

UNAM

Facultad de Estudios Superiores Acatlán

Construcción de un muro de contención y tres torres del desarrollo habitacional residencial La Jolla

Tesis Licenciatura Ingeniero Civil

PRESENTA: José Luis Cabrera Albarrán

Asesor: Hermenegildo Arcos Serrano





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

## AGRADECIMIENTOS.

AGRADEZCO: A DIOS POR LA VIDA.

A MIS PADRES Y HERMANOS POR SU APOYO MORAL.

A MI ESPOSA MARICRUZ PINÓN. Y A MIS HIJOS,  
LUIS ENRIQUE, MARISOL (q.e.p.d)  
ILEANA MARISELA, Y FERNANDO ALONSO.  
POR SU COMPRENSIÓN Y TOLERANCIA.

A LA FES ACATLÁN (UNAM) POR PREPARARME EN  
ESTA PROFESIÓN LA INGENIERÍA CIVIL.

A EL ARQ. RAFAEL DANA H. Y A EL ING. DAVID  
MUSTRI P. POR CONFIAR EN MI PARA CONSTRUIR  
EL CONJUNTO RESIDENCIAL LA JOLLA.

A MI ASESOR EL ING. HERMENEGILDO ARCOS S. POR  
SUS CONSEJOS PARA REALIZAR ESTE TRABAJO.

AL ING. PABLO MIGUEL PAVIA O. POR SUS  
COMENTARIOS PARA MEJORAR ESTE TRABAJO.

A MI HIJO LUIS ENRIQUE CABRERA P. EL QUE  
PERSEVERA ALCANZA.

## INTRODUCCIÓN.

**Introducción :** Es la presentación de un trabajo de experiencia profesional, la de dar una idea general pero significativa en la construcción de un conjunto habitacional de importancia, por sus características, el mismo que puede servir para orientar a todos aquellos compañeros egresados para enfrentar como profesionistas en un momento dado el tomar la responsabilidad de llevar la dirección de una obra, además de presentar alternativas en la toma de decisiones para hacer frente a cualquier problema que se presente.

Se pretende dar un enfoque sencillo y muy desarrollado, basado en la experiencia propia como profesionista y depender de la experiencia y criterios de cada compañero egresado, utilizando los conocimientos adquiridos en su formación como ingeniero.

Para cumplir con el objetivo anterior se ha dividido este trabajo en siete capítulos, que comprende cada uno de los siguientes:

El primer capítulo: Se presenta la ubicación y localización de la obra, la descripción del proyecto arquitectónico de toda la obra, incluyendo la descripción de un departamento tipo.

En el segundo capítulo; La planeación y organización para la construcción del muro de contención y la edificación de tres torres dentro de la obra.

El tercer capítulo; El estudio de mecánica de suelos como alternativa para decidir la construcción del muro de contención, presentando las características del sitio y exploración, las diferentes alternativas consideradas, y como resultado las ventajas del muro de suelo-cemento utilizando los materiales del lugar.

El cuarto capítulo; Se presenta el análisis y diseño del muro de contención de suelo-cemento, donde se analiza la estabilidad del muro, su diseño y geometría, y el procedimiento de su construcción.

El quinto capítulo; Comentaremos la construcción del muro de suelo-cemento, el objetivo de su construcción, las obras preliminares y generalidades para dar inicio a su

construcción, y propiamente la construcción del muro de suelo-cemento, las juntas de dilatación como medida de precaución.

En el sexto capítulo; Se presenta la construcción de las tres torres de departamentos, este capítulo se divide en dos. La cimentación, donde hago mención de los elementos estructurales siguientes, pilas, zapatas, trabes de liga (contra-trabes) y la losa de cimentación en las cisternas. La estructura, indicamos los procedimientos para la construcción de los elementos estructurales siguientes, las columnas, los muros estructurales, los muros de contención, las losas de entrepiso, el tanque elevado, y finalmente los cuarto de máquinas, la descripción de la construcción de los muros divisorios de cada departamento en forma generalizada.

En el séptimo capítulo; Presento la programación de la obra en forma general para toda la construcción de la obra y de manera particular para cada edificación (cada torre). Las Cuantificaciones y Estimaciones para el control de la obra presentando algunos formatos de gran utilidad que me sirvieron para realizar los números generadores de toda la obra.

Las conclusiones finales de este trabajo.

En el anexo se presenta la memoria fotográfica de cinco años que duró la obra.

Las fuentes bibliográficas.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.  
NOMBRE: CABRERA ALBARRAN  
JOSE WIS  
FECHA: 02 - AGOSTO - 2005  
FIRMA: \_\_\_\_\_

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

<b>TÍTULO.</b>	Pág. 1
<b>INTRODUCCIÓN.</b>	2
<b>ÍNDICE.</b>	4
<b>PRÓLOGO.</b>	6
PANORAMICA DEL DESARROLLO HABITACIONAL RESIDENCIAL LA JOLLA.	8
PLANTA DE CONJUNTO DE LA JOLLA.	10
<b>1. - LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO.</b>	<b>12</b>
1.1. – Descripción del proyecto arquitectónico del desarrollo habitacional Residencial la Jolla.	13
1.2. – Descripción del proyecto arquitectónico de un departamento tipo.	14
<b>2. – PLANEACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA CONSTRUCCION DEL MURO DE CONTENCIÓN Y LAS TRES TORRES DENTRO DE LA OBRA.</b>	<b>18</b>
2.1. – Planeación de la obra.	21
2.2. - Organización de la obra.	22
<b>3. – ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS COMO ALTERNATIVA PARA DECIDIR LA CONSTRUCCIÓN DEL MURO DE CONTENCIÓN.</b>	<b>24</b>
3.1. – Características del sitio de exploración.	25
3.2. – Alternativas consideradas.	28
3.3. - Ventajas del muro de suelo-cemento.	28
3.4. - Utilización de materiales locales.	29
<b>4. -ANÁLISIS Y DISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN DE SUELO-CEMENTO.</b>	<b>30</b>
4.1. - Análisis de estabilidad del muro.	30
4.2. - Diseño y geometría del muro.	31
4.3. - Procedimientos de construcción. (Normas Generales)	32
<b>5. - CONSTRUCCIÓN DEL MURO DE SUELO-CEMENTO.</b>	<b>34</b>
5.1. - Objetivo de su construcción.	34
5.2. - Obras preliminares y Generalidades.	34
5.3. - Construcción del muro de suelo-cemento.	37
5.4. - Juntas de dilatación.	40

<b>6. - CONSTRUCCIÓN DE LAS TRES TORRES DE DEPARTAMENTOS.</b>	48
<b>6.1. – CIMENTACIÓN.</b>	48
6.1.1. - Pilas.	48
6.1.2. - Zapatas.	50
6.1.3. - Trabes de liga.	51
6.1.4. - Contra-trabes y losa de cimentación en cisternas.	53
<b>6.2. – ESTRUCTURA.</b>	55
6.2.1. - Columnas, Muros estructurales, y Muros de contención.	55
6.2.2. - Losas de entrepiso.	60
6.2.3. - Tanque elevado y cuarto de máquinas.	65
6.2.4. – Muros divisorios de cada departamento. (albañilería)	66
<b>7. - PROGRAMACIÓN DE LA OBRA.</b>	68
7.1. - Programa general de la obra y programa por cada torre.	68
7.2. - Cuantificaciones y Estimaciones.	69
<b>CONCLUSIONES.</b>	78
<b>ANEXOS.</b>	79
<b>FUENTES BIBLIOGRÁFICAS.</b>	94

## PRÓLOGO.

### **¿Porqué el Conjunto Residencial la Jolla?**

Por que es un conjunto que fue pensado y planificado con las más estrictas normas de calidad y seguridad, desde que se proyectó arquitectónicamente, llevando a cabo las necesidades más exigentes. El proyecto estructural se calculó con las normas actuales del reglamento del Distrito Federal. El proyecto y la construcción del primer muro de contención de suelo-cemento en su tipo, utilizando los materiales propios del lugar, este muro de contención da pie a la vialidad interna del conjunto como trabajo preliminar para acceder al conjunto de tres torres con departamentos habitacionales.

El proyecto arquitectónico se inserta en el entorno con un modernismo que a simple vista lejos de ser nociva al paisaje encaja perfectamente para dar pie a obras que por sus características son realizadas por ingenieros de distintas especialidades.

Este proyecto desde su desarrollo, se planeó realizándose con los elementos arquitectónicos más completos para dar comodidad a sus habitantes considerando un desarrollo armonioso en sus áreas comunes, que consta de unidades que evitan la contaminación y otras de esparcimiento como son: La construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales, la construcción de las canchas de tenis montada sobre armaduras y concreto, un frontón, un salón de fiestas, dos albercas una de ellas cubierta y otra al aire libre, una palapa, y un lago artificial con una cascada también artificial, la instalación de jardineras incrustadas en el muro de suelo cemento y la primer vialidad en México hecha sobre un muro de contención de suelo-cemento que nos permiten los accesos hacia los tres edificios. Y por supuesto la construcción de las tres torres llamadas Esmeralda, Zafiro y Diamante, y para concluir la construcción de cuatro subestaciones donde se almacenan los transformadores que alimenta de energía eléctrica a los edificios y sus instalaciones.

En la vialidad de acceso se construyeron guarniciones y banquetas, el arroyo con carpeta asfáltica, en el talud que da hacia la calle el corte se reforzó con un sistema de anclas por inyección para sujetar dicho corte, se reforzó con malla electro-soldada y un repellado que permite protegerlo contra el intemperismo, en las áreas verdes se plantaron árboles y plantas naturales así como la colocación de pasto alfombra, que permitió restituir todos los árboles que en un principio se derribaron para la construcción del conjunto.

El acceso hacia la casa club en una sola edificación se encuentra el salón de fiestas, así como también la cocina con todas las instalaciones necesarias para realizar eventos con toda comodidad, en un nivel más abajo se encuentra la alberca cubierta y servicios de gimnasio, aeróbic, el salón de juegos así como también el cuarto de máquinas donde se encuentra la caldera para abastecer de agua caliente y el equipo de filtrado del agua que se utiliza en la alberca.

Es necesario comentar que uno como ing. residente de la obra tiene el firme compromiso de llevar a buen término la obra.

