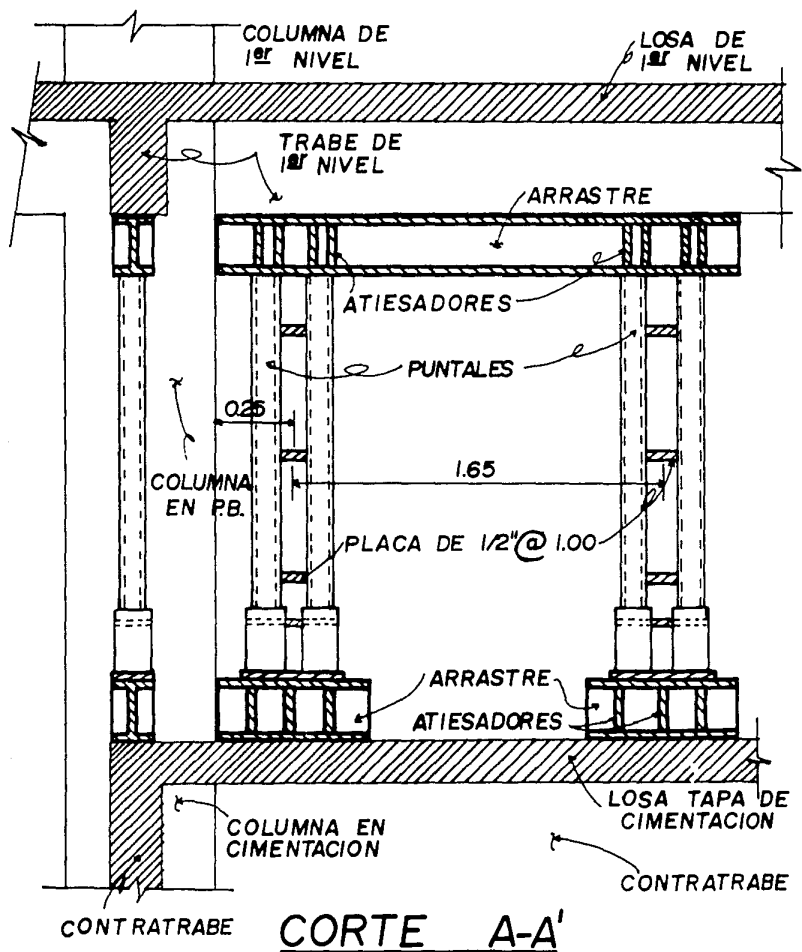
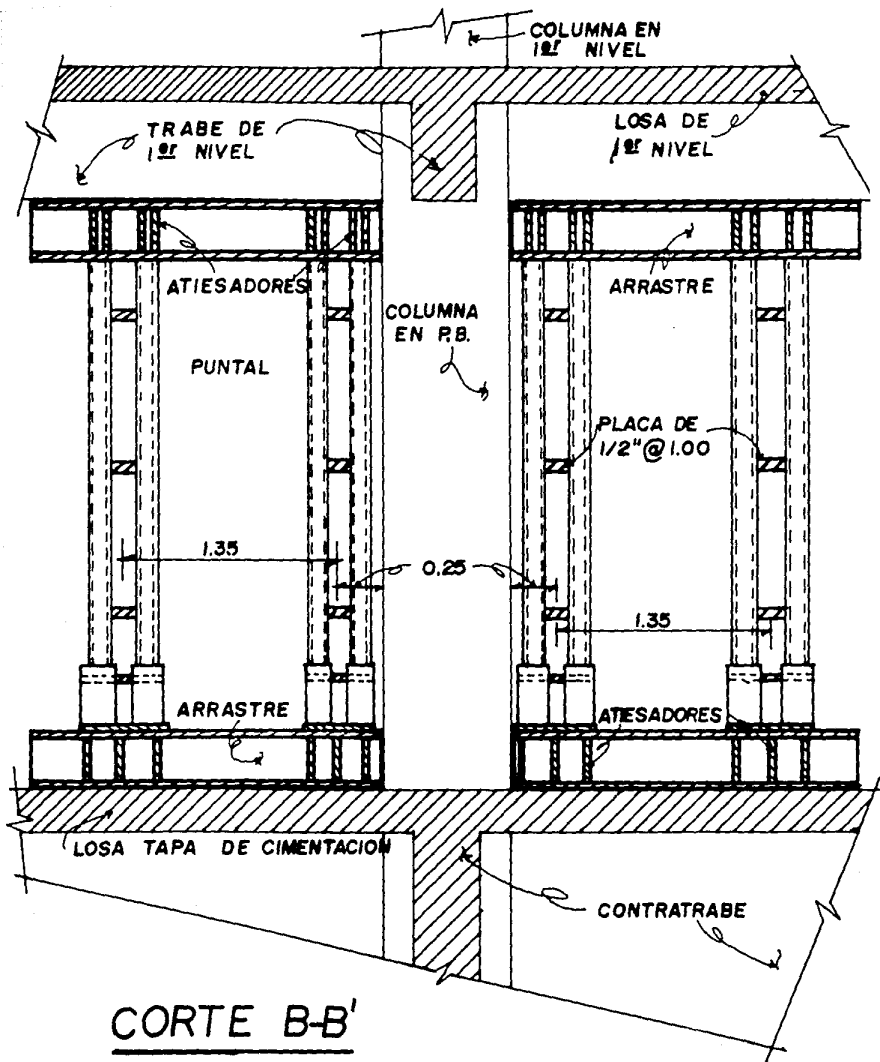


FIG. 41

APUNTALAMIENTO EN P.B.





Apuntalamiento en cajones de Cimentación.



Apuntalamiento en P.B. para hacer posible los trabajos de recimentación.

IV.5.2.- ACERO DE REFUERZO EN CONTRATRABES PRINCIPALES.-

El aumento de sección de las contratraves perimetrales existentes se realizó de la siguiente forma: en las contratraves de ejes A y 4 dicha escarificación (y por lo tanto el aumento de su sección) se realizó en el paño interior de las mismas; mientras tanto en los ejes 2 y C los trabajos se efectuaron en el paño exterior de los elementos.

En la contratrabe principal del eje A se hizo necesario demoler parcialmente los dados interiores para hacer posible el paso del acero de refuerzo adicional en el paño interior de la contratrabe. Dicha demolición se efectuó sin dañar el armado existente en los dados. (Figs. 43 a 46)

El acero longitudinal de refuerzo en contratraves principales tiene las siguientes características y especificaciones: $f_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ de alta resistencia, 4 Vs # 8, 4 Vs # 6, y 4 Vs # 12 ; por otro lado el acero de cortante está formado por 1E # 4 a/c 0.20 m., y 2 separadores # 4 a/c 1.00 m. (Figs. 47 a 55)

REFUERZO EN CONTRATRABES

CENTRAL TELEFONICA ROMA TORRE

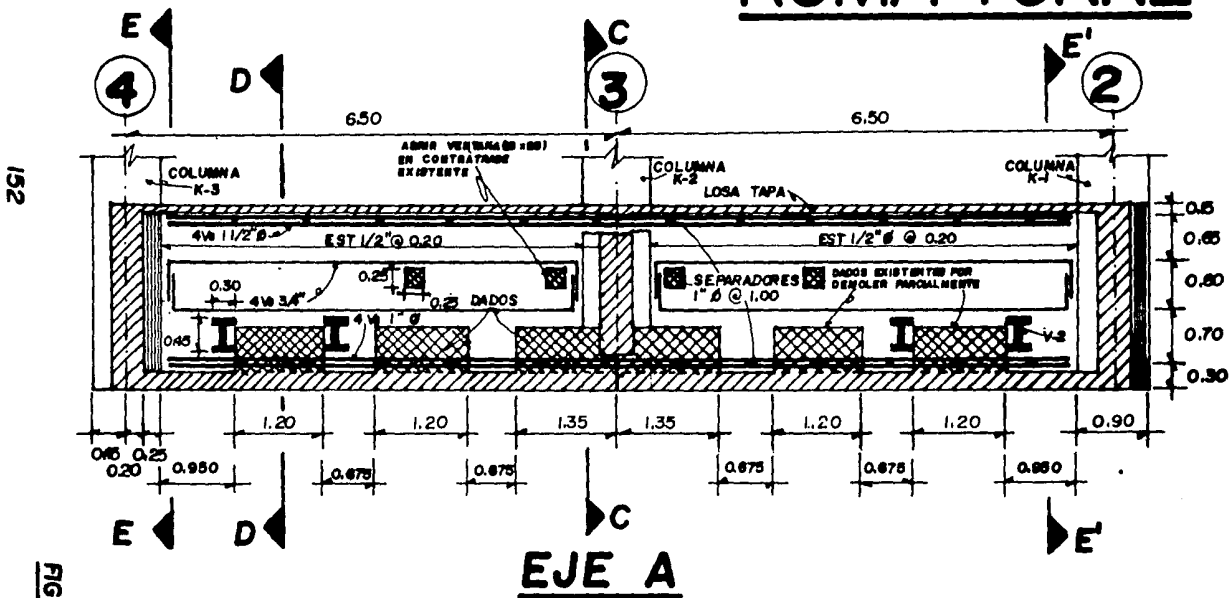
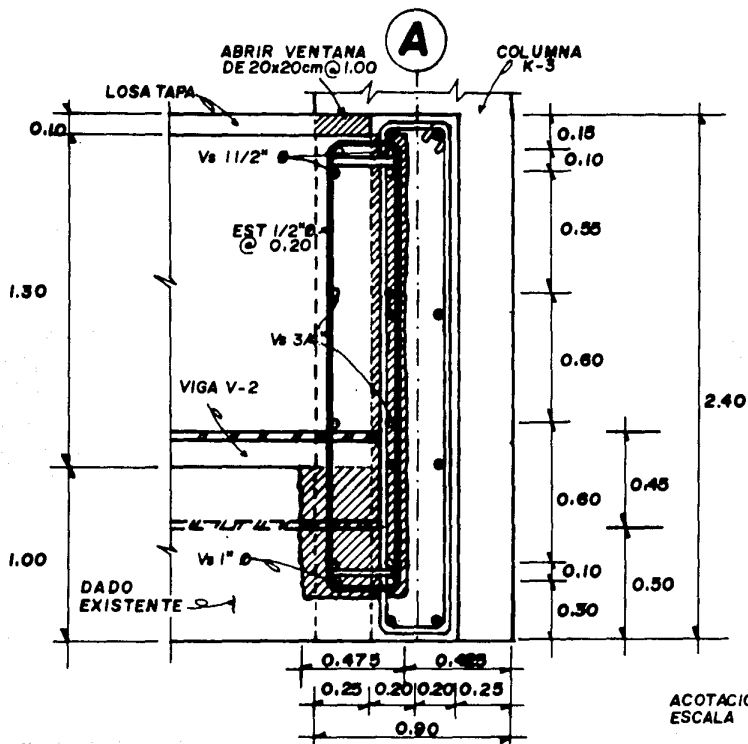


FIG 43

REFUERZO ADICIONAL EN CONTRATRABES



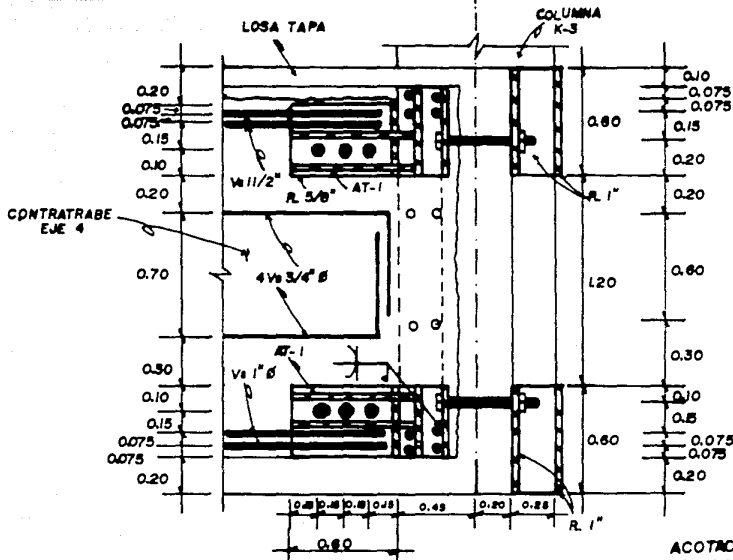
ACOTACIONES EN m.
ESCALA 1:20

CORTE D-D

**CENTRAL TELEFONICA
ROMA TORRE**

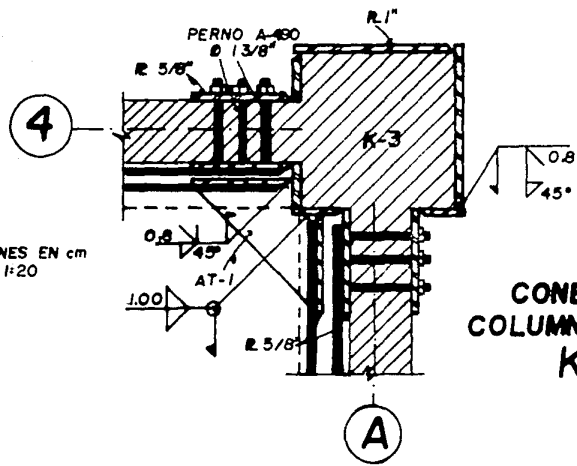
FIG 44

(A)



ACOTACIONES EN m.
ESCALA 1:20

CORTE E-E

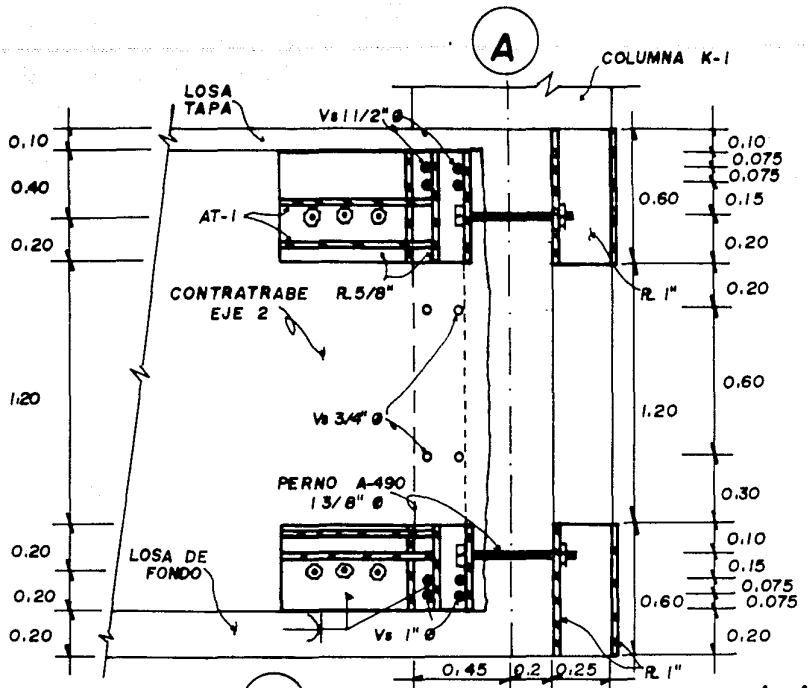


ACOTACIONES EN cm
ESCALA 1:20

**CONEXION
COLUMNA-TRABE
K-3**

(A)

FIG 45



ACOTACIONES EN m.
ESCALA 1:20

CORTE E-E'

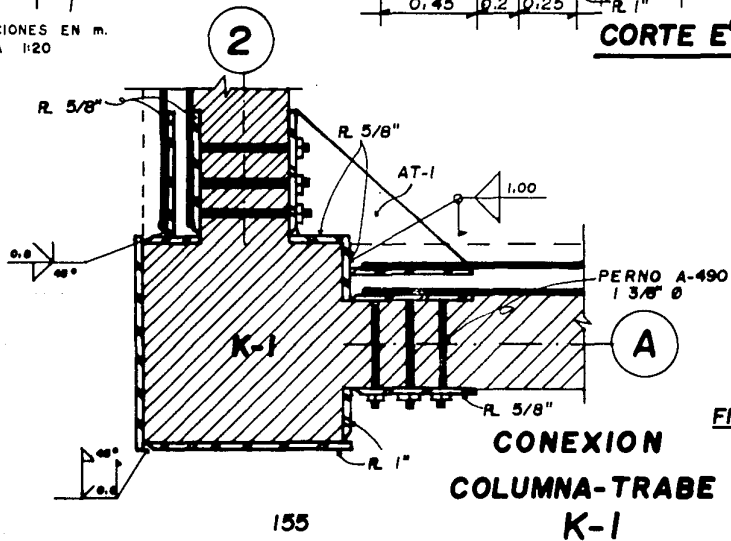


FIG 46

**CONEXION
COLUMNA-TRABE
K-1**

REFUERZO EN CONTRATRABES

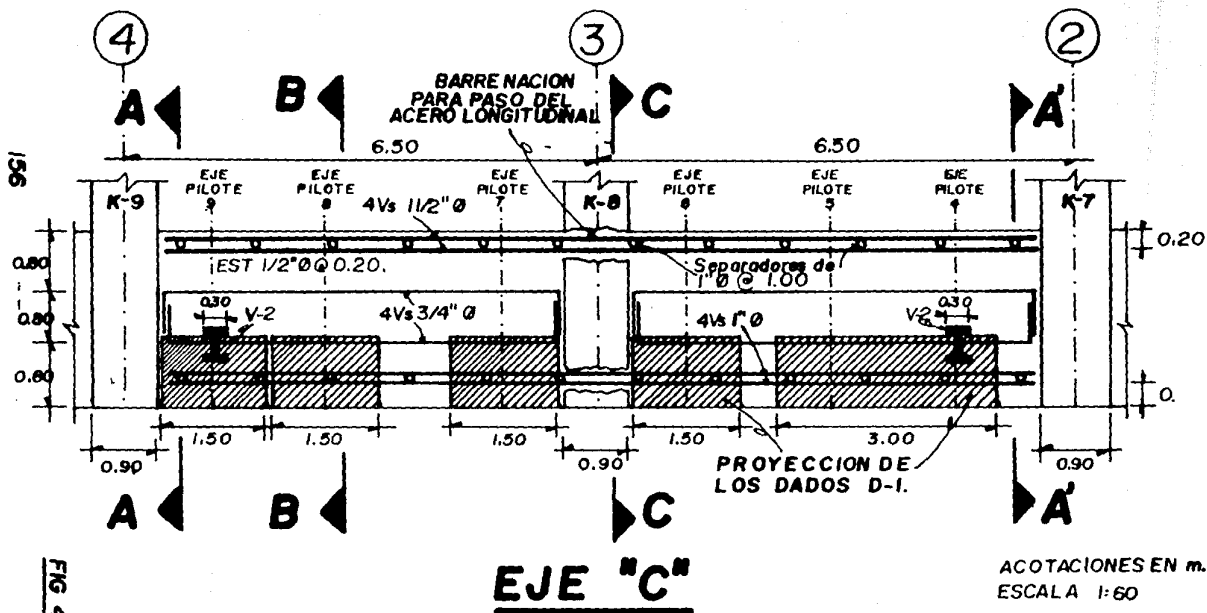
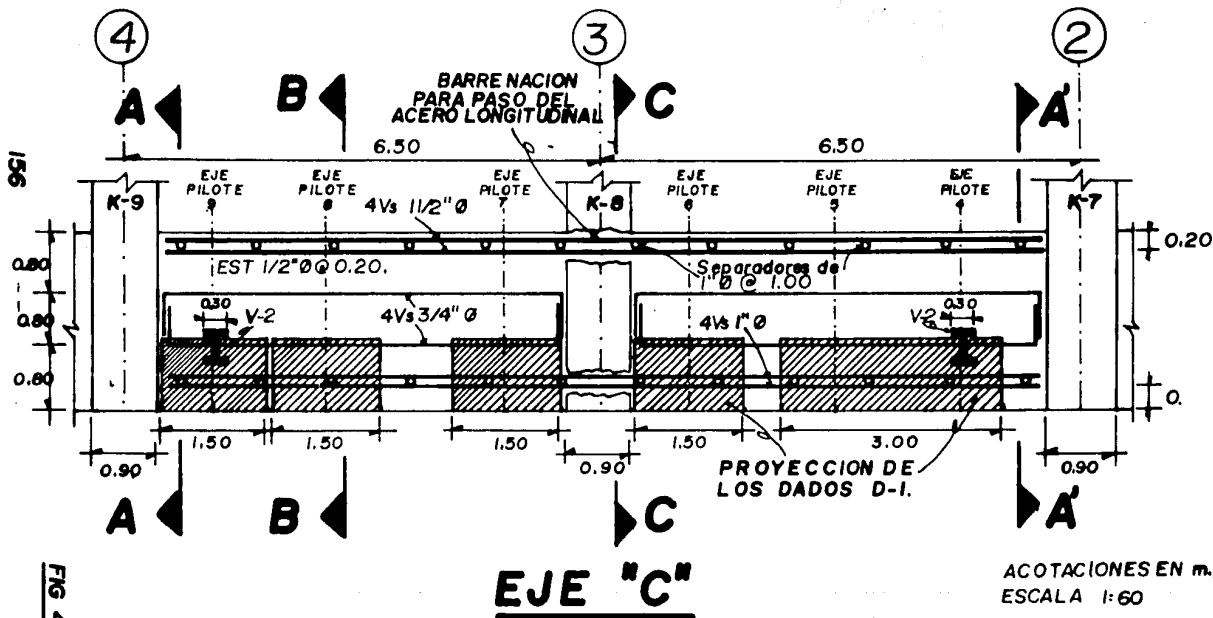
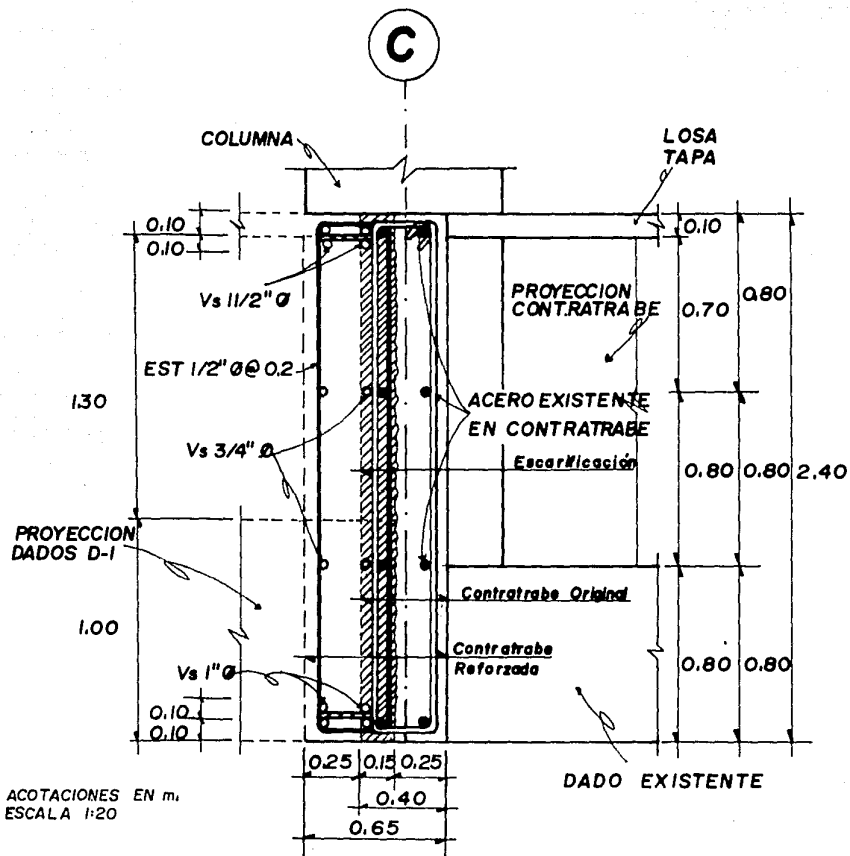


FIG 47

REFUERZO EN CONTRATRABES



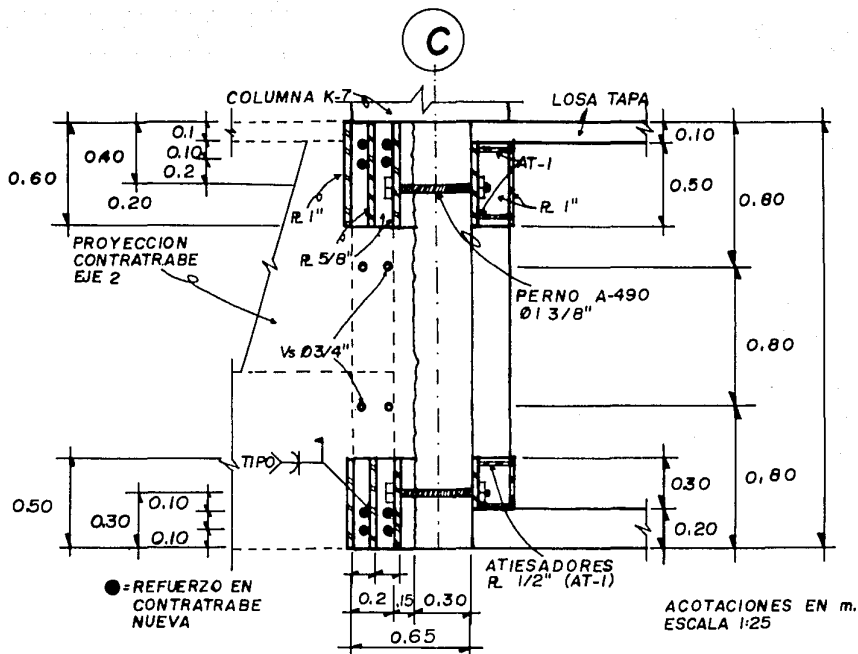
REFUERZO EN CONTRATRABES



CORTE B-B

CENTRAL TELEFONICA

ROMA TORRE



CORTE A-A

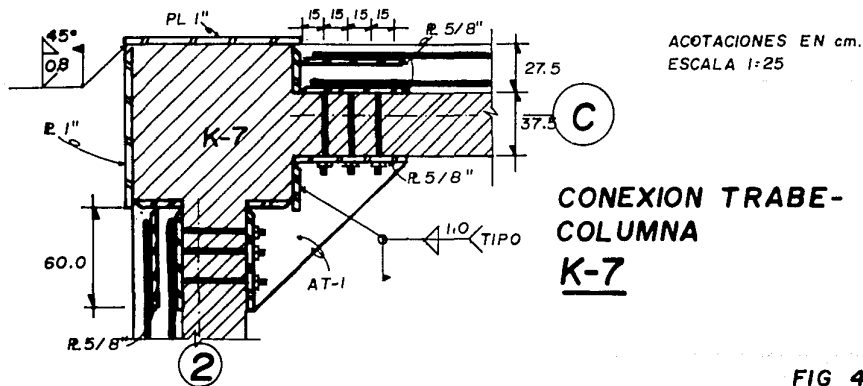
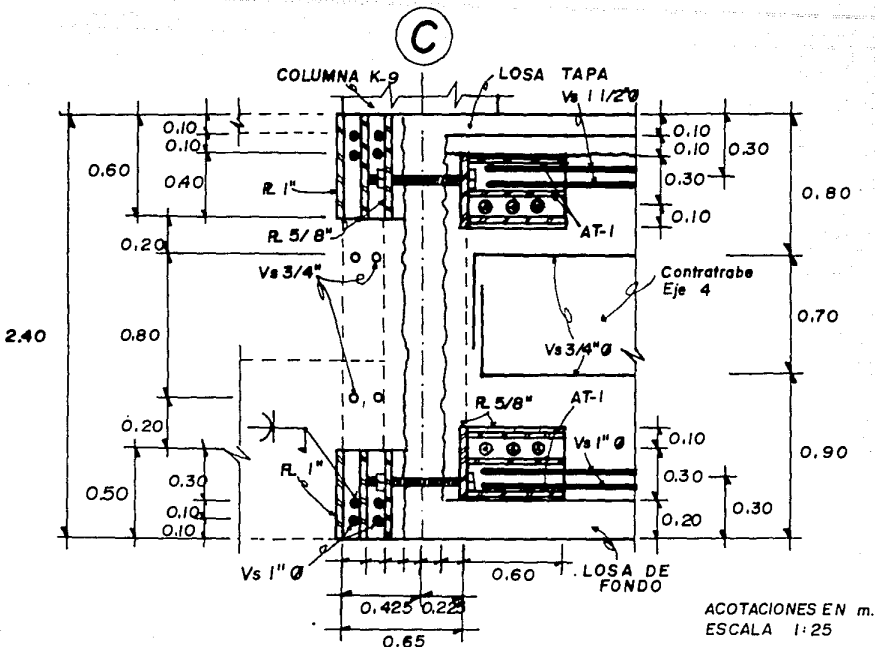
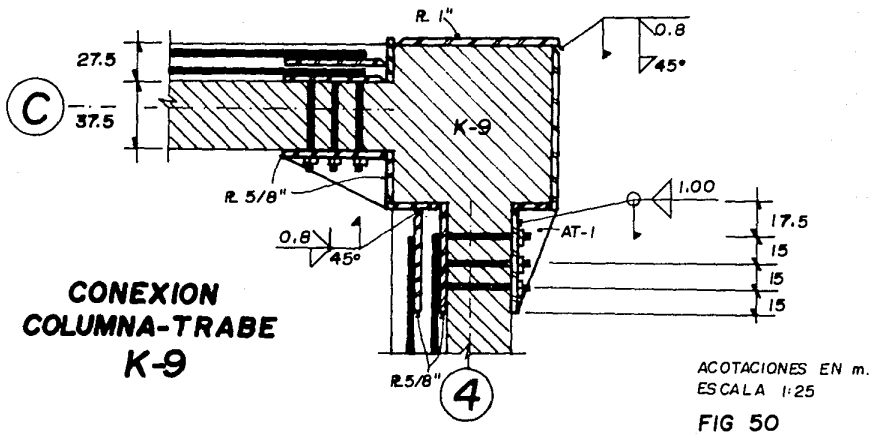
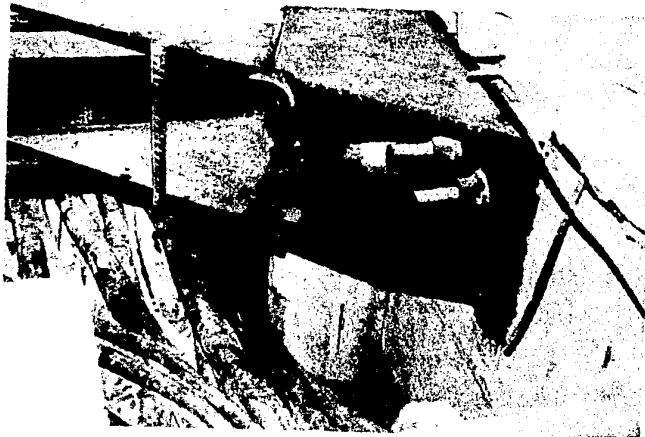


FIG 49



CORTE A'-A'





Refuerzo en columna
K-3.



Contratrabe Eje " C ".