PANORAMICA DEL DESARROLLO

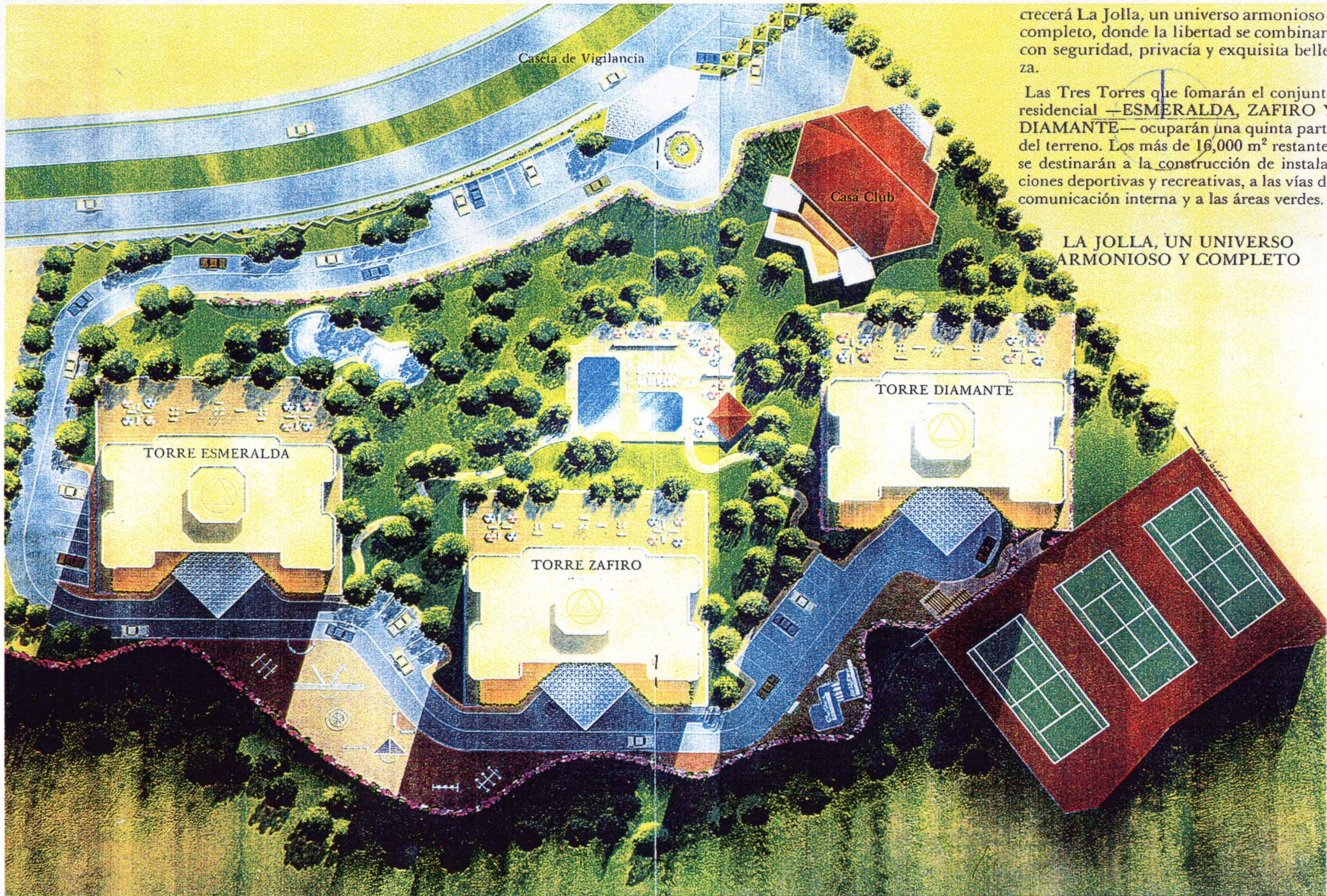
HABITACIONAL RESIDENCIAL LA

J O L L A



PLANTA DE CONJUNTO

DE LA JOLLA

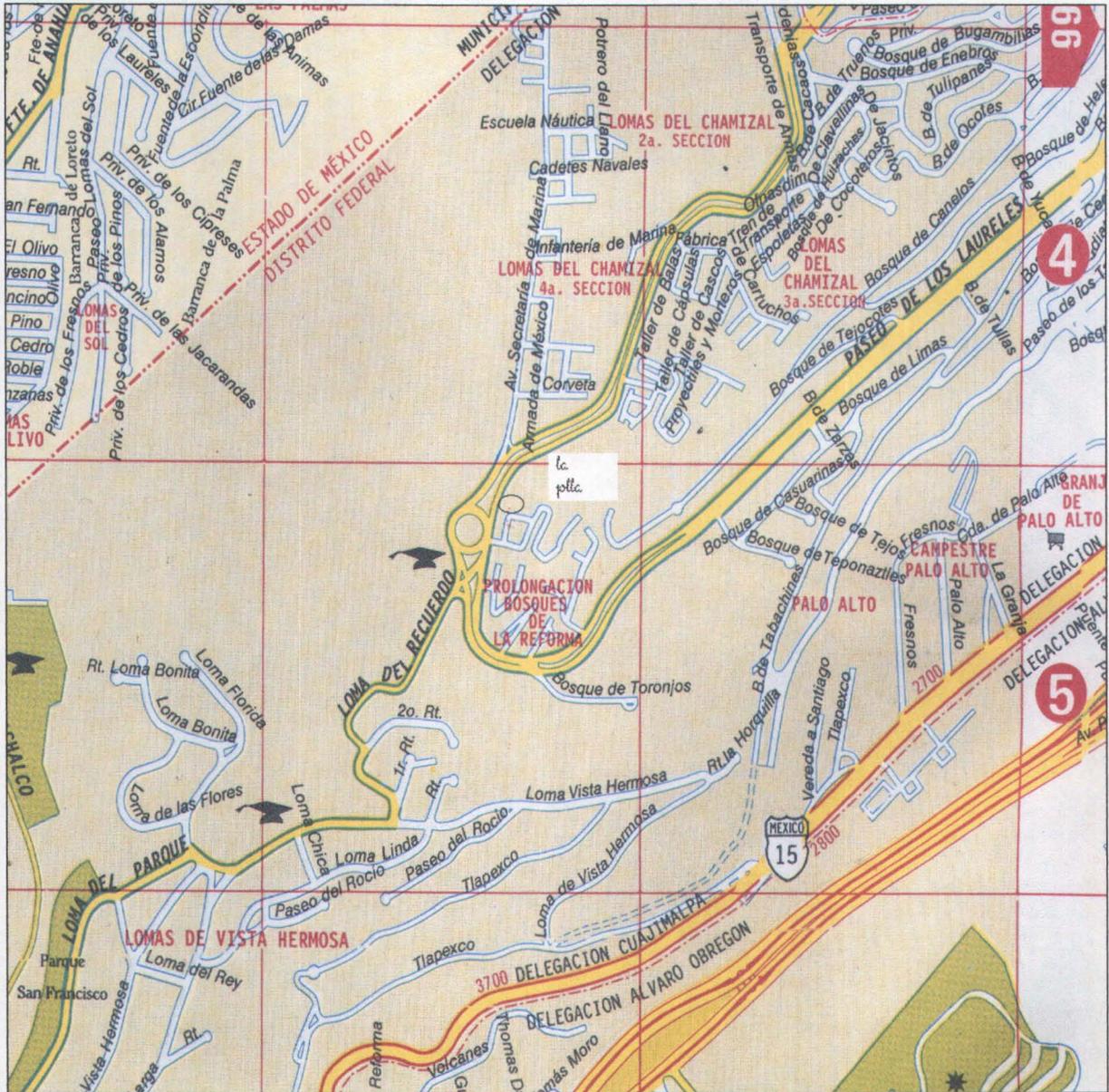


crecerá La Jolla, un universo armonioso completo, donde la libertad se combinar con seguridad, privacidad y exquisita belleza.

Las Tres Torres que fomarán el conjunto residencial —ESMERALDA, ZAFIRO Y DIAMANTE— ocuparán una quinta parte del terreno. Los más de 16,000 m<sup>2</sup> restante se destinarán a la construcción de instalaciones deportivas y recreativas, a las vías de comunicación interna y a las áreas verdes.

LA JOLLA, UN UNIVERSO ARMONIOSO Y COMPLETO

**FIG. 1.1. LOCALIZACIÓN DEL PREDIO EN EL GUIA ROJI.**



**CAPITULO 1. – LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ARQUITECTÓNICO.**

La localización de la obra se ubica en La Av. Prolongación Bosque de Reforma # 1592 en la colonia Bosque de Reforma. Del. Cuajimalpa en México D.F. Ver la Fig. 1.1.  
 Por su ubicación: La obra se localiza en la zona de lomeríos de la delegación Cuajimalpa. Hacia el norte con la Av. Prolongación Bosques de Reforma.  
 Hacia el sur con la zona federal donde se ubica una cañada.  
 Hacia el poniente con un terreno baldío  
 Hacia el oriente con un conjunto horizontal con el # 1416.  
 Este predio por su dimensión corresponde a una serie de tres predios que se adquirieron por la constructora y para los propósitos del conjunto se fusionaron para dar pie al Conjunto Residencial la Jolla.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

## **1.1. – Descripción del proyecto arquitectónico del desarrollo habitacional Residencial la Jolla.**

El desarrollo Residencial la Jolla se encuentra localizado dentro del fraccionamiento bosques de las lomas, en la Av. Prolongación Bosques de Reforma #1592.

1.- El terreno tiene una superficie total de 21089 m<sup>2</sup>, y colinda al fondo con zona federal.

2.- El área construida, incluyendo edificios, casa club, caseta de vigilancia, albercas, etc., ocupan aproximadamente 5000 m<sup>2</sup>, por lo cual las áreas libres son más de 16000 m<sup>2</sup>.

3.- Áreas residenciales. Se componen por tres torres:

a).- Torre Esmeralda (1): 32 departamentos con la planta baja y 2 sótanos para estacionamientos.

b).- Torre Zafiro (2): 30 departamentos con la planta baja y 2 sótanos para estacionamientos.

c).- Torre Diamante (3): 32 departamentos con la planta baja y 2 sótanos para estacionamientos.

4.- En las áreas comunes se construyeron 3 canchas de tenis, una cubierta y 2 al aire libre, un frontón.

5.- El salón de fiestas, cocina y baños.

6.- Salón de juegos, 2 albercas una cubierta y otra al aire libre con una palapa.

7.- Cascada y lago artificial.

8.- Salón de aeróbic, y gimnasio.

9.- Planta de tratamiento de aguas residuales.

10.- Subestaciones, cuartos de medición, y cuartos de máquinas.

11.- Cuarto de basura, casetas de vigilancia, y la Administración.

## **1.2. – Descripción del proyecto arquitectónico de un departamento tipo.**

Cada planta es de 900 m<sup>2</sup>, con dos departamentos. Los departamentos son de 450 m<sup>2</sup>, en los que se encuentra un núcleo de 2 elevadores de servicio, un elevador tipo montacargas.