REFUERZO EN CONTRATABES PRINCIPALES

CENTRAL TELEFONICA ROMA TORRE

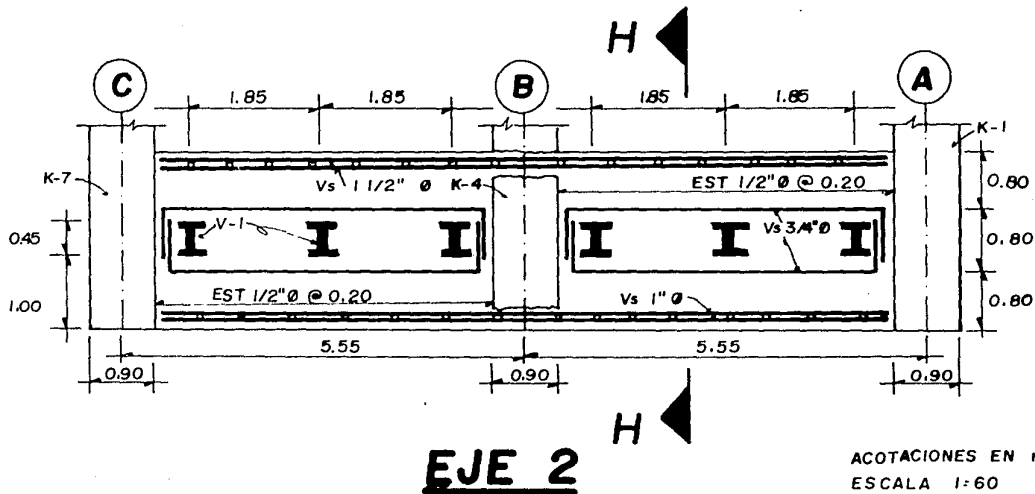


FIG 51

REFUERZO EN CONTRATABES PRINCIPALES

CENTRAL TELEFONICA
ROMA TORRE

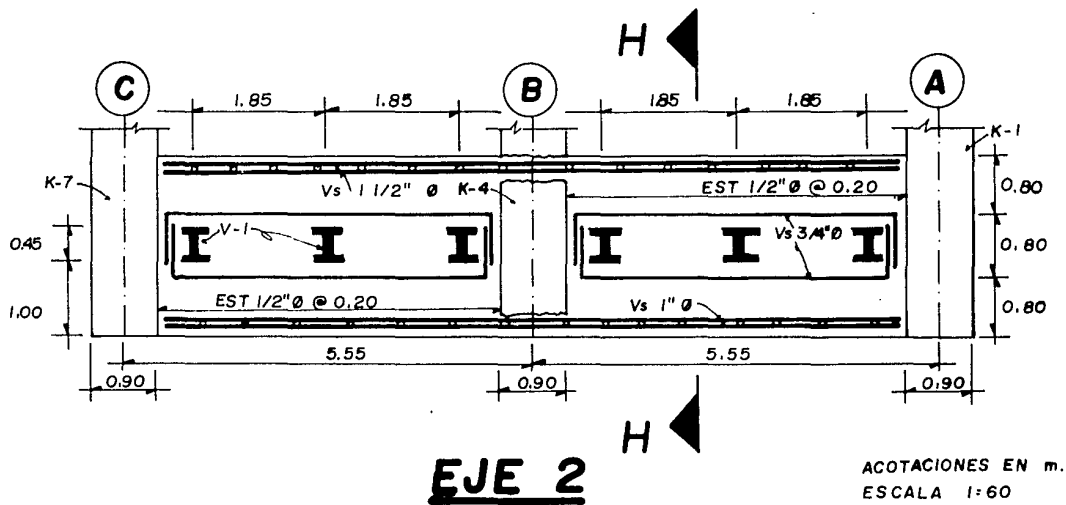
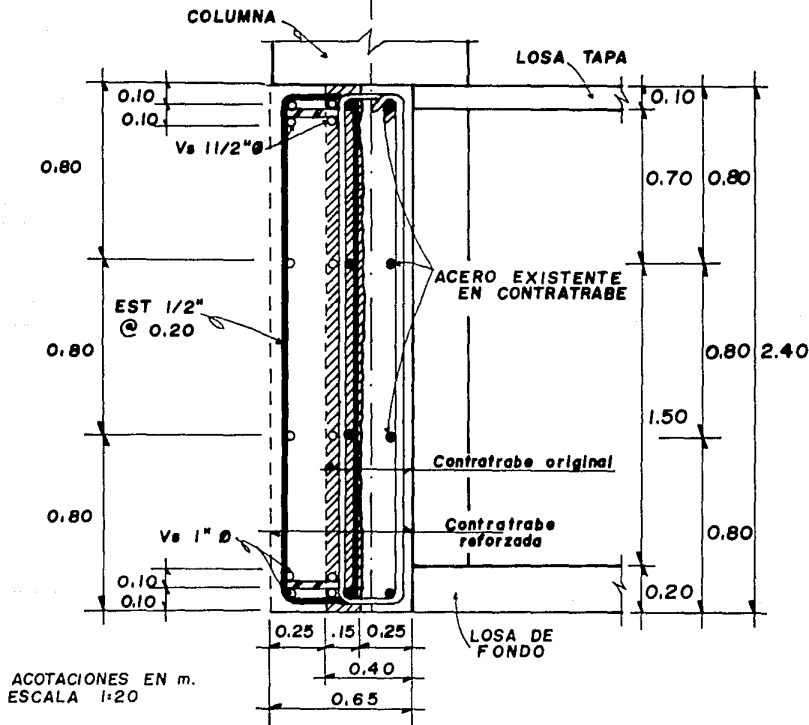


FIG 51

REFUERZO EN CONTRATRABES PRINCIPALES

2



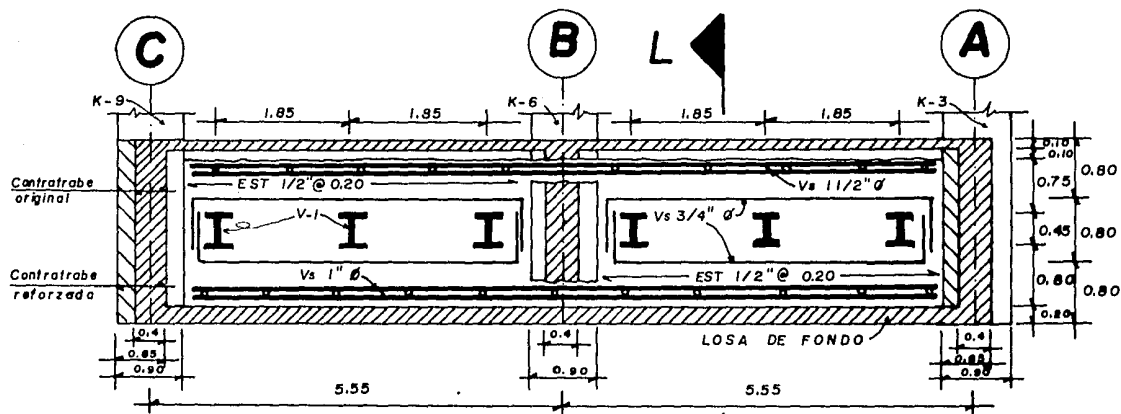
CORTE H-H

CENTRAL TELEFONICA
ROMA TORRE

FIG. 52

REFUERZO EN CONTRATABES PRINCIPALES

CENTRAL TELEFONICA
ROMA TORRE

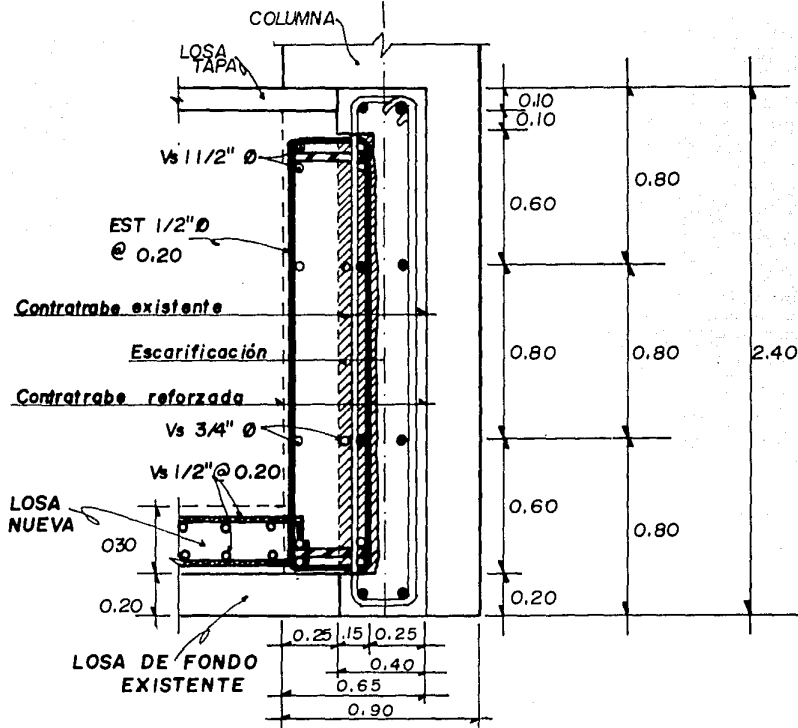


EJE 4

ACOTACIONES EN m.
ESCALA 1:60

REFUERZO EN CONTRATRABES PRINCIPALES

4



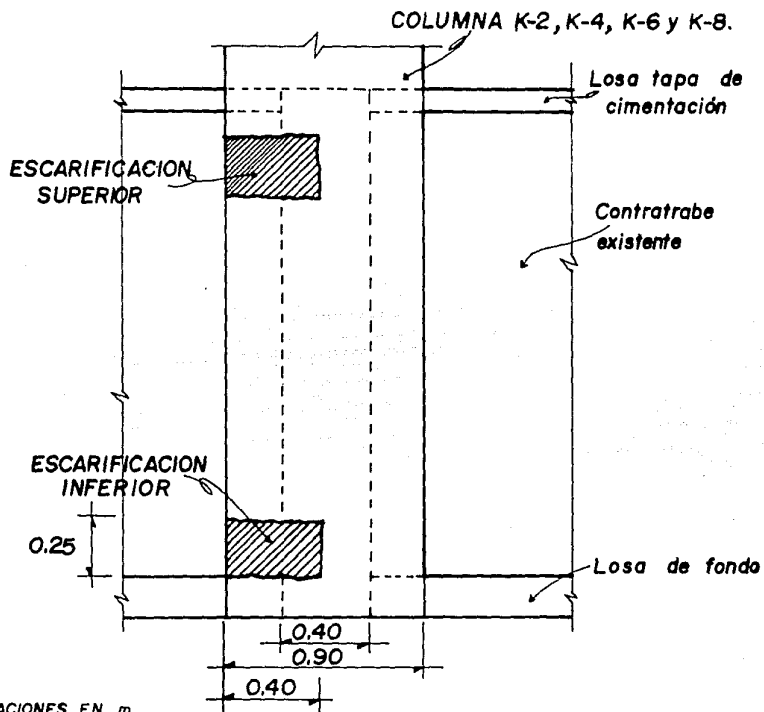
ACOTACIONES EN m.
ESCALA 1:20

CORTE L-L

**CENTRAL TELEFONICA
ROMA TORRE**

FIG. 54

BARRENACION EN COLUMNAS DE CIMENTACION PARA EL PASO DEL ACERO LONGITUDINAL

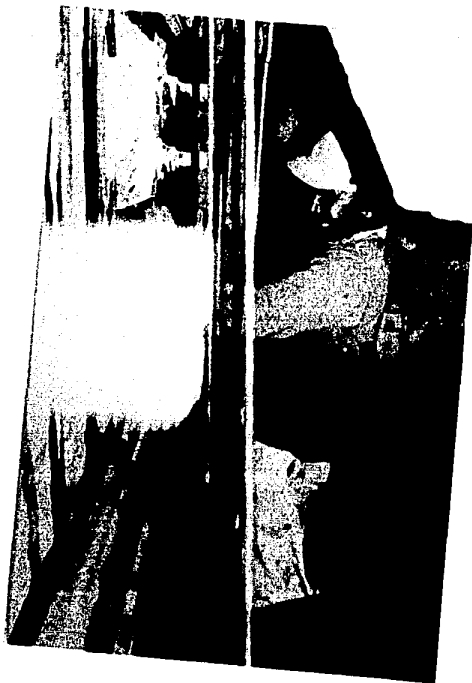


CORTE C-C

CENTRAL TELEFONICA
ROMA TORRE



**Colocación de estribos en la reestructuración
de las Contratraves Principales.**



Acero de refuerzo adicional el contratraves
principales.

Una vez armado el acero longitudinal de las contratraves perimetrales principales a través de las columnas interiores, se procedió al colado de las secciones adicionando al concreto de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ expansor de volumen para evitar oquedades y adherencia entre el concreto anterior y el nuevo mediante aditivo festerbond. Adicionalmente, se aplicó Colmadur líquido y Pasta a las oquedades y espacios que quedan entre las placas de acero en las columnas y el concreto de apoyo para formar entre ambos elementos una superficie de contacto adecuada.

Por indicaciones de proyecto se estipuló que las ventanas abiertas sobre columnas y traves debieron mojarse en su sección transversal por lo menos dos horas antes del recolado de las mismas, adicionando aditivo estabilizador de volumen que no contenga fierro y un aditivo de liga entre el concreto viejo y el nuevo. Posteriormente al hacer los colados de las ventanas en la losa tapa se realizó el curado adecuado de cada elemento mediante la utilización de curacreto o algún similar.



Trabajos de Refuerzo en Contratraves.
(Ventanas).

IV.5.3.- REFORZAMIENTO DE COLUMNAS.-

Las columnas K1, K3 , K7 y K9 fueron zunchadas en la cimentación mediante placas de acero de 1" de espesor y éstas unidas mediante soldadura de filete y de penetración completa para dar a ellas una mayor resistencia a los esfuerzos actuantes.

Así, en el anclaje del acero de refuerzo adicional en las contratraves principales perimetrales con las columnas de esquina se colocaron placas de acero de 1" de espesor de 0.60 x 0.40 m. ancladas a las contratraves mediante pernos que atraviesan en toda su base a las mismas. En estas placas se realizó la soldadura de las varillas de refuerzo mediante soldadura de bocina. Las placas son atiesadas mediante cartabones a las placas de zuncho en las columnas de esquina también con soldadura de filete en ambas caras de los atiesadores o cartabones.

IV.5.4.- DADOS EN CIMENTACION ENTRE LOS EJES C Y D.-

Entre los ejes C y D, el proyecto estipulaba la fabricación de 5 dados de concreto reforzado de 1.00m de peralte, 1.50m de largo y 1.00m de ancho, cuya función es recibir y sujetar a los pilotes 4 al 9. (Fig. 56)

DADOS D-1

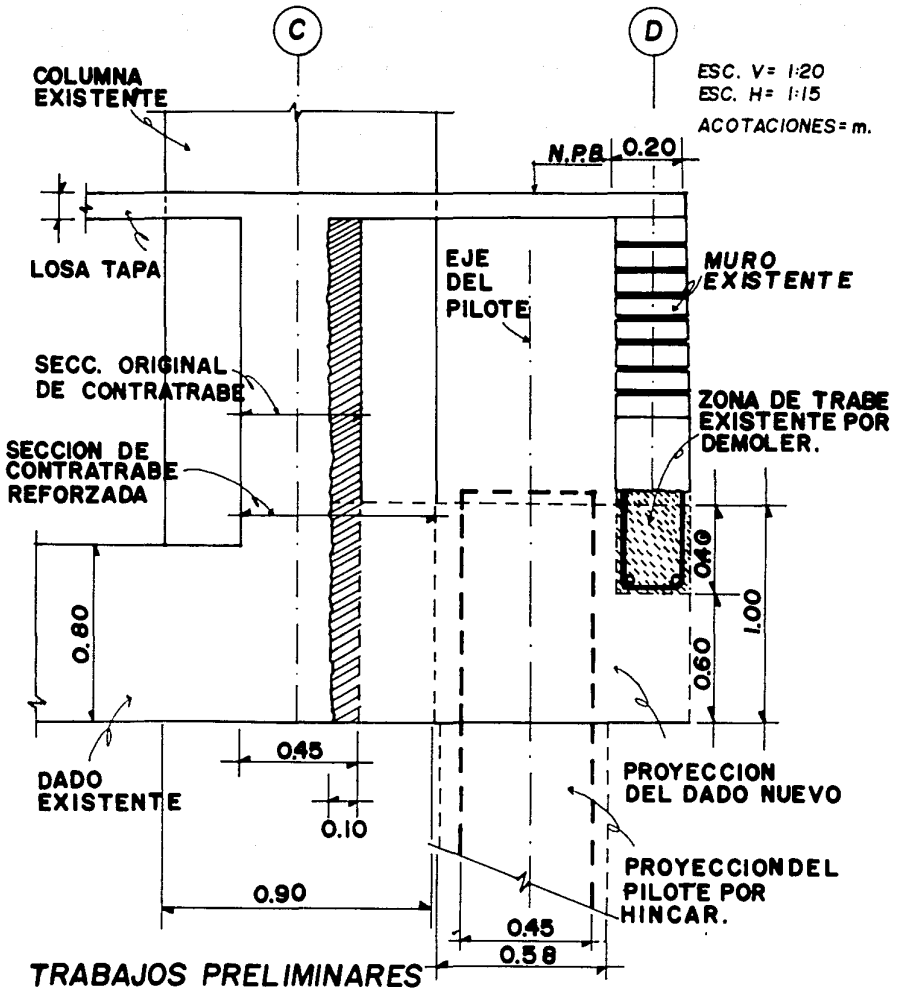


FIG. 56

Para la fabricación de dichos dados, el procedimiento constructivo fué el siguiente:

1.- Se realizó la escarificación de la contratrabe del eje C hasta una profundidad suficiente en que el acero de refuerzo del paño exterior quedara al descubierto -incluyendo acero longitudinal y estribos-sin dañarlo en ningún punto.

2.- Se colocó el armado de acero de refuerzo adicional de la contratrabe del eje C y además se colocó el acero de refuerzo de los dados (barbas o preparaciones) que según el proyecto debe estar anclado dentro de la contratrabe.

3.- Se procedió al cimbrado, troquelado y colado de la nueva sección de contratrabe a todo lo largo del eje C, mediante ventanas abieras en la losa tapa a cada metro.

4.- Posteriormente se realizó el armado, cimbrado y colado de los dados, dejando las preparaciones necesarias para la colocación de espárragos de acero de 2" de diámetro (Placas de base, tuerca y contratuerca), para hacer posible la colocación de los puentes metálicos. Estos puentes metálicos darán la oportunidad de manejar los pilotes como de Punta o como pilotes de Control.

(Fig. 57 a 59)

5.- El siguiente trabajo fué la perforación e hincado de los pilotes. Ambos trabajos se realizaron apoyando los sistemas de reacción en la contratrabe principal del eje C (Central Telefónica Torre Roma) y en la contratrabe principal 1 (Central Telefónica Roma III), y, sobre los espárragos de los dados.

ARMADO EN DADOS D-I

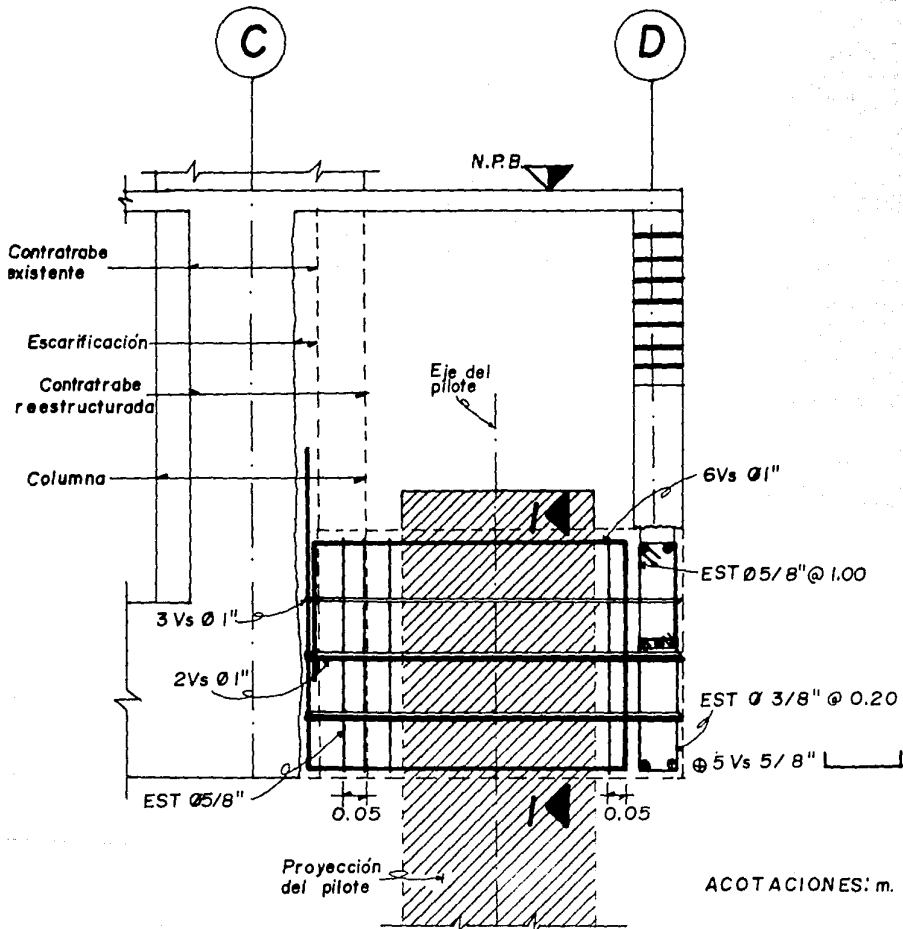
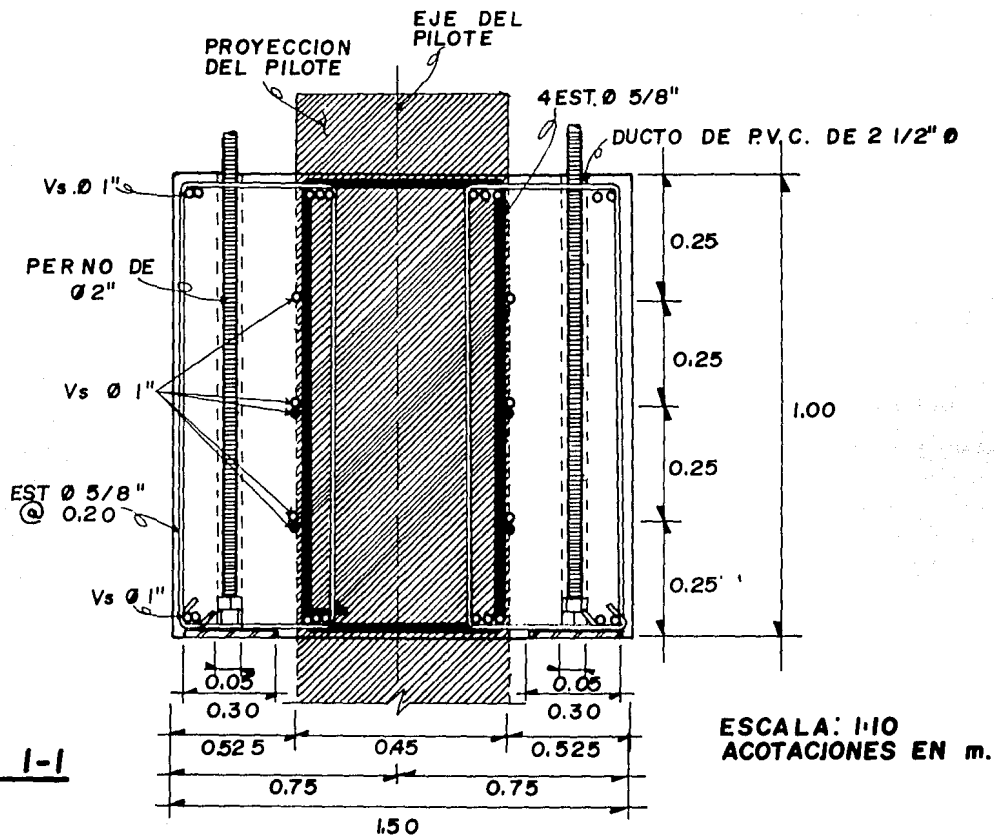
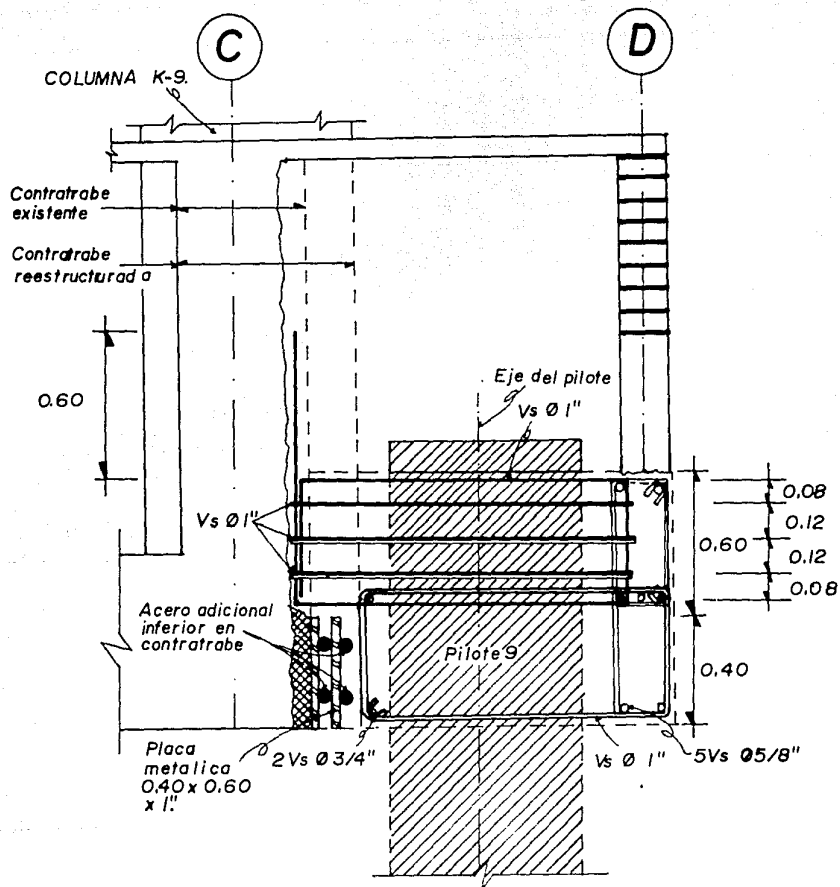


FIG. 57

ARMADO DE DADOS D-1



CORTE 1-1



ARMADO EN DADO D-1
(pilote 9)

FIG 59

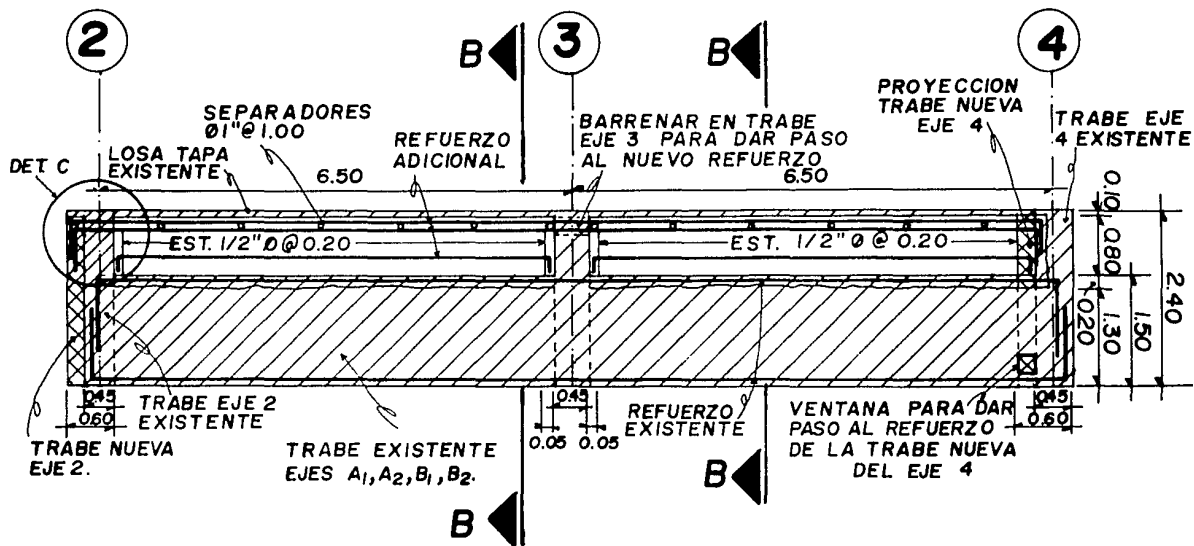
IV.6.-CONTRATABES SECUNDARIAS.-

Los trabajos en las contratabes secundarias, tienen como punto de partida la demolición de los muretes de enrase de tabique recocido de una altura de 0.80m desde el paño superior de la contratabe hasta el lecho bajo de la losa tapa, y permitir así su sustitución por concreto armado; de esta manera, dichas contratabes tendrán la capacidad de resistir las nuevas cargas inducidas por las viguetas de reacción en ellas empotradas.

Posteriormente se escarificaron las contratabes secundarias existentes hasta 20 cm. por debajo del lecho superior de las mismas descubriendo el armado, en toda su longitud para poder anclar el nuevo armado de refuerzo a cortante de la nueva sección en la trabe original.

El nuevo armado en las contratabes secundarias consiste en 4Vs # 12 distribuidas en 2 lechos superiores y 2Vs # 6 colocadas a media longitud entre el paño superior de la contratabe original y la losa tapa debajo de las anteriores. Adicionalmente a este armado se colocarán estribos del # 4 a/c 0.20 m. sujetos al acero longitudinal mediante amarres de alambre recocido para absorber el efecto de la tensión diagonal, así como un separador en la parte superior de la contratabe del # 8 a/c 1.00 m., entre las varillas de 1 1/2" de diámetro. (Figs. 60 y 61).

REFUERZO DE CONTRATRABES DE CIMENTACION



ACOTACIONES EN m
ESCALA 1/60

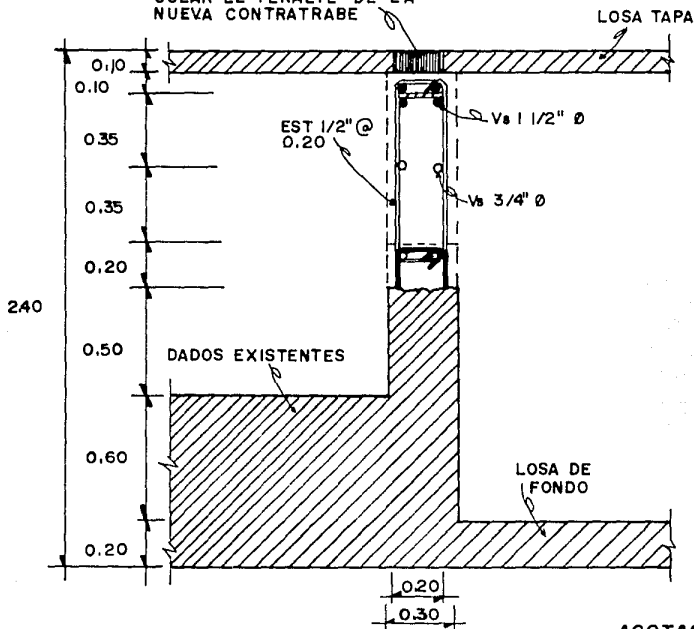
**REFUERZO EN CONTRATRABES SECUNDARIAS.
EJES A₁, A₂, B₁, B₂.**

CENTRAL
TELEFONICA

ROMA TORRE

REFUERZO EN CONTRATRABES SECUNDARIAS

ABRIR VENTANAS DE
0.20 x 0.20 m A CADA
1.00m PARA POSTERIORMENTE
COLAR EL PERALTE DE LA
NUEVA CONTRATRABE



ACOTACIONES EN m.
ESCALA 1:20

CORTE B-B

CENTRAL TELEFONICA
ROMA TORRE

FIG. 61



Reforzamiento de Contrarabes Secundarias.

Para poder anclar la nueva sección de las contratraves secundarias en los ejes A1, A2, B1, y B2, se requiere de la escarificación de la contratrabe principal 2, y en el otro extremo para la contratrabe principal del eje 4, el acero de refuerzo queda anclado en el aumento de la misma. (Fig. 62)

El acero de refuerzo de la ampliación del peralte de las contratraves secundarias requiere de continuidad en toda su longitud, por lo que se requirió de la barrenación de la contratrabe principal del eje 3 ; permitiéndose así el paso del acero del lecho superior (4 Vs # 12). En cuanto al acero inferior (2 Vs # 6), éstas quedaron ahogadas en la escarificación de la misma hecha expreso para alojar dicho acero longitudinal.

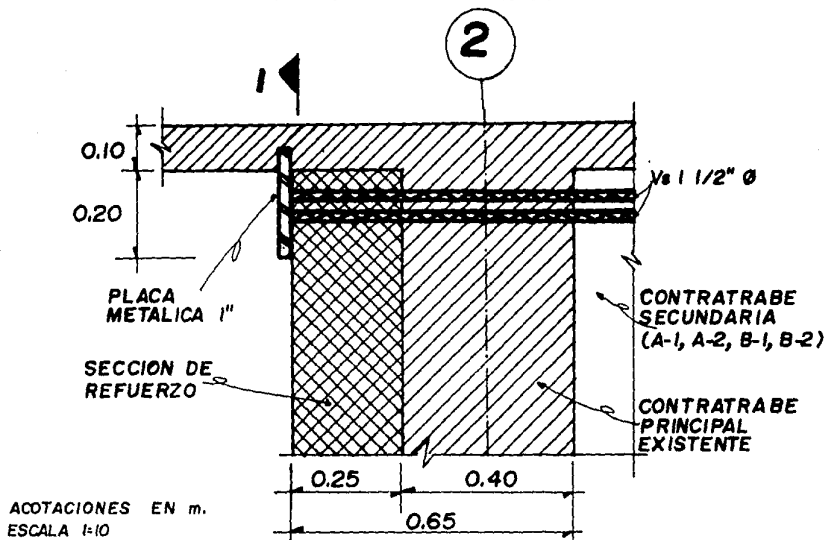
Se humedeció el área de contacto entre la trabe existente y la ampliación de la misma, así como el área de contacto entre la contratrabe nueva y la losa de tapa por lo menos dos horas antes de realizado el recolado, para evitar fracturas en el concreto debido a la falta de humedad y al elevado calor de hidratación en el fraguado.