Justo donde está el área del montacargas se encuentra la escalera de servicio que da acceso a los 2 departamentos.

Por el lado de los elevadores principales se comunica a los 2 departamentos por medio de un vestíbulo común.

Cada departamento cuenta con vestíbulo de acceso con baño de visitas.

Enseguida el estudio que da a la fachada principal con una vista privilegiada.

La recámara principal, cuenta con una amplia recámara, y vestidor, el baño incluye: tina de hidromasaje, regadera, wc, y 2 lavabos, totalmente terminados con accesorios.

Las recámaras 1 y 2 son amplias, cuentan con un vestidor, regadera, wc, un mueble con lavabo, totalmente terminados con accesorios.

La estancia, comedor y desayunador muy amplios.

La cocina totalmente equipada con alacena.

El área de servicio donde se ubican los cuartos de la servidumbre, cuenta con 2 recámaras, un baño completo, zona para lavado y planchado (incluye 2 lavaderos), y el área donde se ubican 2 calentadores y un calefactor.

Cada departamento se entregó totalmente enyesado en sus muros y plafones.

La carpintería consiste en puertas de comunicación, vestidores, alacena, muebles de baño y accesorios, están totalmente barnizados y terminados.

Todas las instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas, gas, telefonía, antena maestra, intercomunicación en cada departamento.

Bodega de 4 m<sup>2</sup> ubicada en los sótanos, y 2 cajones para estacionamiento.

En las fachadas se instaló cancelaría de aluminio Duranodic con cristal en color humo de 6 mm totalmente sellado y con ventanas para la ventilación, además cuenta también con jardineras totalmente impermeabilizadas para colocar plantas naturales.

Áreas comunes totalmente terminadas con acabados en los pisos con mármol y también los muros de los frentes de los elevadores, los demás muros acabados en yeso terminados con pasta decorativa y pintura, el plafond luminoso terminado y con luz indirecta.

Los elevadores modernos marca Kone-Sabiem.

En la azotea se localizan dos tanques de gas con una capacidad de 10,000 litros cada uno y su medidor para cada departamento.

El tanque elevado para agua potable con capacidad para 15 m<sup>3</sup> por edificio.

El cuarto de máquinas de los elevadores.

En la azotea del tanque elevado y del cuarto de máquinas se localiza el helipuerto para servicio particular y en casos de emergencia, se comunica por medio de una escalera de herrería.

Cada edificio cuenta con un sistema de líneas contra incendio, un hidrante por piso para casos de emergencia y 2 extintores de 3kg cada uno tipo ABC.

Cuenta con una línea para el sistema de bombeo para llenar el tanque elevado, y en caso de emergencia abastecer el sistema contra incendio.

La planta de emergencia en caso de cortes de luz, abastece a los 2 elevadores y el montacargas, también abastece cada departamento con 500 watts, una lámpara de emergencia en el vestíbulo de los elevadores y áreas comunes de los estacionamientos.

Los Pent House tienen una área de 750 m<sup>2</sup> en dos niveles, con los mismos servicios incluida la terraza con vista a la fachada principal.

Todos los muros interiores de los departamentos son de block hueco (no forman parte de la estructura) tipo pesado y amarrados con castillos en sus extremos, con cadena de remate, todos los castillos son amarrados a la losa reticular con varillas incrustadas previamente, los castillos son del tipo ARMEX.

Los pisos de las recámaras, sala, y estudio se entregaron con un firme pulido listo para colocar alfombra.

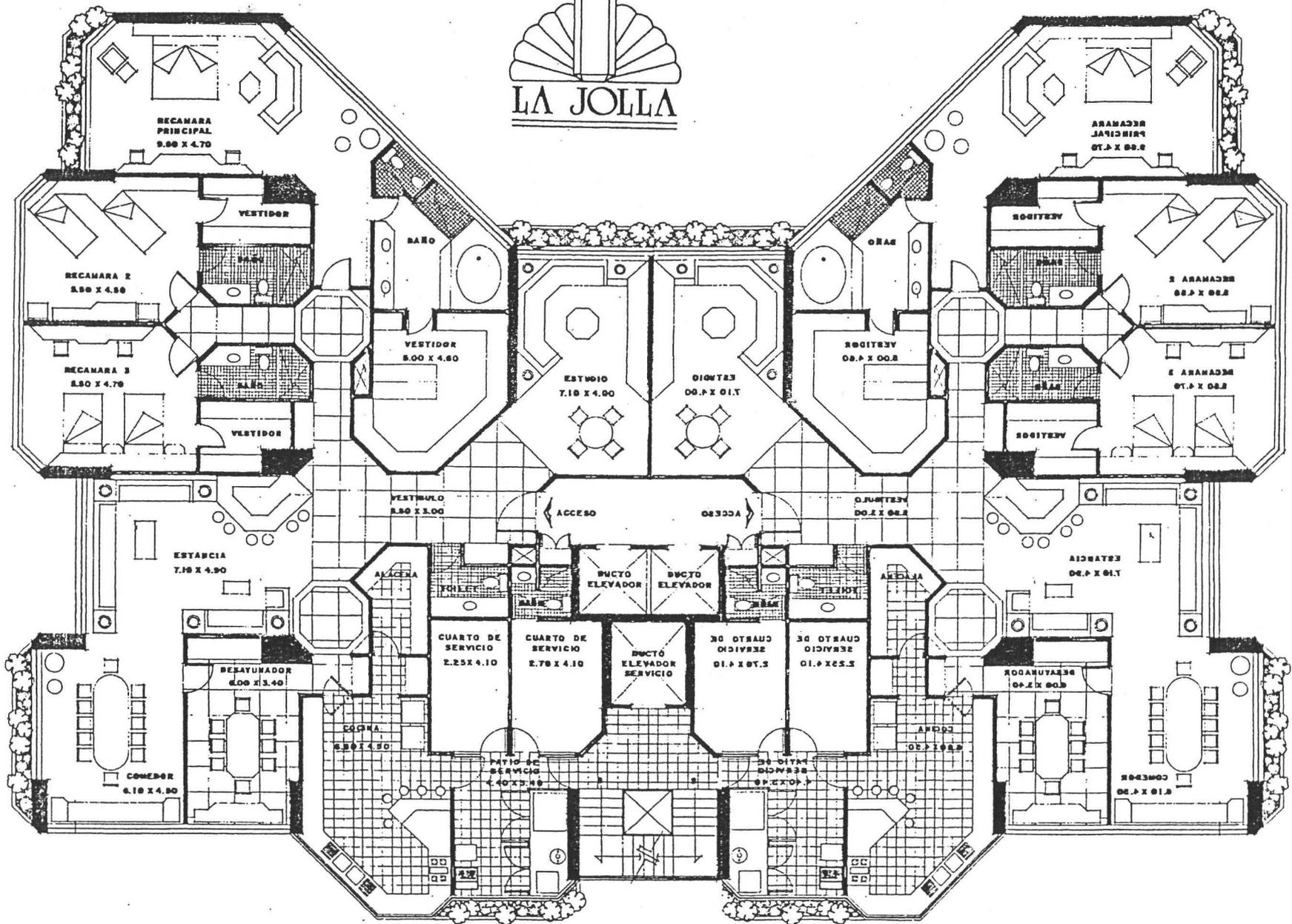
Los vestíbulos principales de PB y de cada edificio totalmente terminados, cuentan con sala de espera, mostrador para recepción de visitantes, personal de vigilancia las 24 horas del día y los 365 días del año, sistema de circuito cerrado de televisión para seguridad de los condóminos.

Caseta de vigilancia a la entrada del conjunto, cuenta con interfono, donde se puede comunicar a todos y cada uno de los departamentos el personal de vigilancia para recibir la instrucción si se permite o no el acceso del visitante al conjunto.

En la vialidad de la calle los muros que delimitan el conjunto fueron totalmente de concreto con columnas en relieve, con jardineras incrustadas al piso de la banqueta, estacionamiento para visitantes, una sala de espera para recibir o para recoger a los niños de la escuela.

En la casa club se localiza la oficina del administrador del conjunto, ahí se concentra el sistema cerrado de televisión.

Cada edificio cuenta en puntos estratégicos con dicho sistema de seguridad así como también en sus áreas comunes y en la entrada principal.



**PLANTA TIPO  
DEPARTAMENTO 01**

ESCALA: 1/60

ESCALA GRAFICA: 0.0 0.5 1.0 2.0 3.0 METROS

## CAPITULO 2. – PLANEACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DEL MURO DE CONTENCIÓN Y LAS TRES TORRES DENTRO DE LA OBRA.

Es necesario hacer un recordatorio del significado de la Planeación y Organización en una obra de construcción.

Cuando a la empresa constructora se le asigno la obra, inmediatamente tuvo dos objetivos:

- a. – Ejecutar el contrato, respetando todas sus cláusulas.
- b. – Terminar la obra con el objeto de desprender la utilidad prevista en los estudios.

Para poder alcanzar estos objetivos es necesario disponer de estos tres elementos.

- A.- PLANEACIÓN.
- B.- ORGANIZACIÓN.
- C.- TÉCNICA.

Es necesario que estos elementos sean de buena calidad, para alcanzar los objetivos anteriormente mencionados en condiciones favorables, pues en caso contrario, si alguno de ellos no lo está los resultados no serán los esperados.

**A. – PLANEACIÓN:** Si la planeación tiene errores, la posibilidad de obtener buenos resultados será mínima, aunque se cuente con una buena organización y una técnica perfecta, una mala planeación disminuirá significativamente la utilidad prevista, la buena planeación dará la posibilidad de resolver un problema inesperado que surja durante la ejecución de la obra.

En forma convencional la planeación de las obras se puede definir como la etapa en donde el constructor prevé todo lo que acontecerá en el campo. En esta etapa se definen los procedimientos de construcción a seguir, los recursos con que se contará para realizar los trabajos y los rendimientos que de ellos se esperan.

El resultado de lo planeado en términos de dinero, lo constituye el presupuesto, el programa también lo es pero en términos de tiempo. Lógicamente es imposible lograr una planeación casi perfecta, si se presentan desviaciones en los planes originales.

Una vez designada la obra a construirse la empresa constructora elabora la planeación de la misma:

- a.- Se designa al Superintendente que es el encargado de la obra.
- b.- Él Superintendente de la obra junto con el Coordinador de la obra visitan el lugar de la obra y se elaboran los croquis de localización, investigación de mercado, bancos de materiales, tiros de desperdicio, distancias de acarreo.
- c. – La cuantificación de la obra en base al proyecto, la elaboración de los números generadores para presupuestos de contratación.

d. – Contratación de la obra, integración de anexos técnicos y firma de planos del proyecto con los SOCIOS E INVERSIONISTAS.

e. – La elaboración de los programas de obra.

f. – La elaboración de los programas de recursos, mano de obra, materiales y maquinaria.

g. – Solicitud de anticipo a los SOCIOS E INVERSIONISTAS.

h. – Reunión con la Supervisión y Dirección de la obra en el lugar de la misma para definir zonas de instalación de campamentos, oficinas, almacén, baños de obra, comedor, laboratorio de campo, la ubicación adecuada para colocar la planta dosificadora de concreto, y la construcción de una cisterna para almacenar agua para el consumo de la obra.

i. - Recibido el anticipo se procede a dar inicio a la obra, se debe contar en la obra con los permisos correspondientes de la delegación, sindicato, y la alta de los trabajadores al IMSS, la contratación de los trabajadores de la obra, fleteros, y dar inicio a los trabajos preliminares de la obra, como es la oficina de obra, bodegas, campamentos, baños, y la contratación del personal técnico, administrativo y operadores.

j.- Se solicita a la supervisión la entrega del trazo de la obra.

k.- Organigrama de la obra.

l. – Se abre la Bitácora de la obra con la firma de los responsables.

**B. – ORGANIZACIÓN:** Si la obra no se organiza racionalmente correrá el riesgo de registrar pérdidas, aunque cuente con una buena planeación, y una técnica de calidad.

La obra se organiza de la siguiente manera:

1. - Coordinador de la obra: Enlace entre oficina matriz para este caso es el Superintendente de la obra, provee de todo lo necesario para el funcionamiento de la obra y resuelve los problemas que se presenten en la misma.

2. - Él superintendente de la obra: Es la máxima autoridad de la obra, responsable directo de la ejecución de la misma, de él depende todo el personal de la obra, así como todas las actividades de la misma, este es el puesto más importante de la obra. , y los resultados van a depender del buen funcionamiento de esta persona.

3. - Él superintendente de la obra, divide las actividades a desarrollar de acuerdo a los programas de obra y crea varios frentes con sus respectivos Residentes de obra, de acuerdo con las etapas constructivas, se tiene por lo tanto:

Residente de las obras preliminares.

Residente para construir el muro de contención de suelo-cemento.

Residente para construir las tres torres de departamentos.

Residente para las áreas comunes.

Todos estos residentes con su respectivo personal para desarrollar sus actividades: Contratistas, Topógrafos, Cadeneros, Auxiliares, Operadores, Mecánicos y Subcontratistas.

El Superintendente de la obra, designa a su Administrador de la obra que será la persona responsable del cuidado de los gastos de la misma, llevará; la cuenta de cheques, conciliaciones con el Banco, el Seguro Social de los trabajadores, compra de materiales, pago de proveedores, pago de nominas, almacén de obra, compra de combustibles, reposición de caja chica a oficina matriz y control de todos los gastos efectuados en la obra mismos que serán autorizados por el Superintendente. Para cumplir con lo anterior tendrá su cargo al jefe de personal, jefe de almacén, checadores, y el personal de compras.

Para el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria se contará, con el mecánico de la obra dependiendo directamente del Superintendente.

En el Organigrama gráfico se observa todo el personal con que contara la obra para el funcionamiento de la misma.

**C) TÉCNICA:** Si la técnica es mala, los resultados serán tan negativos que probablemente ni los Socios e Inversionistas quedaran satisfechos, ni se registrarán utilidades.

La ejecución de la obra la podemos dividir en tres etapas.

1. - La instalación: Consistirá principalmente en:

Llevar a instalar al personal.

Realizar o acondicionar los accesos de la obra.

Instalar las oficinas de la obra.

Preparar el almacén y las bodegas, patio de maniobras y equipos.

Montar el taller mecánico, laboratorio de calidad de los materiales.

Referenciar todos los puntos topográficos, banco de niveles, ejes de referencia y fijarlos para evitar su destrucción.

Tramitar y acondicionar los suministros de agua, luz, drenaje, etc., instalar equipos.

2. - La ejecución de la obra.

En esta fase corresponde realizar lo que ha sido planeado.

Ejecutar la obra respetando las cláusulas del contrato.

Coordinar las actividades o conceptos de la obra.

Conducir la obra desde el inicio hasta la terminación en función de la gente.

Controlar que todo se realice conforme lo planeado.

Remediar los imprevistos.

Terminar la obra logrando obtener el máximo de utilidad.

3. - La entrega.

Los trabajos de terminación.

Los trabajos de desmantelamiento de las instalaciones provisionales.

La retirada de maquinaria, del equipo y personal.

El desmontaje y retiro de las instalaciones provisionales.

Recepción de la obra, finiquito de la misma.

## 2.1. – Planeación de la obra.

Al iniciar la obra, la constructora había realizado una serie de estudios, ya planeados como son: El estudio de mecánica de suelos, el proyecto del cálculo estructural de las tres torres, casa club, estructura de las canchas de tenis, planta de tratamiento de aguas residuales, los proyectos de ingeniería, hidráulico, sanitario, eléctrico, aire acondicionado, sistema contra incendio, solicitando los presupuestos para la compra de los elevadores, contratos en forma general como es la compra del aluminio, vidrio, cerámica, mármol, yeso, pintura, jardinería, calderas, contratos con compañía de luz, y telefonía, con la delegación los contratos de agua y drenaje, etc. Para llevarla a cabo puedo mencionar, desde un inicio que se realizan las platicas con los socios e inversionista, se hace de su conocimiento todos los estudios anteriormente enunciados, este es un proyecto de un nivel de calidad y la gente que tiene el propósito de invertir en este tipo proyectos de construcción saben de la calidad de su construcción como fue el conjunto residencial la Jolla, tienen la garantía que su inversión redituara una mayor plusvalía.

Realizadas las primeras platicas entre los directores de la constructora y los inversionistas se procede a dar inicio a la construcción del proyecto coincidiendo que la constructora es la que tiene la responsabilidad de llevarla a cabo.

Queda en manos de la constructora planificar, organizar, y utilizar la técnica más adecuada para obtener los rendimientos de utilidad. Para este caso particular los socios e inversionista dan sus aportaciones mensuales a efectos de dar con esto el capital necesario para dar inicio a los trabajos de su construcción.

Los Socios e Inversionista recibirán a cambio por parte de la constructora toda la información de los avances de la obra con reuniones previamente establecida, (juntas mensuales).

La constructora bajo el mando del director general y el subdirector tienen toda la autoridad para elegir al superintendente de la obra y el personal administrativo adjunto para llevar a cabo los trabajos de construcción.

El Director y Subdirector tienen el enlace con los socios e inversionistas, de igual manera tienen el enlace con el superintendente de la obra, las instrucciones recibidas por parte de la dirección, serán canalizadas por el superintendente hacia la obra.

El Superintendente con las indicaciones recibidas las ordenara a sus ingenieros residentes de obra de cada tramo específico.

El residente de cada tramo realizara la obra asignada tomando en cuenta que tiene el apoyo de los contratistas y subcontratistas para llevarla a cabo.

En la obra se cuenta además con el personal de apoyo para tener un control mas eficiente de las actividades que se realizan, como son los checadores de personal, mecánico, jefe de almacén, bodeguero, maestros de obra, cabos, jefe del personal de la

planta dosificadora de concreto, operadores de las grúas y maniobristas, personal de supervisión de obra, personal de laboratorio para el control de calidad de los materiales que se suministran a la obra, fleteros, etc.

La planeación se llevó a cabo con el personal que tiene más experiencia de la constructora, considerando toda las alternativas que se pueden utilizar para minimizar los contratiempos e imprevistos que puedan ocurrir en la obra.

El personal para llevar a cabo la planeación, seleccionara, el personal, equipos y maquinarias, contratistas, subcontratistas, proveedores, topógrafos, licencias, permisos y llevara una revisión continua de estos elementos para que no fallen, en tal caso se revisaran y si llegan a fallar resolverlas lo más pronto posible para que su influencia no se refleje en el costo, las actividades y avances de la obra.

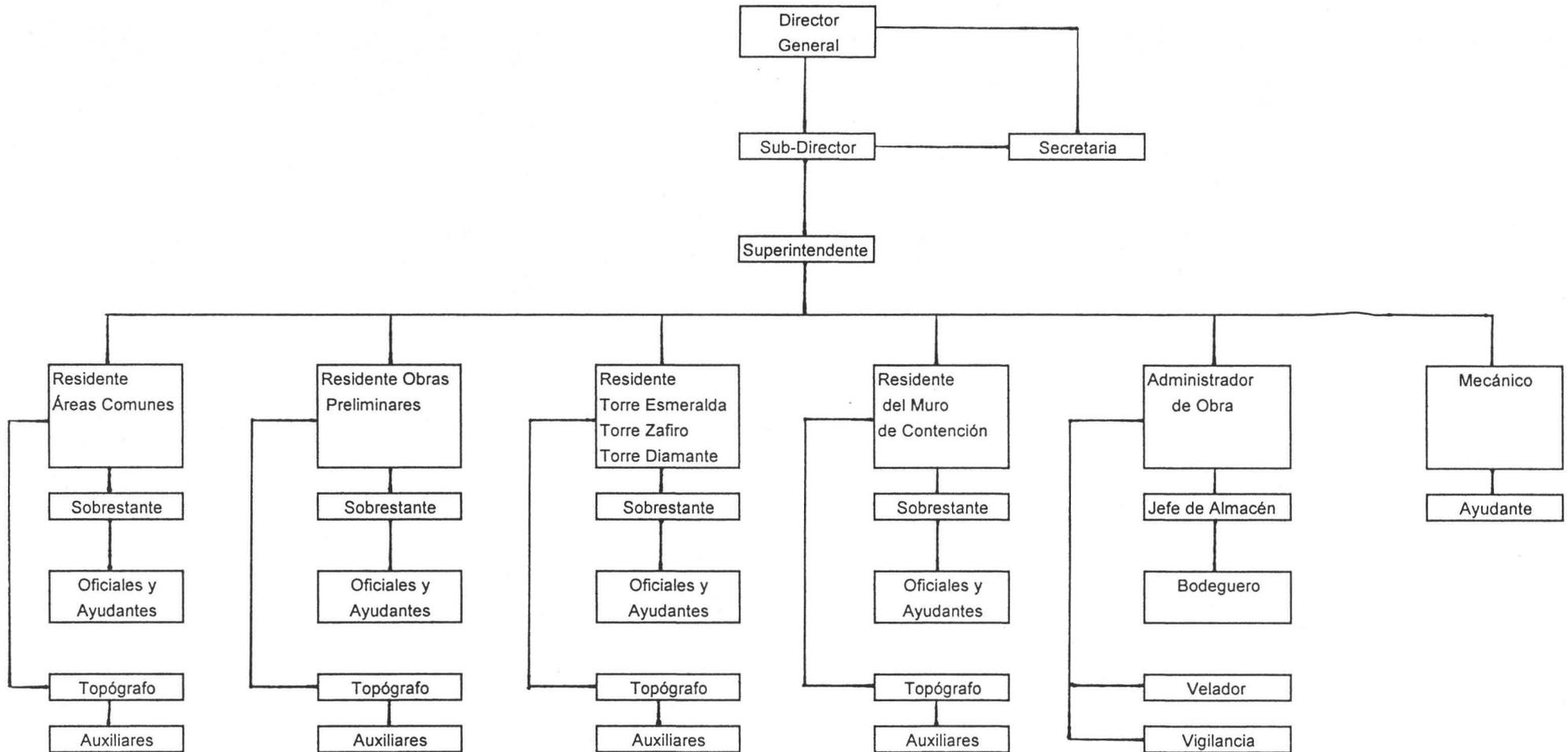
Todas las actividades de la obra son el reflejo de una buena planeación. Para esté caso particular que fue la construcción del muro de suelo cemento todas las variables estaban contempladas puesto que los estudios preliminares que se habían realizado con anticipación fueron analizados minuciosamente, de tal manera que los objetivos se cumplieron y la construcción tuvo el éxito esperado.