Para realizar los recolados en las contratraves secundarias, se abrieron ventanas de 0.20 x 0.20 de sección a cada metro de longitud a todo lo largo de la contratrabe. El procedimiento de recolado es el mismo que se realizó en el aumento de sección transversal de las contratraves principales.

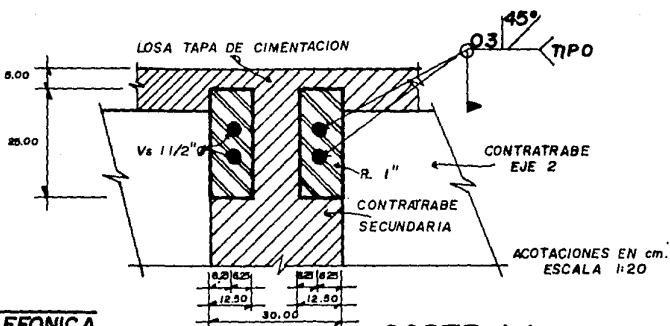
En las contratraves de los ejes A, B y C, se hizo necesaria la ampliación de un hueco existente para el paso de cables alojados a lo largo del eje 2. Lo anterior debido a la necesidad del aumento de sección de dichas contratraves.

En la cimentación del edificio de escaleras, las contratraves inferiores perimetrales con muretes de tabique recocado en la parte superior de las mismas recibieron el mismo tratamiento que las contratraves del cojón de cimentación de la Torre Tandem. Dichos trabajos tienen por objeto ofrecer una mayor rigidez a la cimentación.

REFUERZO EN CONTRATRABES SECUNDARIAS



DETALLE C



CORTE 1-1

CENTRAL TELEFONICA
ROMA TORRE

FIG. 62

IV.7.- PILOTES.

El proyecto de recimentación integral de la Torre Roma Tandem, incluyó en sus especificaciones el hincado de 33 pilotes nuevos de punta distribuidos como sigue: treinta pilotes en el cajón de cimentación de la torre y tres en la cimentación del cubo de escalesras. Dichos trabajos deben realizarse sin interrumpir las operaciones de la Central Telefónica; por ello, en la zona del PCM ó Zona Central de Conmutadores, que es el cerebro de operaciones de la Torre, la perforación y el hincado de los mismos constituye una innovación en cuanto a la maquinaria y los procedimientos constructivos.

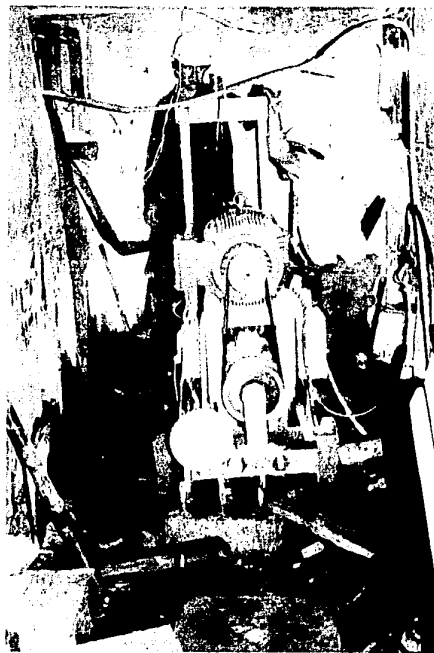
Además se hizo necesario el rehincado de los treinta pilotes originales que conformaban la cimentación profunda del inmueble, para hacerlos llegar realmente al estrato duro; pues muchos de ellos con el sistema de construcción utilizado originalmente, sólo tenían una profundidad de 12 metros, por lo tanto no desarrollaban el trabajo de pilotes de punta para el cual fueron diseñados.

IV.7.1.- PROCEDIMIENTO DE REHINCADO DE PILOTES ORIGINALES.

De los resultados obtenidos en los estudios realizados a los pilotes originales, se llegó a la conclusión de que de los 36 pilotes existentes, únicamente 12 tenían un comportamiento satisfactorio; los 24 pilotes restante fueron denominados como pilotes tipo P y tipo D, los cuales tenían un comportamiento nulo y dudoso respectivamente. Por tal motivo fué necesario el rehincado de los pilotes nulos y dudosos (24 piezas).

Estos 24 pilotes se encuentran distribuidos en toda la planta de la torre. En dicha area se distinguen dos zonas principales: zona de conmutadores o P.C.M. y la zona de accesos y circulación (Fig. PCM). Por tal motivo, las longitudes de los tramos de pilotes para rehincado varían entre 0.70m en la zona de conmutadores, rehincándose desde el interior del cajón de cimentación; y, 1.60m. en la zona de accesos y circulación de la torre, rehincándose desde fuera del cajón de cimentación, es decir, desde la planta baja.

Los tramos adicionales de pilotes para rehincado tienen sección circular de 40 cm. de diámetro; el armado de los mismos está formado por 6Vs # 6 reforzadas con zunchos circulares del # 3 a/c 20 cm. Estos tramos de pilote cuentan con placas de acero en sus extremos; la placa superior tiene un diámetro de 40 cm. y la placa inferior un diámetro de 37 cm. para permitir así un acoplamiento satisfactorio entre los tramos mediante soldadura de filete.



Trabajo se perforación en
zona de Conmutadore.

A).-TIPOS DE PILOTES POR REHINCAR: Los pilotes por su longitud de rehincado y su comportamiento se clasificaron como sigue:

Nº DE PILOTE	TIPO	LONGITUD TOTAL (m)	TRAMO (m).	OBSERVACIONES
1	D	4.80	1.6(3)	
4	P	9.60	1.6(6)	
5	D	4.80	1.6(3)	
6	D	4.80	1.6(3)	
8	P	9.60	1.6(6)	
9	D	4.80	1.6(3)	
10	P	9.60	1.6(6)	
11	D	4.80	1.6(3)	
12	D	4.80	1.6(3)	
13	D	4.80	1.6(3)	
14	D	4.80	1.6(3)	
17	D	4.80	1.6(3)	
18	P	9.60	1.6(6)	
19	P	9.80	0.7(14)	Conmutador.
20	D	9.80	0.7(14)	Conmutador.
25	P	9.60	1.6(6)	
26	D	4.90	0.7(7)	Conmutador.
27	P	9.80	0.7(14)	Conmutador.
28	P	9.80	0.7(14)	Conmutador.
31	P	9.80	0.7(14)	Escalera.
32	P	9.80	0.70(14)	Escalera.

N ^o DE PILOTE	TIPO	LONGITUD	TRAMO	OBSERVACIONES
		TOTAL (m)	(m).	
33	P	9.80	0.70(14)	Escaleras.
34	P	9.80	0.70(14)	Escaleras.
35	P	9.80	0.70(14)	Escaleras.

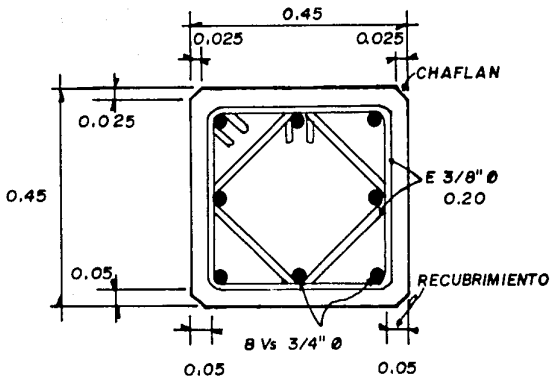
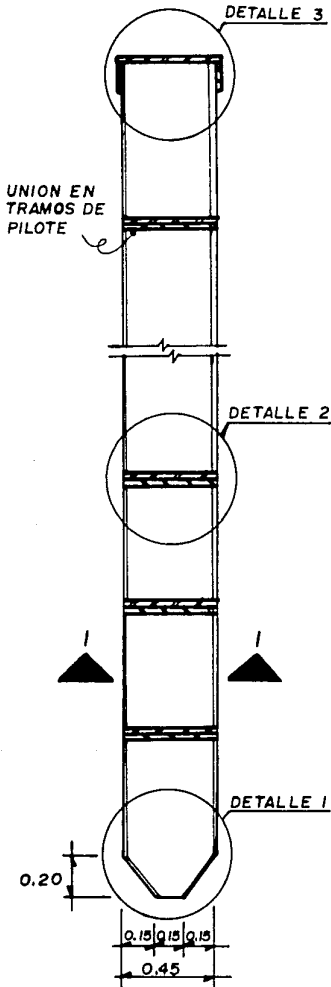
IV.7.2.- CARACTERISTICAS DE LOS NUEVOS PILOTES.-

La solución de proyecto se basaba en la construcción de pilotes circulares con una longitud de 0.75 m. en la zona del PCM y de 1.50 m. en las demás celdas del cajón de cimentación. Sin embargo la solución aplicada por sencillez constructiva en el colado de los mismos, se basó en secciones cuadradas de 0.45 m. de lado, con una longitud de 0.60 m. para la zona del PCM y el cubo de escaleras de 1.50 m. en las celdas restantes.

Los pilotes son de concreto reforzado de $f'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ y $f'y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$ alta resistencia. El armado de acero longitudinal está compuesto por 8Vs # 6, con estribos de 4 ramas del # 3 a/c 0.20 m. amarrados a las varillas longitudinales con alambre recocido. (Figs. 63, 64 y 65).

PILOTES DE PUNTA P-1

ELEVACION

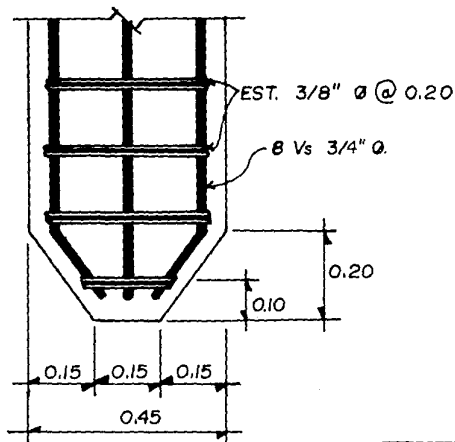


CORTE 1-1

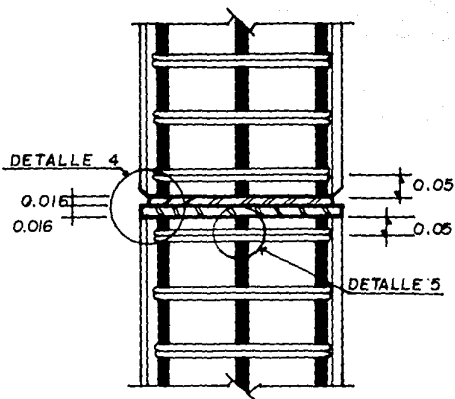
CENTRAL TELEFONICA

ROMA TORRE

PILOTES DE PUNTA P-1



DETALLE 1



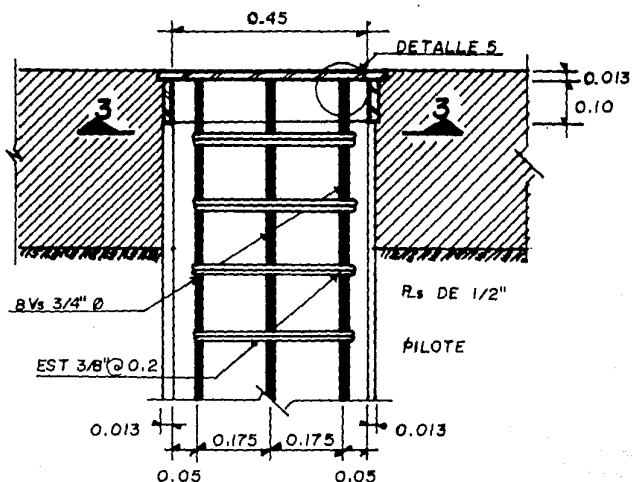
DETALLE 2

CENTRAL TELEFONICA

ROMA
TORRE

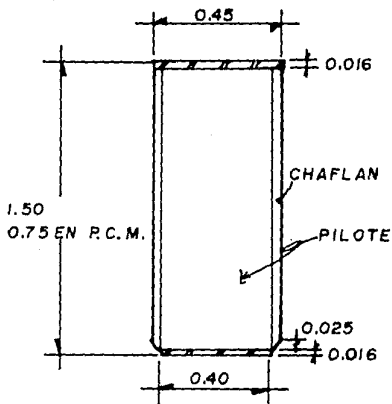
FIG. 64

PILOTES DE PUNTA P-1



DETALLE 3

CENTRAL TELEFONICA
ROMA
TORRE



TRAMO DE PILOTE TIPO

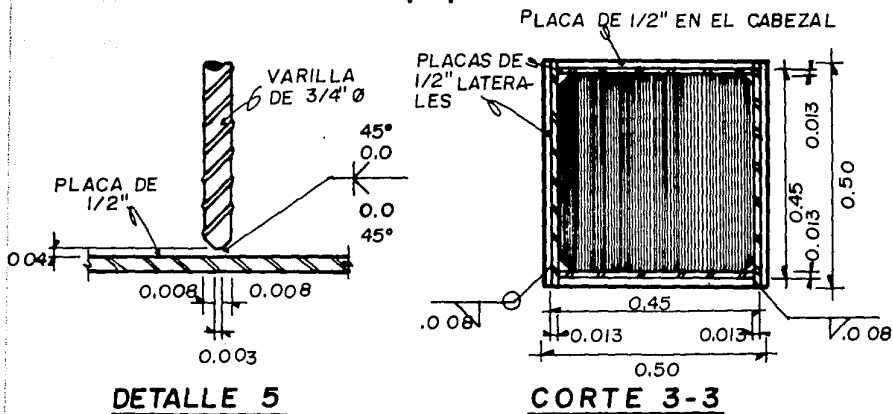
Las alternativas propuestas de unión de los pilotes fueron dos:

1.- Placas Soldadas.- Esta alternativa se basa en la colocación en los extremos de los pilotes de placas de acero de 1" A-36. Dichas placas se sueldan, es decir, la de terminación de un tramo con la de inicio del siguiente mediante soldadura de filete a 45° en todo el perímetro de las placas. (Fig 66).

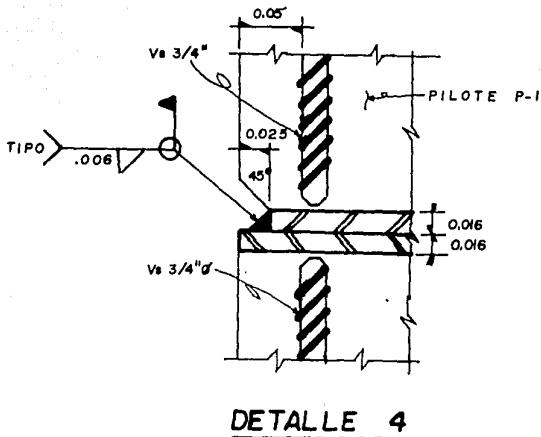
2.- Placas unidas mediante Pernos.- Esta alternativa se basa en la colocación de 4 juegos de bisagras fabricadas con tubo de acero de 1 1/2" A-36 con diámetro interior de 3.4 cm. para pasador de 1 1/4" en ambas caras del pilote sobre placas metálicas de acero A-36 de 1" soldadas al acero de refuerzo longitudinal del pilote. En el punto de unión de ambas caras de los pilotes se procede a hacer coincidir los machos y las hembras de las bisagras y se introducen los pernos e cada una de las 4 uniones.

La solución elegida para la unión de los pilotes, por sencillez constructiva y mayor seguridad estructural es definitivamente la soldadura, que desde hace algún tiempo supera, por mucho, a las uniones con pernos o remaches.

PILOTES DE PUNTA P-1



ACOTACIONES m.



CENTRAL TELEFONICA
ROMA
TORRE



Soldadura en el Cabeceo de Pilotes.

La longitud acumulada total de los tramos del pilote es de aproximadamente 37.5 m, que según los estudios de mecánica de suelos es la profundidad media del estrato resistente bajo las capas de arcillas y arenas del terreno. Al ser esta longitud un promedio se presentó el problema de colocar algún tramo más a algunos pilotes, o en su caso de descabezar otros y por lo tanto, de soldar una nueva placa de acero al refuerzo longitudinal del pilote mediante soldadura de doble vical a 45° .

Debido a las condiciones del suelo de la ciudad de México debe preverse el posible (pero muy poco probable) incremento en la consolidación del suelo subyacente a la Torre Tandem; por ello, se han diseñado los pilotes de tal manera que sean capaces de absorber el 100% de las cargas de la superestructura, por ello se hizo necesario el aumento de sección en la losa de fondo de cimentación, pues al absorber los pilotes todas las cargas del edificio se hace necesario la sustitución de cargas uniformemente distribuidas en la losa de fondo a cargas puntuales transmitidas por los pilotes provocandose flexo-compresión en la misma.

IV.7.3.-PERFORACION PREVIA PARA HINCADO DE PILOTES.-

De acuerdo con el sondeo de cono eléctrico y el estudio de mecánica de suelos (perfil estratigráfico) se concluye que es conveniente realizar una perforación previa de diámetro igual a 65 cm., es decir, 20 cm. más que el diámetro del pilote; esto con el fin de evitar fricción entre el suelo y el fuste del mismo. La profundidad aproximada de dicha perforación fué de 40m.

La perforación se llevó a cabo mediante una perforadora Long Year 34, para los pilotes localizados en las zonas que tengan una altura libre de aproximadamente 4.5 m., es decir en la zona de los cajones en que no interfiere el PCM, y en la zona de PCM (conmutadores) y escaleras, se usó la perforadora TGC.

Para la perforación se debe realizar un trazado inicial al centro del pilote y se coloca en este punto una barrena de forma helicoidal, la cual tiene la función de aflojar el terreno. Posteriormente se cambia la barrena por un bote giratorio sostenido en un mecanismo en una pluma y ambos se encuentran integrados a la perforadora. El bote ~~v.~~ girando y mediante aberturas localizadas en su parte inferior y al irse introduciendo en el terreno se llena de material producto de la excavación.



Armado de la perforadora
para ser introducida en el Cajón
de Cimentación.



Trabajos de Perforación en
el Cajón de Cimentación.

IV.7.4.- HINCADO DE PILOTES.-

El hincado de los pilotes se realizó mediante un sistema de reacción formado por una viga IPR de 18" x 8 3/4" reforzada con cubreplaca y atiesadores para soportar una carga máxima de 150 tons. La viga transmite la reacción a las vigas secundarias de cimentación mediante tensores de acero de alta resistencia, los cuales son atornillados a vigas IPR de 10" x 5 3/4" que se colocarán en cajas abiertas colocadas expofeso en las contratrabes y ancladas con concreto y aditivo expansor. Los pilotes son hincados con un gato hidráulico de 200 tns. de capacidad. (Figs. 67 y 68)

Durante el hincado de los pilotes se realizó un control en el cual se indicaron las cargas aplicadas conforme a la profundidad de avance, llevándose este control hasta la profundidad de hincado final. La carga máxima de aplicación en el hincado corresponde a 100 tns. totales para no rebasar la capacidad de carga última del pilote proporcionada por el estudio de mecánica de suelos.

(Figs. 69 y 70)

HINCADO DE PILOTES DE PUNTA

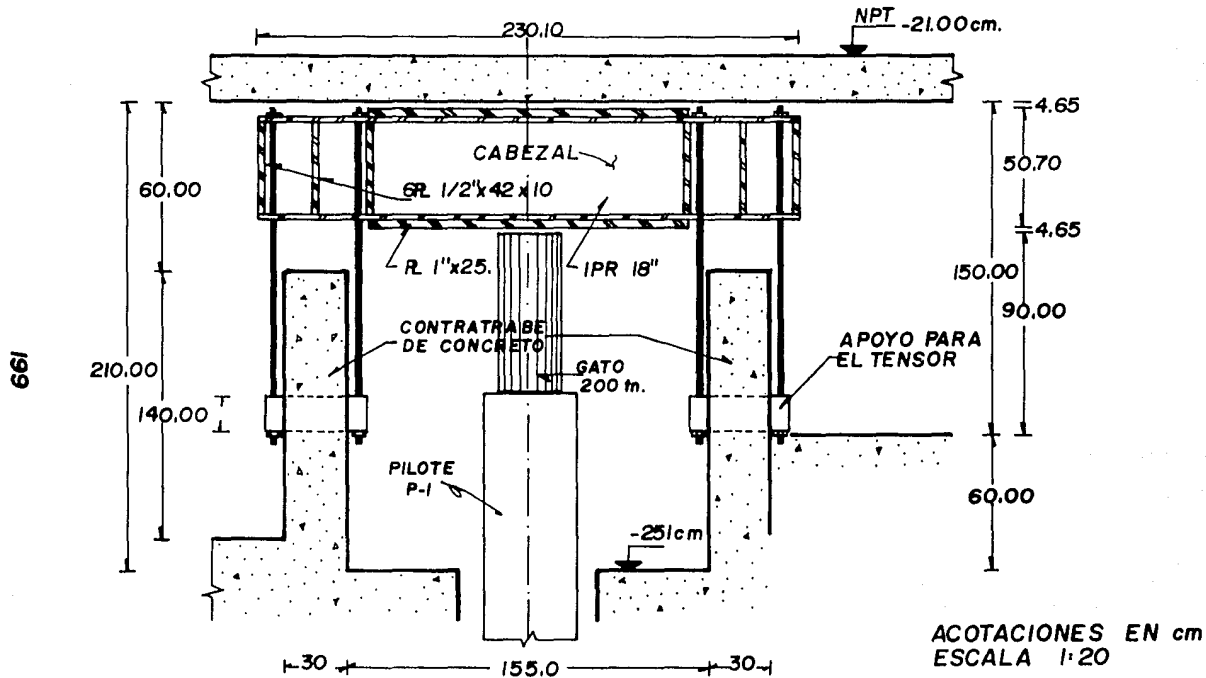
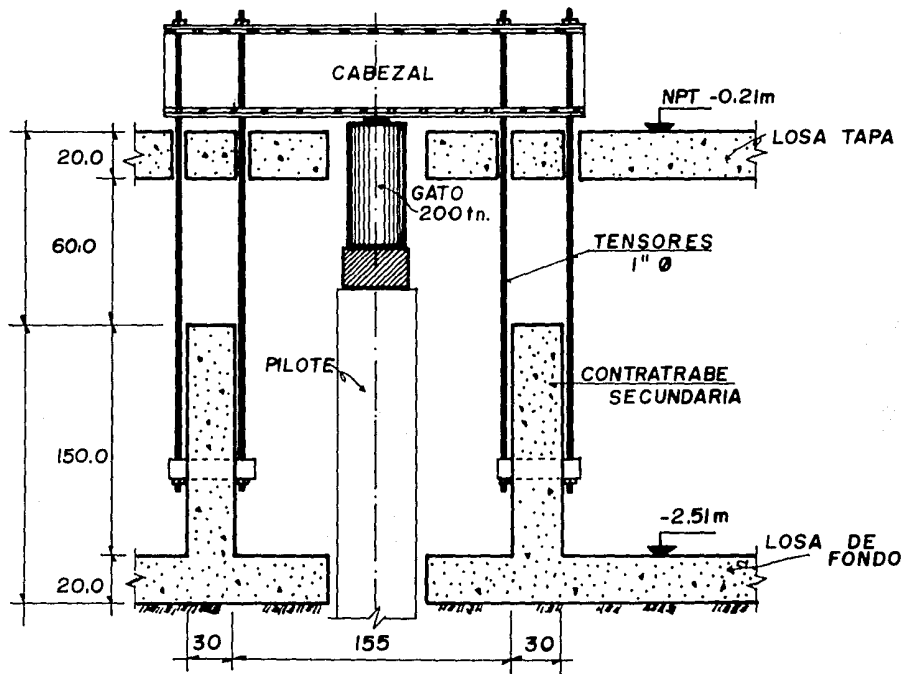


FIG 67

SISTEMA DE HINCADO EN
ZONA DE CONMUTADORES
Y ESCALERAS

HINCADO DE PILOTES DE PUNTA



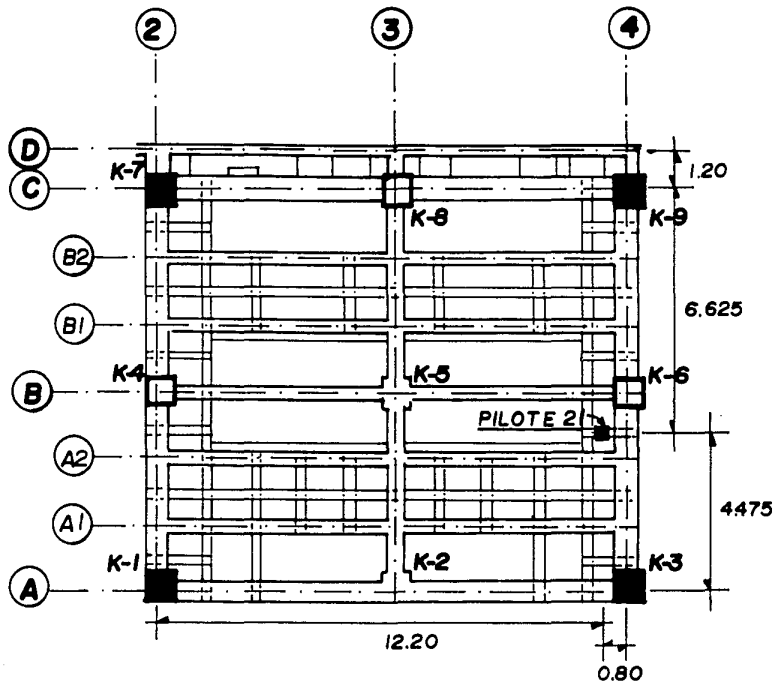
200

FIG. 68

**SISTEMA DE HINCADO EN
ZONA DE ALTURA LIBRE
DE 4.50m.**

CENTRAL TELEFONICA
ROMA TORRE

HINCADO DE PILOTES



**UBICACION DEL HINCADO
DEL PILOTE Nº 21.**

CENTRAL TELEFONICA **ROMA TORRE**

FIG. 69

REPORTE DE PERFORACION

SECCION: 45 x 45 cm. PILOTE N°: 21.
 PERFORACION: 37.92 m. N° PILOTE S/P: 21.
 LONG. DE PERF.: 36.50 m. FECHA: 4 DE ABRIL DE 1990.

PERFORACION TUBERIA			
TRAMO	PROF.	LARGO	TIEMPO
1		1.92	
2		2.92	
3		3.92	2"
4		4.92	10"
5	1.00	5.92	48"
6	2.00	6.92	20"
7	3.00	7.92	8"
8	4.00	8.92	16"
9	5.00	9.92	9"
10	6.00	10.92	54"
11	7.00	11.92	19"
12	8.00	12.92	47"
13	9.00	13.92	46"
14	10.00	14.92	30"
15	11.00	15.92	12"
16	12.00	16.92	27"
17	13.00	17.92	29"
18	14.00	18.92	20"
19	15.00	19.92	19"
20	16.00	20.92	20"
21	17.00	21.92	30"
22	18.00	22.92	17"
23	19.00	23.92	7"
24	20.00	24.92	25"
25	21.00	25.92	35"
26	22.00	26.92	40"
27	23.00	27.92	45"
28	24.00	28.92	10"
29	25.00	29.92	37"
30	26.00	30.92	32"
31	27.00	31.92	27"
32	28.00	32.92	18"
33	29.00	33.92	1° 05"
34	30.00	34.92	1° 05"
35	31.00	35.92	1° 28"
36	32.00	36.92	1° 40"
37	33.00	37.92	2° 20"
BROCA			0.92

TIEMPO	
INICIAL	FINAL
14:28	14:30
14:33	14:42
15:30	16:26
16:45	17:05
18:56	19:04
20:27	20:43
21:39	21:48
22:10	23:04
23:35	23:54
0:08	0:55
2:14	3:10
3:18	4:46
5:06	6:28
6:50	7:17
7:26	7:55
8:02	8:22
8:40	8:59
9:25	9:45
9:50	10:20
10:35	10:52
11:33	11:40
11:45	12:10
12:50	13:25
13:35	14:15
14:45	15:20
16:28	16:38
16:43	17:19
17:22	18:10
18:15	18:42
18:46	19:04
19:20	20:25
20:40	21:45
22:00	23:28
23:50	1:30
1:55	4:15

REPORT E DE HINCADO

SECCION: 45 x 45 cm PILOTE N°: 21.

LONGITUD HINCADA: 36.50m N° PILOTE S/P: 21

FECHA: 6 DE ABRIL DE 1990.

HINCADO.			PROF. DE PUNTA.	CARGA MAXIMA	T I E M P O	
TRAM.	CARGA EN Ton.				INICIAL	FINAL
	INICIAL	FINAL				
1			0.50			
2			1.10			
3			1.70			
4			2.30			
5			2.90		11:25	11:35
6			3.50			
7			4.10			
8			4.70		14:00	14:07
9			5.30			
10			5.90			
11			6.50		15:20	15:24
12			7.10			
13			7.70			
14			8.30		16:25	16:27
15			8.90			
16			9.50			
17			10.10		19:40	18:44
18			10.70			
19			11.30			
20			11.90		20:00	20:05
21			12.50			
22			13.10			
23			13.70		21:16	21:20
24			14.30			
25			14.90			
26			15.50		23:10	23:17
27			16.10			
28			16.70			
29			17.30		0:18	0:22
30			17.90			

REPORTE DE HINCADO

SECCION: 45 x 45 cm. PILOTE N°: 21.

LONGITUD HINCADA: 36.50m. N° PILOTE S/P: 21

FECHA: 6 DE ABRIL DE 1990.

HINCADO			PROF. DE PUNTA.	CARGA MAXIMA	T I E M P O	
TRAM	CARGA EN Ton.				INICIAL	FINAL
	INICIAL	FINAL				
31			18.50			
32			19.10			
33			19.70		1:12	1:20
34			20.30			
35			20.90			
36			21.50		2:17	2:20
37			22.10			
38			22.70		2:52	2:57
39			23.30			
40			23.90			
41			24.50		4:07	4:15
42			25.10			
43			25.70			
44			26.30		5:02	5:08
45			26.90			
46			27.50			
47			28.10		5:56	6:03
48			28.70			
49			29.30			
50			29.90		6:42	6:50
51		P.G.	30.50	P.G.		
52	P.G.	P.G.	31.10	P.G.		
53	10.40	5.00	31.70	10.40	7:41	8:52
54	100.00	95.20	32.30	100.00	10:05	10:20
55	102.00	42.00	32.90	102.00	10:30	10:49
56	101.00	65.00	33.50	101.00	11.03	11.20
57	150.00	144.00	34.10	150.00	11:41	11:50
58	165.00	161.00	34.70	165.00	12:35	12:45
59	163.00	161.00	35.30	163.00	13:41	13:50

CENTRAL TELEFONICA ROMA TORRE

6-ABRIL-'90

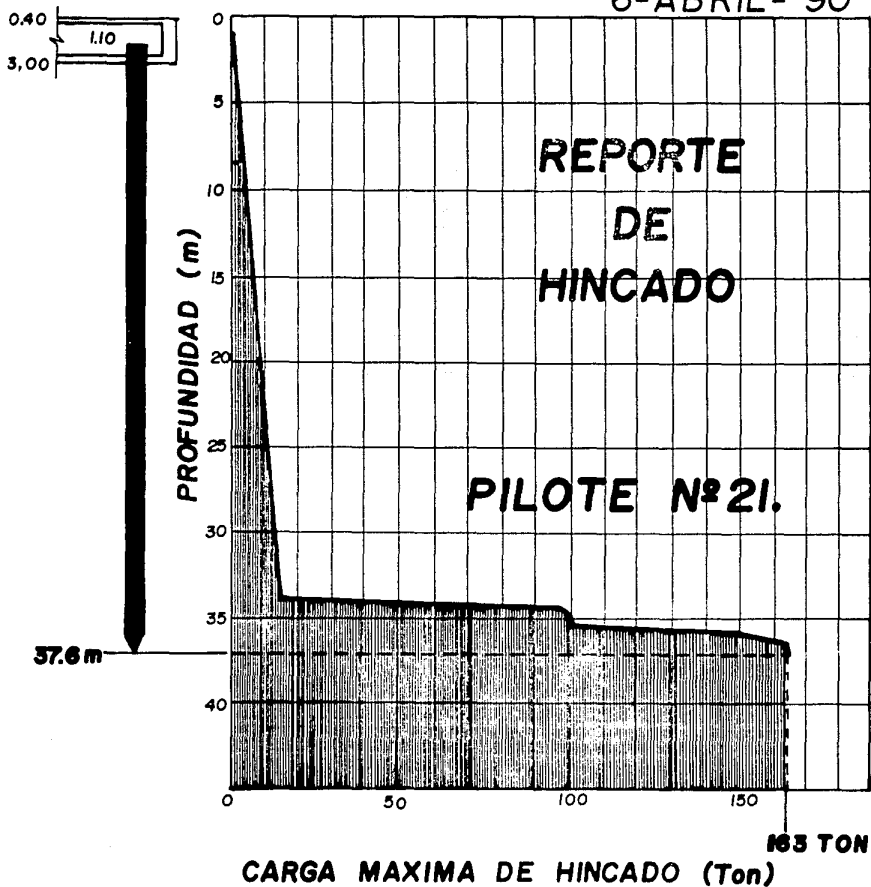


FIG. 70

REPORTE DE SOLDADURA.