De igual manera sucedió con la construcción de las tres torres se llevo a cabo la planeación correcta con el personal adecuado, equipos, maquinaria, materiales, etc., y llevando una organización perfecta, su construcción fue todo un éxito porque los tiempos programados fueron reducidos y las actividades siguientes se anticiparon, el tiempo de entrega de la obra fue la fecha acordada por la constructora con los socios e inversionistas teniendo la holgura suficiente para su entrega.

## **2.2. – Organización de la obra.**

La organización para la construcción de la obra Residencial la Jolla estuvo regido por el siguiente organigrama de la constructora desde su inicio hasta su fin. Ver la Fig. 2.2.1.

Fig. 2.2.1. ORGANIGRAMA DE LA OBRA RESIDENCIAL LA JOLLA



### CAPITULO 3. – ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS COMO ALTERNATIVA PARA DECIDIR LA CONSTRUCCIÓN DEL MURO DE CONTENCIÓN.

#### **Suelo cemento como alternativa para disminuir costos y tiempos.**

Es factible construir muros formados por una mezcla húmeda de suelo-cemento como alternativa, para muros de retención con alturas del orden de 10 m o mayores. El caso práctico de un muro de 220 m de longitud y una altura variable de 15 a 20 m construido con suelos areno-limosos; esta aplicación permitió significativamente disminuir, el costo y tiempo en comparación con un muro equivalente de concreto reforzado y contrafuertes. El muro de suelo-cemento se diseñó para retención de rellenos en una zona de terreno cercana a una cañada.

Como parte del proyecto de un conjunto de tres edificios de 18 niveles con doble sótano para estacionamiento, en un terreno con una gran pendiente ubicado al poniente de la ciudad de México, se planteó la necesidad de construir un muro en la parte inferior al fondo del predio, para la retención de rellenos de acceso a los edificios.

El muro tiene un desarrollo de aproximadamente 220 m ver Fig.3.1. y por las condiciones topográficas y geológicas del terreno, su altura es variable entre 15 y 20 m.

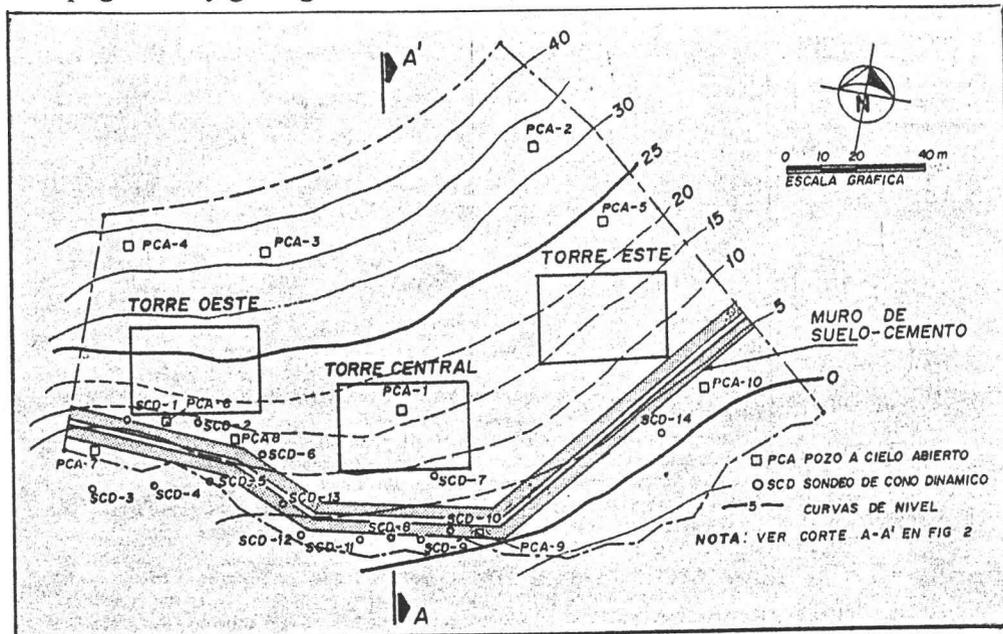


Fig. 3.1. La ubicación del muro de contención y los sondeos realizados.

En el presente artículo, se describen cualitativamente las alteraciones consideradas para el muro, destacando las ventajas previstas en el suelo-cemento, que llevaron a seleccionarla como la más adecuada para este caso particular.

Asimismo, se indican las características geotécnicas del sitio; con mayor detalle, se proporciona información respecto al diseño de la mezcla de materiales utilizada y el análisis de estabilidad del muro. También se resumen las especificaciones y recomendaciones geotécnicas necesarias para su construcción.

### 3.1. - Características del sitio y Exploración.

El sitio en estudio se localiza en Lomas del Valle de México, originada por la acumulación de materiales producto de erupciones volcánicas, que posteriormente fueron erosionados formando barrancas.

En el terreno se tiene predominantemente tobas producto de diferentes erupciones, así como suelos arcillosos superficiales; hacia el sur se localiza una barranca típica de la zona, por lo tanto la topografía presenta una pendiente relativamente importante en esa dirección, como se muestra en el corte estratigráfico de la Fig. 3.2. En la zona cercana a la cañada, las tobas presentan mayor grado de alteración debido a la concentración de agua: en la parte suroeste del terreno, se detectó, la existencia de una terraza arcillosa con espesor mayor de 5 m.

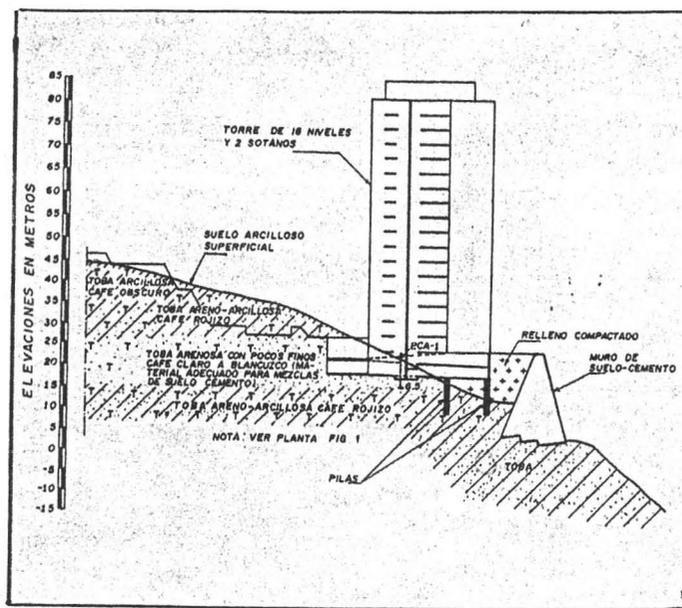


Fig. 3.2. Corte Estratigráfico.

Las tobas mencionadas se pueden agrupar en dos tipos:

- Tobas arcillosas o tobas areno-arcillosas, de color café amarillento a café rojizo, con diferentes grados de alteración.
- Tobas arenosas con pocos finos (limos y arcillas) de color café claro a blancuzco.

Estas últimas, provenientes de una potentísima serie de erupciones volcánicas, son de especial interés ya que el material que se obtiene al excavarlas tiene propiedades ideales para su utilización en mezclas de suelo-cemento y para la formación de rellenos.

**Exploración.** Para definir las condiciones estratigráficas a lo largo del trazo del muro de retención se llevó a cabo una campaña de exploración, basada principalmente en sondeos de cono dinámico y pozos a cielo abierto: En estos últimos se obtuvieron muestras inalteradas para la ejecución de ensayos de laboratorio con el fin de conocer los parámetros de resistencia en los diferentes materiales y se efectuaron pruebas de placa para determinar las características de deformabilidad de los materiales que servirán de apoyo al muro.

En la Fig. 3.3. se presenta una gráfica típica de los resultados obtenidos con los sondeos de cono dinámico; en la Fig. 3.4. los resultados de una de las pruebas de carga (ver ubicación de sondeos en la Fig. 3.1.) Para determinar las características de los suelos producto de cortes dentro del predio y definir su posible utilización en mezclas con cemento, se obtuvieron muestras representativas de los diferentes tipos de tobas existentes.

Fig. 3.3. Sondeos de cono dinámico típico.

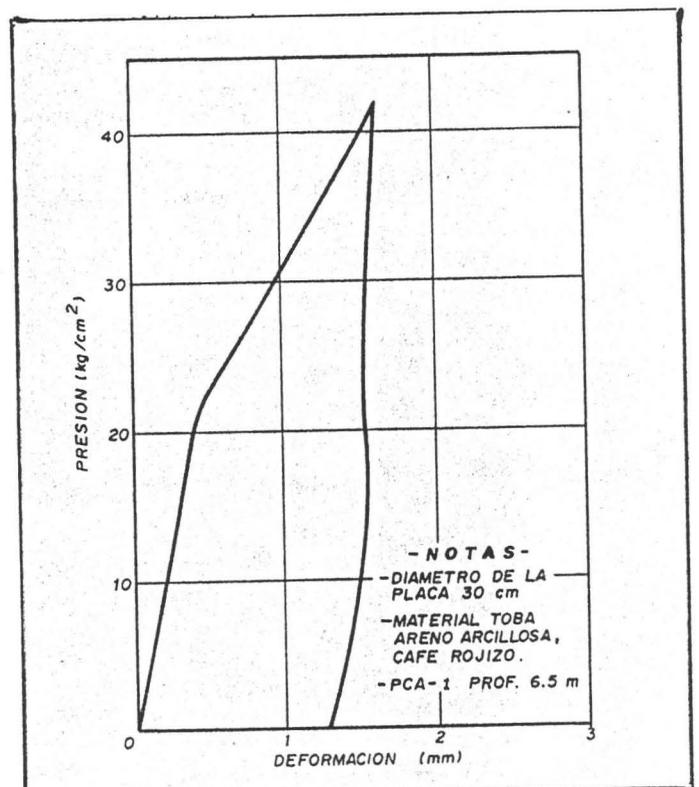
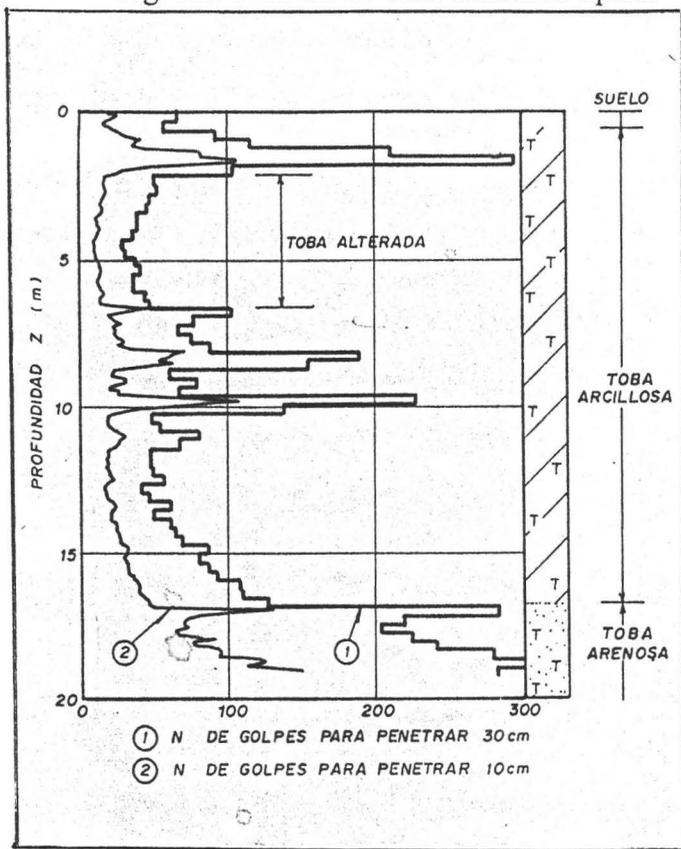


Fig. 3.4. Resultados de prueba de placa.

En la tabla 3.1. se presentan los resultados obtenidos en materiales disgregados, condición que deberán tener al utilizarse en la mezcla.

Tabla 3.1. Resultados de Laboratorio en Muestras Disgregadas.

Material	Ganulometría			Límites de consistencia			Prueba próctor estándar	
	Grava %	Arena %	Finos %	LL %	Lp %	Ip %	$\gamma_{dmax}$ Kg/m <sup>3</sup>	Wopt %
Toba arenosa	9.7	62.8	27.5	35.4	18.5	16.9	1482	26.2
Toba arcillosa	3.2	47.3	49.5	43.7	21.2	22.5	1337	32.8

En general se recomienda utilizar material con límite líquido de 30% como máximo y contenido de finos del orden de 25%; aun cuando el material producto de excavación de tobas arenosas excede ligeramente esos valores, al ensayarse mezclas de este material con cemento se obtuvieron resultados satisfactorios con un porcentaje relativamente bajo de éste. En cambio, el material producto de tobas arcillosas se descartó definitivamente ya que requeriría un porcentaje de cemento alto (mayor de 10%) y presentaría problemas de erosión y probablemente de agrietamiento.

Se realizó una serie completa de ensayos de laboratorio en mezclas de material disgregado producto de tobas arenosas del lugar con cemento Pórtland de alta calidad del mismo tipo programado para utilizar en la obra.

En la preparación de los materiales y en el desarrollo de los ensayos se siguieron los procedimientos especificados por la Pórtland Cement Asociación, cuyas gráficas de prediseño aplicables a suelos predominantemente arenosos permitieron definir los porcentajes de cemento por utilizar en la elaboración de las probetas con 4, 6, y 8% respecto al peso de suelo seco; para mezclas con suelos como el analizado, se recomienda definir el porcentaje adecuado de cemento de tal forma que se obtenga como mínimo una resistencia a compresión simple de 21 kg/cm<sup>2</sup> en probetas de 7 días de edad siempre y cuando pase satisfactoriamente los ensayos de humedecimiento y secado en doce ciclos, que representan en cierta forma su posible afectación por intemperismo.

Las probetas se elaboraron hasta alcanzar un grado de compactación del 95% respecto a una prueba tipo proctor efectuada en una mezcla de suelo con 6% de cemento en peso.

En la tabla. 3.2. siguiente se presentan los resultados obtenidos en ensayos de compresión simple.

Tabla. 3.2. Ensayes de Compresión en mezclas de Suelo-Cemento.

Porcentaje de cemento en peso de suelo seco	Resistencia a compresión en kg/cm <sup>2</sup>		
	a 3 días	a 7 días	a 14 días
4	14.4	15.9	18.4
6	19.0	22.5	25.0
8	22.8	26.5	29.1

Finalmente se decidió utilizar 8% en la base del muro, 6.5% en la parte media y 6% de cemento en la parte superior del muro, a reserva de verificar la dosificación de acuerdo con los resultados del laboratorio de obra; todos los porcentajes son respecto al peso de suelo seco.

### **3.2. - Alternativas consideradas.**

A nivel de anteproyectos se plantearon tres opciones para el muro, tomando en cuenta las condiciones geométricas del proyecto así como la topografía de la zona, las características geotécnicas del terreno y la disponibilidad de materiales y equipos; Las alternativas analizadas fueron las siguientes:

- a) Muro de concreto armado, tipo cantiliver, con contrafuertes.
- b) Muro de suelo-cemento, tipo gravedad.
- c) Tierra armada o muro de gaviones.

Además, se revisaron las posibilidades de utilizar muro de mampostería o de sustituirlo por una estructura de concreto con columnas apoyadas en zapatas aisladas y losas para dar el nivel necesario en el relleno; en los primeros análisis de costos se descartaron ambas alternativas, claramente antieconómicas. En general, los muros de mampostería son más costosos que los de concreto para alturas mayores de unos 8 m.

Las alternativas de tierra armada y gaviones, en cierta forma similar al suelo-cemento, resultaron también de alto costo, debido a que implican gastos adicionales por utilización de tecnología y materiales extranjeros.

La decisión final entre un muro de concreto y uno de suelo-cemento se inclinó por este último, a pesar de la poca experiencia en México en la aplicación de esta técnica en terraplenes de gran altura (prácticamente se había aplicado sólo en base de pavimentos), ya que se dispone de los conocimientos básicos para su utilización y de bibliografía relativamente completa al respecto: a continuación se mencionan las razones que llevaron a esta decisión.

### **3.3. - Ventajas del muro de suelo-cemento.**

**Economía.** En un primer análisis el costo del muro de suelo-cemento resultó del 40% del correspondiente a un muro convencional de concreto con contrafuertes. En un análisis más detallado considerando la necesidad de una supervisión y control de calidad comparativamente importante respecto a soluciones tradicionales y que por la poca experiencia, el arranque de la obra presentaría algunas dificultades, el presupuesto final resultó de un 60% del costo del muro de concreto.

### **3.4. – Utilización de materiales locales.**

En el caso particular analizado. Los materiales producto de excavación de tobas arenosas ofrecieron características idóneas para su utilización en mezclas de suelo-cemento, lo cual representó una gran ventaja para la solución adoptada, no solo por razones económicas, sino también por facilidad constructiva y por la optimización del uso de los equipos normalmente utilizados en construcción de terraplenes.

## CAPITULO 4. - ANÁLISIS Y DISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN DE SUELO-CEMENTO.

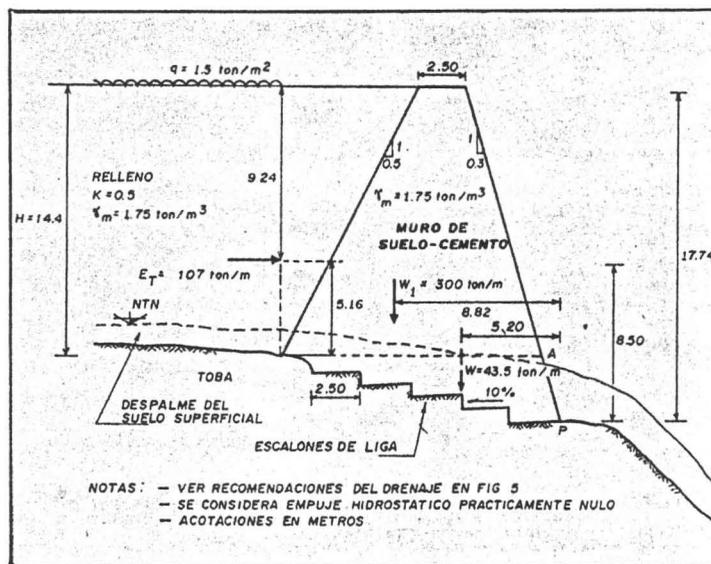
### 4.1. - Análisis de estabilidad del muro.

En primer término se definió la profundidad de desplante del muro, con apoyo directo sobre tobas arcillosas, de tal forma que los hundimientos totales calculados no excedieran de 3 cm y que el talud del terreno natural del lado de la cañada resultara estable.

La estabilidad del muro se verificó considerándolo como muro tipo gravedad revisándose los factores de seguridad contra deslizamiento y volteo, así como la posición de la resultante ( que debía quedar dentro del tercio medio) y la presión máxima transmitida a la cimentación.

En la Fig. 4.1. se presenta una de las secciones transversales críticas analizadas en condiciones estáticas el factor de seguridad (FSe) resultó de 1.5 y contra volteo se obtuvo  $FSy' = 3.1$ ; la excentricidad de la resultante es 0.86 m menor que  $B/6 = 2.33$  m por lo que se ubica claramente dentro del tercio medio; la presión máxima al pie del muro es de  $29 \text{ ton/m}^2$  menor que la máxima admisible de  $40 \text{ ton/m}^2$ .