SECCION: 45 x 45 cm.

PILOTE Nº: 21

LONGITUD: 36.50 m.

FECHA: 6 DE ABRIL DE 1990.

SOLDADURA EN PILOTES

TRAMO	TIEMPO		
	INICIAL	FINAL	Minutos
16	16:47	16:57	10"
15	16:37	16:46	9"
14	16:06	16:15	9"
13	15:57	16:04	7"
12	15:46	15:56	10"
11	15:00	15:10	10"
10	14:50	14:59	9"
9	14:38	14:49	11"
8	12:47	13:00	13"
7	12:20	12:42	22"
6	11:45	12:08	23"
5	10:54	11:15	19"
4	10:39	10:52	13"
3	10:05	10:38	23"
2	9:30	9:50	20"
1			

TRAMO	TIEMPO		
	INICIAL	FINAL	Minutos
32	0:42	0:51	9"
31	0:32	0:42	10"
30	0:23	0:32	9"
29	0:00	0:08	8"
28	23:52	23:59	7"
27	23:38	23:51	13"
26	22:23	23:00	37"
25	21:45	21:59	14"
24	21:35	21:45	10"
23	20:53	21:06	14"
22	20:31	20:53	22"
21	20:22	20:31	9"
20	19:38	19:50	12"
19	19:28	19:38	10"
18	19:19	19:38	9"
17	16:58	17:08	10"

REPORTE DE SOLDADURA

SECCION: 45 x 45 cm.

PILOTE Nº: 21

LONGITUD: 36.50 m.

FECHA: 6 DE ABRIL DE 1990.

SOLDADURA EN PILOTES

TRAMO	TIEMPO		
	INICIAL	FINAL	Minutos
47	5:34	5:46	12"
46	5:22	5:32	10"
45	5:10	5:22	12"
44	4:38	4:52	14"
43	4:27	4:37	10"
42	4:15	4:26	11"
41	3:44	3:54	10"
40	3:33	3:43	10"
39	3:20	3:32	12"
38	2:30	2:42	12"
37	2:20	2:30	10"
36	1:53	2:07	14"
35	1:45	1:50	5"
34	1:28	1:40	12"
33	0:51	1:02	11"
32	0:42	0:51	9"

TRAMO	TIEMPO		
	INICIAL	FINAL	Minutos
59	12:02	12:11	9"
58	11:53	12:01	9"
57	11:43	11:53	10"
56	10:19	10:43	24"
55	9:24	9:34	10"
54	9:10	9:23	13"
53	7:19	7:37	12"
52	7:07	7:18	11"
51	6:58	7:07	9"
50	6:20	6:32	12"
49	6:11	6:20	8"
48	6:03	6:11	8"

IV.8.- VIGUETAS METALICAS DE REACCION.

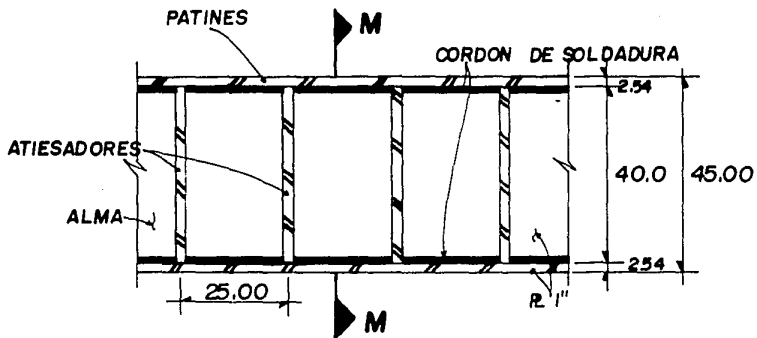
Del pilote # 10 al # 33 se realizó la colocacion de viguetas de reacción sobre las cuales los pilotes distribuyen sus cargas. Apoyadas sobre la losa de fondo del cajon de cimentacion y a lo largo de los ejes números, las viguetas V-2 se encuentran empotradas tanto en las trabes principales (de los ejes A y C), y en las contratraves secundarias (A1, A2, B1 y B2). Colocadas ortogonalmente a las viguetas V-2 y sobre ellas, las viguetas V-1 ofrecen apoyo a los pilotes de punta. Esto es, se encuentran colocadas paralelamente a los ejes letras, y empotradas solamente sobre las trabes principales (en los ejes 2,3 y 4).

La seccion original de proyecto de las viguetas V-1 y V-2 estaba constituida por una seccion I formada por tres placas de acero de 1", en los patines de 30 cm. de ancho y el alma de 40 cm. de peralte; unidas mediante soldadura de filete, con atiesadores de 1/2".
(Fig. 71)

Debido a las excentricidades propias del hincado de los pilotes, por lo que es imposible que se encuentren perfectamente alineados sobre un eje, se hizo necesario absorber la torsión provocada en las vigas V-1 por dicha excentricidad, mediante el cambio de sección I a una sección tipo doble cajón. (Fig. 72)

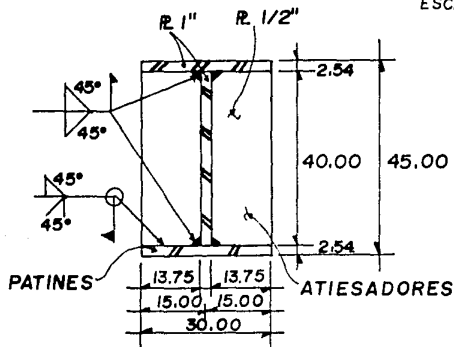
VIGUETAS DE REACCION

V-2



FABRICACION EN CAMPO DE
VIGUETAS V-2

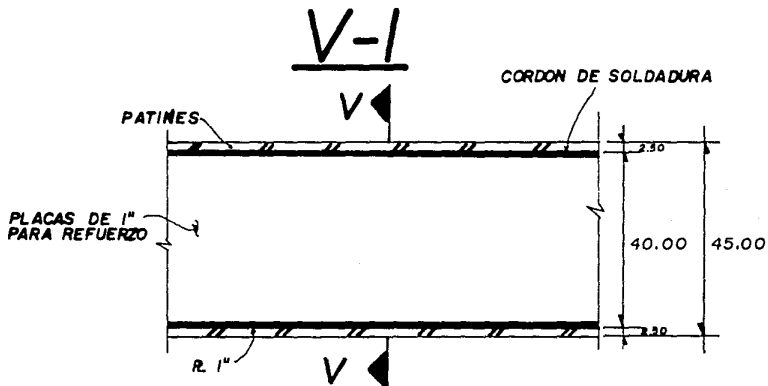
ACOTACIONES EN cm.
ESCALA 1:10



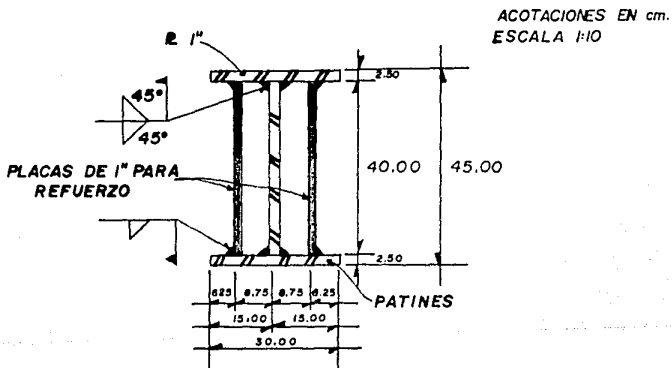
CORTE M-M

FIG 71

VIGUETAS DE REACCION



**FABRICACION EN CAMPO DE SECCIONES DOBLE
CAJON DE VIGUETAS V-1**



CORTE V-V

FIG 72

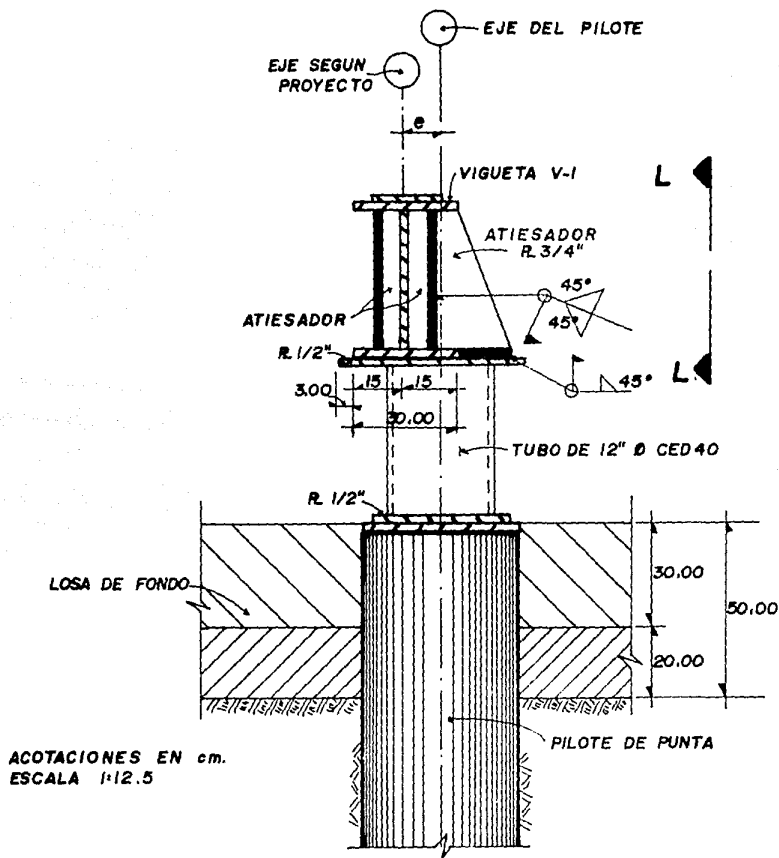
La fabricación de las viguetas se realizó afuera de la obra y posteriormente fueron cortadas para intruducirlas a los cajones. Una vez dentro se volvieron a unir mediante soldadura a tope en seccion tipo escalera.

Adicionalmente a esto, las viguetas se encuentran reforzadas en sus puntos de cruce mediante cartabones que les dan una mayor rigidez.

La union de pilotes con las viguetas V-1, se encuentra conformada mediante un tubo de 12" de diametro de 1" ced. 40 y 45 cm. de largo. Estos tubos se encuentran soldados a la cabeza del pilote y al patin inferior de la vigueta, de esta manera el trabajo efectuado entre las viguetas V-1 y V-2 es a tension, por lo que la soldadura entre las mismas debe ser de excelente calidad.

La colocación de los tubos entre las cabezas de los pilotes y las viguetas V-1, tiene como finalidad ofrecer la posibilidad, en caso de ser necesario, de transformar los pilotes de punta a pilotes de control. Todo ello se debe a la posibilidad de falla de uno o mas de los pilotes de punta debido a que el estrato en que los mismos se apoyan no es un estrato rocoso que ofrezca seguridad absoluta; en este caso se podrá realizar la nivelación de la estructura. (Fig. 73 y 74)

VIGUETAS V-1



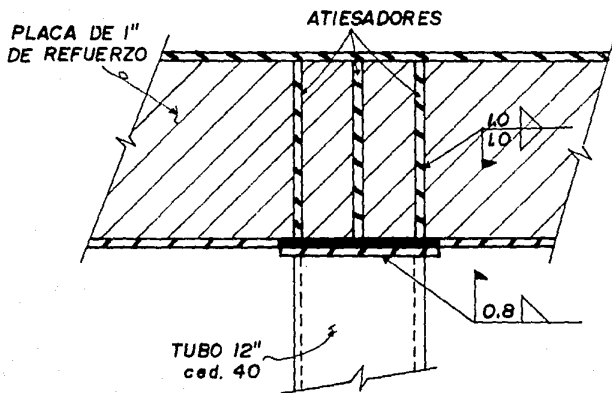
CONEXION TIPO PILOTE-
VIGUETAS V-1

CENTRAL TELEFONICA
ROMA TORRE

FIG 73

VIGUETAS DE REACCION

V-1



VISTA L-L

CENTRAL TELEFONICA
ROMA TORRE

FIG 74

La colocación de las viguetas V-2 empotradas en la parte inferior de las contratraves secundarias obedece a la necesidad de dotar a la retícula formada por las mismas, un momento de inercia mayor que permita una mayor resistencia al efecto de cortante y momento flexionante en las viguetas. (Fig. 75)

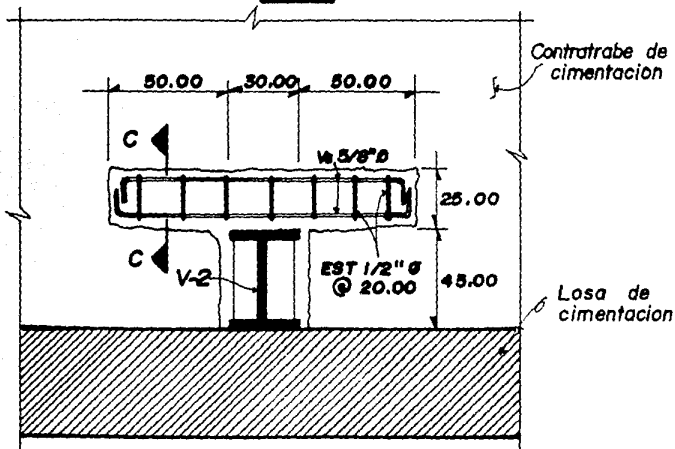
Además, al colar una nueva sección sobre las contratraves secundarias para lograr un mayor momento de inercia, la adherencia entre los concretos (viejo de la sección existente y nuevo de la sección de aumento), de ninguna manera se asemejará al de una sección monolítica, por lo que se presentan problemas de cortante horizontal entre ambas secciones en caso de colocar las viguetas V-2 en la parte superior de las mismas.

El empotramiento de las viguetas V-1 y V-2 a las trabes se efectuó mediante la perforación de ventanas en la sección de las contratraves permitiendo así el paso de un lado a otro de las viguetas.

Una vez colocadas las viguetas, se procedió al recolado de las ventanas en las contratraves para dar un empotramiento adecuado a las mismas. Dicho recolado se lleva a cabo mediante la adición de aditivo estabilizador de volumen que no contenga fierro en el nuevo concreto.