Fig. 4.1. Datos características para análisis de estabilidad.



Los análisis de estabilidad en condiciones sísmicas se realizaron para un coeficiente sísmico  $c = 0.16g$ , aplicable en las Lomas de la ciudad de México y con factor reductor de 3; en general los factores de seguridad para esta condición resultaron menos críticos que para fuerzas estáticas tomando en cuenta que los factores de seguridad admisibles son menores.

De acuerdo con los resultados de los análisis por deslizamiento se comprobó la necesidad de los escalones de liga y se determinó que es indispensable evitar superficies lisas en la terminación de cada capa. Respecto a la inclinación del talud interior se definió un talud de 0.5: 1 (hor: vert).

#### **4.2. - Diseño y geometría del muro.**

En la fig. 4.2.1. se presenta una sección transversal del muro en la que se muestra su geometría así como el respaldo permeable y un dren longitudinal para permitir la eliminación del agua que llegue a los rellenos contenidos por el muro. El dren descarga el agua por medio de tubos de concreto colocados a través del muro.

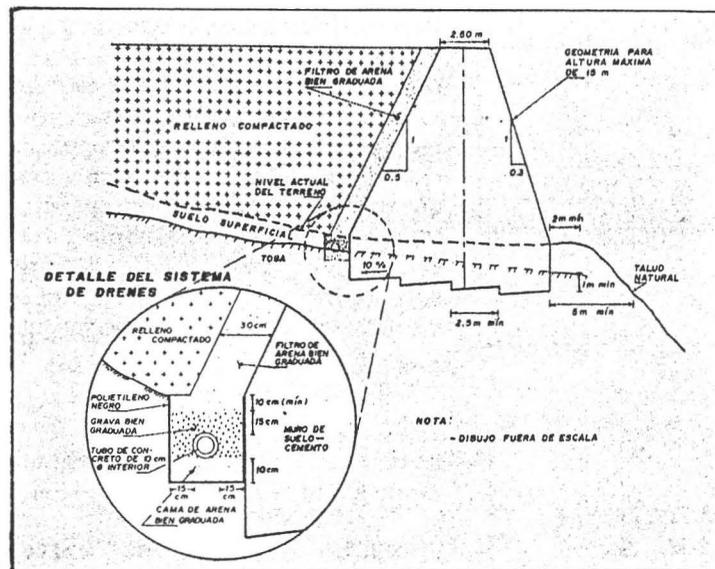


Fig. 4.2.1. Sección transversal del muro de contención.

En la parte superior del muro se especificó un ancho de 2.5 m como mínimo; el talud exterior se propagó con inclinación 0.3: 1 (hor: vert), es decir con un ángulo de  $73^\circ$  respecto a la horizontal y el talud interior se definió por medio de análisis de estabilidad.

Se previó la necesidad de escalones de liga en el apoyo del muro similares a los utilizados en caminos cuando la pendiente transversal del terreno es significativa.

### **4.3. - Procedimiento de construcción. (Normas Generales)**

**Normas Generales.** Las especificaciones para la construcción del muro se prepararon adaptando las condiciones de la obra básicamente a lo indicado anteriormente. A continuación se resumen las principales normas a seguir: (sin repetir lo ya indicado en el cuerpo del artículo):

El suelo debe disgregarse hasta que ningún grumo se retenga en la malla de 2" y no más del 30% ni menos del 5% pase la malla 200.

El agua deberá estar exenta de partículas nocivas; el cemento debe ser de buena calidad.

Es admisible efectuar la mezcla in situ (en su lugar); la humedad al empezar la compactación podrá tener variaciones a 2% respecto a la óptima.

El grado de compactación mínimo será de 95% respecto a la prueba tipo próctor efectuada con la mezcla, de acuerdo con las especificaciones ASTM-D558 ó AASHTO-T134.

El curado de la superficie expuesta se efectuará por medio de riegos utilizando un sistema que no las erosione.

Deben diseñarse juntas verticales de construcción para evitar agrietamientos por expansión o contracción del suelo-cemento.

**Recomendaciones durante la construcción.** Especial atención se dedicó a garantizar el adecuado apoyo al muro sobre tobas resistentes, eliminándose los suelos arcillosos, así como a la formación de los escalones de liga.

Se utilizaron equipos comunes en la construcción de caminos (fotografía 1). Hacia cada lado se dejó un sobrancho de 40cm, ya que en esa zona la compactación debe efectuarse con equipos ligeros; para la parte superior del terraplén, con un ancho de 3.30m, fue necesario preparar la mezcla en la parte baja (fotografía 2).

En el talud exterior (fotografía 3) se efectuó un recorte de aproximadamente de 20 cm para eliminar la capa de baja resistencia y posteriormente se protegió con un repellado de

concreto colado sobre una malla electro soldada, la que se amarró a varillas ahogadas en el suelo-cemento.

Al terminar cada tramo de muro, se colocaron referencias para nivelaciones de control y mediciones de colimación; al terminarse el relleno respectivo, se presentaron hundimientos del orden de 1 cm en un lapso de una semana: posteriormente los hundimientos registrados han sido mínimos.

La metodología de muros o terraplenes de gran altura, contruidos con suelo cemento ofrecen una opción que puede presentar grandes ventajas económicas y constructivas.

La utilización de equipos convencionales en su construcción facilita la ejecución de los trabajos siempre y cuando se realicen en forma coordinada entre el constructor, el proyectista, el laboratorio de campo y los asesores en geotecnia.

Esta tecnología puede resultar una herramienta versátil para trabajos muy diferentes planteándose la posibilidad de utilización en otras obras además de la aquí descrita; por ejemplo para protección de bordos en obras hidráulicas o como núcleo de cortinas de presas debidamente protegido por filtros y enrocamientos.

## **CAPITULO 5. – CONSTRUCCIÓN DEL MURO DE SUELO-CEMENTO.**

### **5.1. - Objetivo de su construcción.**

Como se ve en el proyecto arquitectónico y en la maqueta hubo la necesidad de construir un muro de contención en la parte inferior del predio, con el propósito principal de acceder a los edificios, este muro de 220m de largo tuvo como doble propósito el de contener los rellenos y construir las vialidades, para que permitieran el acceso a los tres edificios.

### **5.2. – Obras preliminares y Generalidades.**

Para dar inicio a los trabajos en la obra, los principales puntos que se realizaron fueron los siguientes:

La realización del trazo y la nivelación del predio con una cuadrilla de topografía.

La colocación de mojoneras para la ubicación de los niveles y ejes de referencia.

Los ejes se trazaron sobre los muros de las colindancias de los vecinos y en las guarniciones y banquetas de la calle.

La construcción de los elementos básicos como: El campamento para los trabajadores y el comedor, la bodega de materiales de construcción así como también de la herramienta, las oficinas de campo y los sanitarios de la obra, una cisterna para almacenar agua, el laboratorio de campo, la planta dosificadora de concreto.

Ya terminados las obras de infraestructura, para que pueda iniciar la obra fuerte se dio inicio a la renta de la maquinaria para que iniciara la limpieza del terreno entendiendo, como el proceso de limpieza del terreno cuyo fin es eliminar la vegetación existente sobre el terreno, y es importante su habilitación para el desplante de la estructura y la realización de la excavación.

El proceso de limpieza del terreno se realizó mediante las siguientes actividades:

Corte y derribo de árboles que se realizó por medios manuales (machete y hachas) y sierras manuales.

Desenraice: extracción de troncos, tacones y raíces.

Roza: retiro fuera de la obra o terreno del producto de las actividades anteriores.

El desenraice, la roza y la limpieza se realizaron a mano y por medios mecánicos.

Los residuos de estas actividades se retiraron fuera de la obra a los bancos de tiro y estos son los que asignó la autoridad de la delegación.

Todos los trabajos anteriores se realizaron con anticipación, fueron medidos y cuantificados en la obra y forman parte de los trabajos preliminares, para después dar inicio a la obra fuerte.

El inicio de la excavación se realizó por medios mecánicos: La excavación es la actividad necesaria para la remoción y extracción de los materiales del suelo o terreno, ya sea para alcanzar el nivel de desplante de la cimentación.

El procedimiento para la excavación estuvo en función de las características del terreno y de los materiales que se extrajeron o removieron así como también del empleo de la maquinaria especial.

De acuerdo al procedimiento la excavación se clasifica de la siguiente manera:

Excavación por medios mecánico para llegar al nivel de desplante de la construcción

Excavación por medios manuales para realizar las cepas y afines de la cimentación de zapatas y contra-trabes.

La profundidad de la excavación la proporcionó el proyecto arquitectónico y la excavación de la cimentación como son zapatas contra-trabes, cisternas, fosos de elevadores, los proporcionó el proyecto estructural.

Toda la excavación se realizó en estado seco. Que es cuando el material no presenta un contenido de humedad considerable.

Todo el proceso de excavación se realizó en un material tipo II, donde se utilizó herramienta manual como es el pico y la pala, y por medios mecánicos donde se utilizó la retroexcavadora (manita de chango) y la retroexcavadora tipo Poclairind.

Entre las obras que realizamos se encuentra la construcción del muro de suelo cemento, este muro de suelo-cemento fue una de las mejores alternativas que dio como resultado el analizar varias opciones que por su costo y tiempo reflejaban la mejor alternativa. Él llevarlo a cabo como mejor opción implicaría desde luego para la constructora un gran reto y además un logro que le daría mayor jerarquía en el momento de su construcción por el alto grado de complejidad.

Las especificaciones que arrojó el estudio de mecánica de suelos como se indica en la propuesta técnica y que dio como resultado la construcción del muro de suelo-cemento, era el inicio del desplante mismo que conforme se realizaba la excavación del terreno se analizaba cual sería el nivel de desplante óptimo en el terreno para su inicio de dicho muro, tomando como referencia los niveles se llegó de común acuerdo en la dirección de la obra que todos los bancos de nivel serían positivos para todos los casos y no negativos para que no existieran confusiones, por lo tanto se tomó como base la esquina norte del predio como punto de partida y que además fuera la cota +100.00; tomando esas consideraciones se procedió a ubicar los bancos de niveles respectivamente en todos los vértices del predio, también se procedió a trazar los ejes de referencia de las 3 torres, para así tener los ejes listos y facilitar la construcción del muro de contención, esto de alguna manera nos ayudó para delimitar el muro, el pateo de su cimentación y el desplante.

El inicio del desplante del muro en cuestión se dió en la parte sureste del predio para terminarla en el lado noreste.