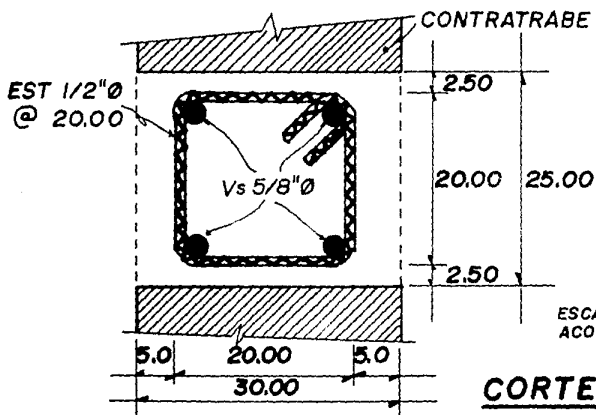
REFUERZO ADICIONAL EN HUECOS PARA COLOCACION DE VIGAS

V-2



ELEVACION

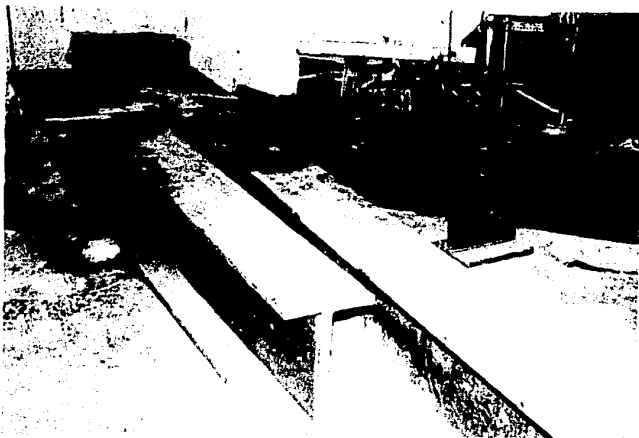
ESCALA 1:20
ACOTACIONES EN cm.



ESCALA 1:5
ACOTACIONES EN cm.



Fabricación de viguetas de reacción
V-1 y V-2.



Seccionamiento de Viguetas de Reacción
para ser introducidas en los cajones
de cimentación.



Ventanas para colocación de Viguetas.

Los trabajos de colocación de las viguetas se realizaron posteriormente al enrase de las contratraves secundarias a la losa de cimentación y al hincado de los pilotes.

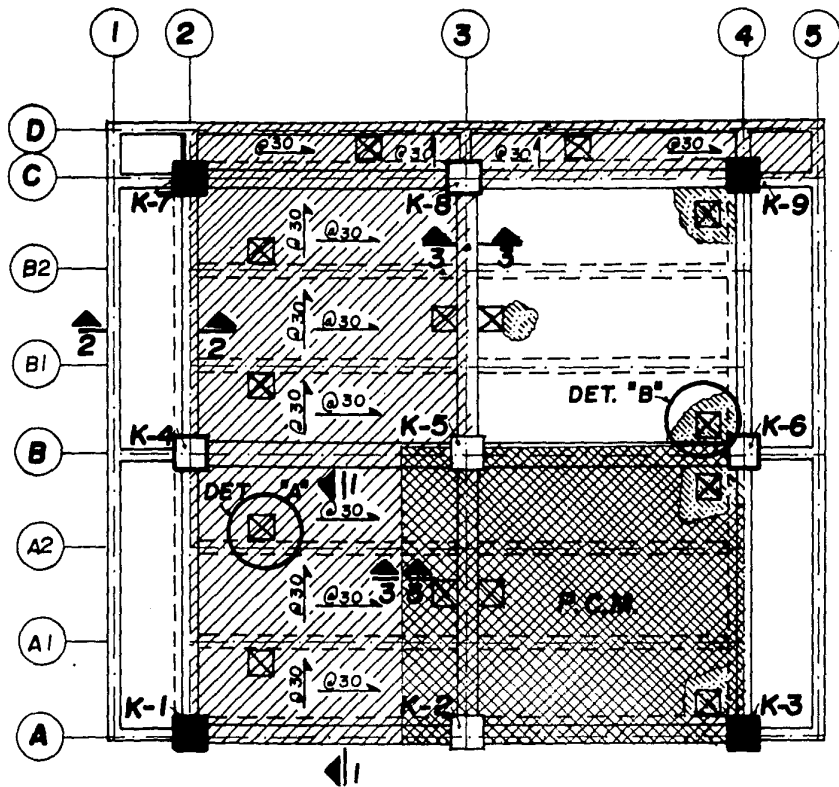
El mantenimiento de las viguetas es importante, pues las condiciones de humedad en el suelo provocan en el acero una corrosión acelerada; por ello se deberán pintar con esmalte anticorrosivo por lo menos una vez al año.


IV.9.- LOSA TAPA DE CIMENTACION.-


Al finalizar los trabajos de recimentación dentro del cajón, se procedió a la reparación de la losa tapa. Todo ello debido a dos factores: el primero, los accesos hechos para el paso de hombres, máquinas y materiales y, segundo, las grietas en la misma debidas a los sismos de 1985.


La losa tapa original, tenía un espesor de 10cm mas un firme de concreto armado con malla ciclónica de 10cm. Las reparaciones en la losa se realizaron con base a dos criterios, reparación parcial y total. (Fig. 76)

TRABAJOS EN LOSA TAPA DE CIMENTACION



 ZONA DE LOSA
POR SUSTITUIR

 ZONA DE LOSA CON
REPARACIONES
LOCALES

 ZONA DE
CONMUTADORES


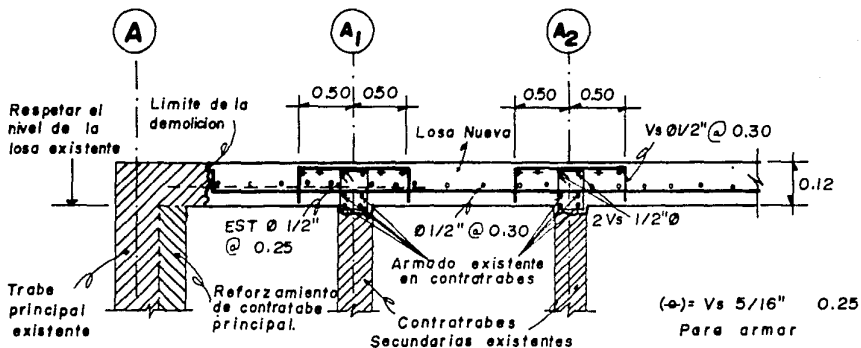
 ZONA DE LOSA
TAPA SIN CAMBIOS

FIG 76

La reparación total de la losa se llevó a cabo entre los ejes 2-3 y A-D, y entre 3-4 y C-D. En esta zona la losa tiene un peralte total de 12cm con un armado emparrillado en el lecho inferior de la misma formado por Vs #4 a cada 30cm en abos sentidos y con grapas # 4 a cada 25cm sobre toda la longitud de las contratrabes y EST #4 a cada 25cm. (Fig 77)

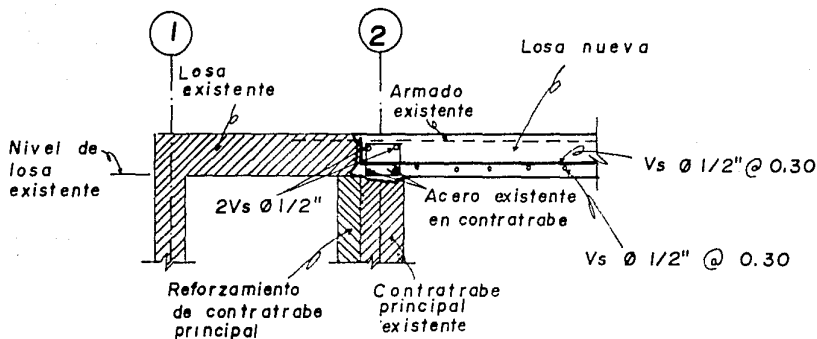
La reparación parcial de la losa se realizó en la zona comprendida entre los ejes 3-4 y B-C; aquí se repararon los accesos y se crearon registros de entrada a las celdas. (Figs. 78 y 79)

TRABAJOS EN LOSA TAPA DE CIMENTACION



CORTE I-I

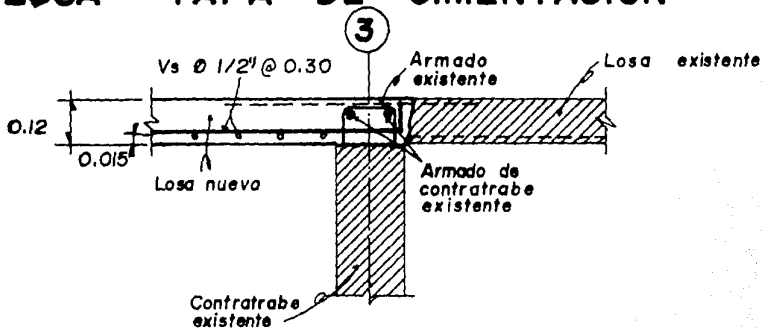
ACOTACIONES EN m



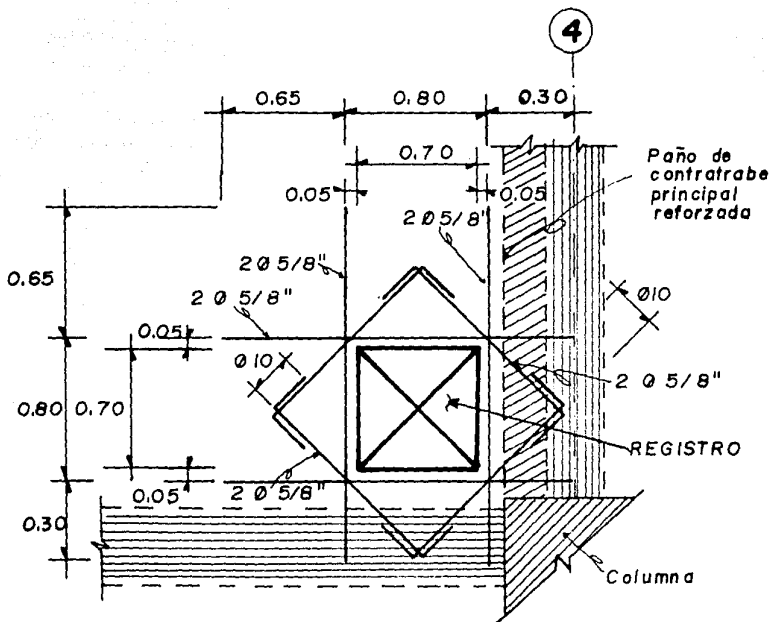
CORTE 2-2

FIG 77

TRABAJOS EN LOSA TAPA DE CIMENTACION



CORTE 3-3

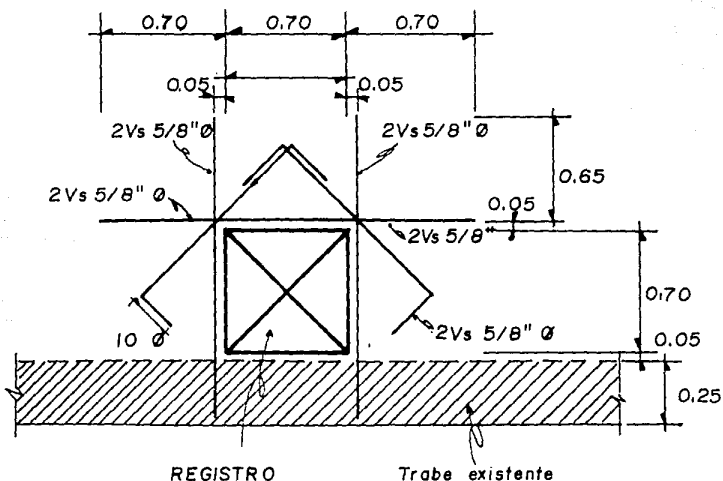


DETALLE B

FIG. 78

TRABAJOS EN LOSA TAPA DE CIMENTACION

REFUERZO TIPO EN REGISTRO



DETALLE A

ACOTACIONES EN m

CENTRAL TELEFONICA
ROMA TORRE



Trabajos en Losa Tapa de Cimentación.

C O N C L U S I O N E S

V.- CONCLUSIONES.

Los daños provocados a las estructuras en el Valle de México por los sismos de Septiembre de 1985, propiciaron la revisión y la elaboración de dictámenes de seguridad de miles de estructuras. De dichos dictámenes emana la necesidad de reforzar o de demoler estructuras que ponían en peligro la seguridad de sus usuarios.

El desarrollo de las técnicas utilizadas en la construcción, así como su aplicación en procedimientos constructivos de reestructuración y sus normas en el control de calidad de los materiales y los trabajos, ha avanzado notablemente en la búsqueda de soluciones eficientes y seguras; todo ello se ve reflejado tanto en las soluciones estructurales desarrolladas, como en los procedimientos constructivos ejecutados en la recimentación de la Central Telefónica Roma Torre.

La dificultad en las maniobras y trabajos de recimentación de la Central Telefónica, debida a la imposibilidad de desalojo de equipo de telecomunicaciones concentrado en el inmueble, dió como resultado la implementación de equipo y secuencias de trabajo dentro de la cimentación que permitieran su recimentación sin afectar el funcionamiento cotidiano de la Central.

En obras de esta magnitud en las cuales se debe controlar la calidad de los trabajos y materiales en forma muy especial, es importante una buena coordinación y supervisión del proyecto, ya que al manejarse un número de actividades tan elevado cualquier error acarrearía pérdidas de tiempo y dinero.

Las condiciones del subsuelo en la zona de localización de la Central Telefónica Roma Torre, permitieron la utilización de pilotes de punta sin afectar con ello a las edificaciones colindantes.

Las condiciones de seguridad de la Central Telefónica Roma Torre establecían la imperiosa necesidad de corregir paulatinamente sus desplomes y aumentar la rigidez de la estructura. El primer paso hacia estas condiciones de trabajo necesarias para permitir su funcionamiento se basaron en la recimentación de la misma; situación que permitiera corregir los desplomes. Para todo ello se hizo necesario apearse a las normas establecidas por el nuevo Reglamento de Construcción para el Distrito Federal, en el cual se incrementan en forma notable los factores de seguridad requeridos en las estructuras y se disminuyen las resistencias de los materiales utilizados.

Debido a la complejidad e importancia de la obra, el proyecto estructural de recimentación era primordial. Como era de esperarse en una obra de reestructuración, aparecieron numerosos imprevistos durante los trabajos, motivo por el cual, fué difícil elaborar un programa de obra físico y económico definitivos, ya que constantemente surgieron cambios tanto en la secuencia de las actividades a desarrollar como en las especificaciones de las mismas.

Sin embargo no todo está dicho en este campo de la Ingeniería Civil, es necesario continuar las investigaciones que nos lleven a encontrar soluciones mejores para resolver los problemas constructivos que se presentan a lo largo de la ejecución de una obra de reestructuración, obteniendose de esta foma una mayor economía y eficiencia en la realización de las mismas.

BIBLIOGRAFIA

LIBROS

- Bazán, Meli.- MANUAL DE DISEÑO SISMICO DE EDIFICIOS
México, Ed. LIMUSA. 1989.
- Bresler Boris.- CONCRETO REFORZADO EN INGENIERIA
México, Ed. LIMUSA. 1981.
- Bresler, Lin, Scalzi.- DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO
México, Ed. LIMUSA. 1983.
- González, Robles.- ASPECTOS FUNDAMENTALES DE CONCRETO
REFORZADO. México, Ed. LIMUSA 1986
- Juárez, Rico.- MECANICA DE SUELOS. TOMO I y II.
México, Ed. LIMUSA. 1986.
- Mayor Gerardo.- MATERIALES DE CONSTRUCCION
Madrid, España. Ed. McGraw
Hill. 1977.
- Meli Roberto.- DISEÑO ESTRUCTURAL
México, Ed. LIMUSA
1987.
- Peck, Hanson.- INGENIERIA DE CIMENTACIONES
México, Ed. LIMUSA. 1988

Peurifoy.-

MÉTODOS, PLANEAMIENTO Y EQUIPOS DE
CONSTRUCCION. México, Ed. DIANA,
1982.

APUNTES DE MATERIAS.-

CONSTRUCCION II.- Semestre 86-II. Facultad de Ingeniería,
UNAM. Ing. Luis Zárate Rocha.

EDIFICACION.- Semestre 90-II. Facultad de Ingeniería, UNAM.
Ing. Luis Armando Díaz Infante.

PUBLICACIONES OFICIALES.-

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL.
México, Ed. Porrúa. 1987.

BOLETINES DE OBRA.-

COLINAS DE BUEN S.A. DE C.V. Ingenieros Civiles
(Proyectista)

TECNICA GEOMECANICA DE LA CONSTRUCCION S. A.
(Estudios de Mecánica de Suelos)

DE SEVILLA-PIERCE Y ASOCIADOS, S. C.
(Asesoría y Control de Obras)

BITACORA DE OBRA.-

FAGAS Ingenieros Asociados S. A. de C. V.
(Constructora)