El despalme del terreno y la excavación de la cimentación fue por medios mecánicos utilizando maquinaria como es un trascabo con ripper en la parte trasera y un trascabo con cargador frontal para cargar los camiones con el producto de la excavación. También se consideró la utilización de las retroexcavadoras llamadas manita de chango y la retroexcavadora tipo Poclairnd.

En resumen el equipo utilizado como maquinaria para iniciar la limpieza del terreno como la excavación fue el siguiente:

Un trascabo con ripper en la parte trasera para desgarrar el material.

Un trascabo con cargador frontal y cargar las unidades para el retiro del material producto de la excavación.

Una retroexcavadora tipo CASE 500 y otra más grande la CASE 700 de las llamadas manita de chango.

La retroexcavadora tipo Poclairnd

Las unidades para retiro del material tipo volteo fueron variadas de 6, 8, 16 m<sup>3</sup> respectivamente.

Una camioneta de 3 ton para necesidades y servicio de la obra.

Una camioneta de .5 ton para agilizar las necesidades de la obra.

Este equipo mecánico que se utilizó fue rentado por hora-máquina así como también en la utilización del retiro del material producto de la excavación.

Los camiones fueron contratados por metro cúbico retirado y las unidades fueron de capacidad variable, desde 6, 8, y 16 m<sup>3</sup> cada uno.

En un principio el material producto de la excavación fue retirado de la obra, pero conforme se iba excavando se estudiaron las propiedades y la posibilidad de utilizarlo en la construcción del muro de suelo-cemento lo que nos dio la pauta para almacenarlo en un banco de material dentro de la misma obra, para posteriormente utilizarlo como material de relleno en la construcción del muro.

Ya teniendo el nivel de desplante, los ingenieros en mecánica de suelos que realizaron los estudios, dieron el visto bueno para iniciar el desplante del muro y se procedió a la realización de los escantillones que, debería tener el terreno para evitar el probable deslizamiento del muro de contención, realizando visitas, continuamente se llevaron registro de los niveles de desplante así como reportes y minutas en juntas que se organizaban en la obra, y mantener el estricto control de los resultados, como también los apoyos de los reportes topográficos.

Para la construcción de los escantillones hubo la necesidad de rentar más equipo pesado como son:

Dos motoconformadoras.

Un rodillo vibratorio.

Para las operaciones manuales se tuvo la necesidad de comprar equipo ligero como fueron:

Dos compactadoras manuales (bailarinas) y  
Una rompedora Píonjar también manual.

### **5.3. – Construcción del muro de suelo-cemento.**

Los escantillones se realizaron con las motoconformadoras, con las cuchillas en posición se logró dar el ángulo de inclinación deseado, se verificó continuamente con el esclerómetro el nivel de desplante de la toba resistente, checado este procedimiento, se da el visto bueno para escarificar el terreno de la toba resistente y así dar inicio a meter los camiones de volteo con el material y el cemento gris. Ver Fig. 5.3.1. Ver Fig. 5.3.2.

Con los resultados de los monitoreos de la capa de toba resistente se procedió a realizar el escarificado y rugosidad de la toba para la unión de la primera capa de suelo-cemento.

Todo el material se bajaría hasta el sitio del desplante con camiones de carga de  $8 \text{ m}^3$  y se llevaría un control de las unidades, ya con el reporte de mecánica de suelos se procedió a la aplicación de la cantidad de cemento gris a vaciar en unidades de 50 Kg.

En la propuesta técnica aparecen los datos del cemento gris que se debe utilizar en las primeras capas del muro y que son 8% de cemento en la base, 6.5 % de cemento en la parte intermedia y 6% de cemento en la parte superior.

Significa que nosotros en la obra a cada camión de  $8 \text{ m}^3$ , colocábamos 8 bultos de cemento o sea 400 kg, para un porcentaje de 8, 350 kg, de cemento por un viaje de  $8 \text{ m}^3$  de material para un porcentaje de 6.5 y 300 kg, de cemento para un porcentaje de 6. Había ocasiones que se podían meter hasta 25 camiones para colocar una capa de 50 cm de espesor.

Realizada esta operación se extendería el material y se procedía a revolverlo perfectamente bien con las dos motoconformadoras alrededor de 4 a 5 pasadas, en el proceso de revolver el material se le aplicaba agua por medio de riego con mangueras, obtenida el agua de nuestra cisterna, esta operación se realizó bajo la supervisión del laboratorio localizado en la obra y que continuamente daba fe de que las especificaciones se cumplieran. Ver. Fig. 5.3.4.

Terminado de revolver el material con el cemento, se procedía a extenderlo a todo lo largo y a todo lo ancho para compactarlo con el rodillo vibratorio. Este equipo le aplicaría

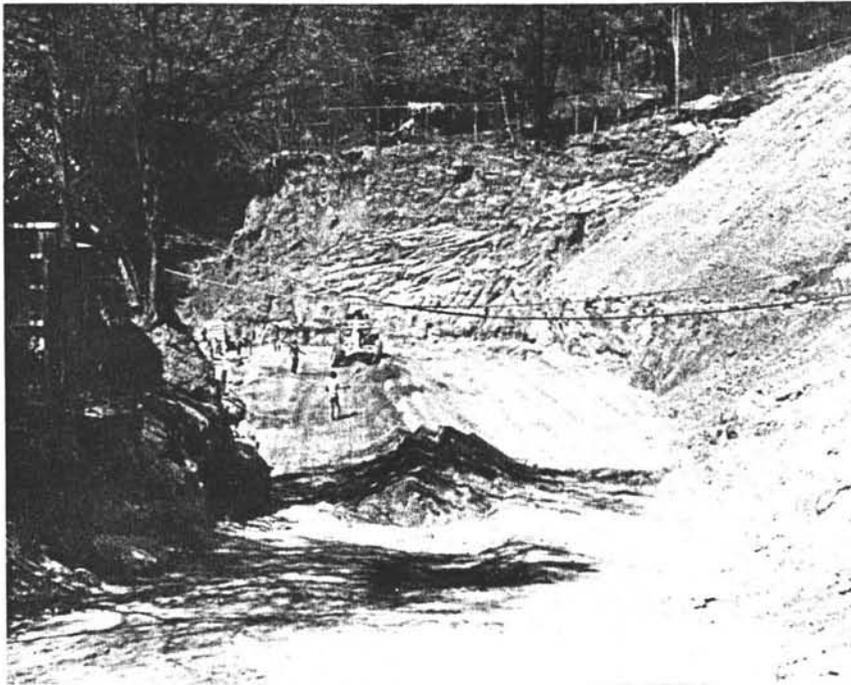


Fig. 5.3.1. Proceso de mezclar el material de Suelo-Cemento con la Motoconformadora.



Fig. 5.3.2. Proceso de extender el material de Suelo-Cemento con la Motoconformadora.



Fig. 5.3.3. Compactar el Suelo-Cemento con el Rodillo Vibratorio.



Fig. 5.3.4. Riego con agua de la capa de Suelo-Cemento.

la presión necesaria a los materiales para comprimir los espacios entre las partículas de material y lograr una compactación del 95% proctor que es la especificada por el laboratorio, una vez concluida la compactación se verifica en campo por el personal del laboratorio de obra si da o no el visto bueno a dicha compactación, si es así se procede a dar luz verde para la colocación de la siguiente capa, no sin antes nuevamente darle una escarificada a la superficie de la capa ya colocada, para que la siguiente capa de material quede debidamente unida a la inmediata inferior. El resultado de la capa si pasa o no es una relación proporcional al peso específico analizado por mecánica de suelos.

La compactación de los extremos del muro de suelo-cemento se llevó a cabo con equipo más ligero, una compactadora manual, (bailarina) estos extremos del muro estarían debidamente contenidos mediante una cimbra de madera para que los detuviera mientras el material fraguara y obtuviera su resistencia máxima.

La compactación de cada capa dependía del número de pasadas con el rodillo vibratorio ( de 5 a 6 pasadas ) y además de la aceptación del resultado del laboratorio, generalmente en el tendido y considerando el rendimiento de los equipos, se colocaban 2 capas al día, y en ocasiones si el tiempo lo permitía una, al día.

Conforme se avanzaba en la construcción del muro y se ganaba altura, la sección del muro disminuía, haciendo la tarea de su construcción más fácil entre capa y capa, pero a la vez resultaba más difícil mezclar el material en su superficie, se tuvo que mezclar en la parte baja del muro en una área destinada únicamente para mezclar dicho material, y después con los camiones llenos, transportarlo a la parte alta del muro para que las motoconformadoras lo extendieran correctamente y el rodillo vibratorio la pudiera compactar.

#### **5.4. - Juntas de dilatación.**

La tarea de la construcción del muro aparentemente sencilla resultó ser muy complicada, ya que a lo largo de su longitud existen juntas constructivas que se resolvieron mediante un ranurado de aproximadamente 10 cm de ancho. Ver Fig.5.4.4. y Fig. 5.4.5., para lo cual se mezcla asfalto en lingote y que se derretía en tambos a fuego lento, se revolvía con material de suelo-cemento, antes es necesario ranurar el espesor de la capa ya sea manual con pico y pala o con la rompedora manual ( Píonjar ) para darle continuidad en toda su altura. Este procedimiento se realizaba de manera simultánea al término de aceptar cada capa para que así no fuera tan difícil el ranurado. (el ranurado se realizaba con la rompedora manual en forma transversal al muro y a cada 20 m de distancia entre cada una).

Aunado a este procedimiento de realizar cada capa, se construyó el sistema de drenaje del muro de contención y que consistía en la excavación en el extremo interior del muro, la colocación de hule de alta densidad en las paredes y en el fondo de la excavación, Ver Fig. 5.4.1., posteriormente se instaló una cama de arena, Ver Fig. 5.4.2., para asentar los tubos de drenaje de concreto simple (así como lo indica el reporte de Mecánica de Suelos), en la Fig. 5.4.3. se indica la colocación de tubos de drenaje de concreto simple multiperforados por la parte superior, para que permitiera de alguna forma el escurrimiento por infiltración de agua, drenar ésta posible agua que escurriría a través de los tubos de concreto simple a unos registros y de ahí, de manera transversal también con tubos de albañal de concreto simple mandarlo al otro extremo del muro y de ahí a la cañada, esta especificación que proporcionó el estudio de mecánica de suelos permitiría en todo momento, en caso de una posible tormenta, tener drenado el muro en todo momento, aunado a los tubos de drenaje se relleno con un filtro de una grava bien graduada, Ver Fig. 5.4.6., para este caso se recomendó una gravilla de  $\frac{1}{4}$ " de diámetro que permita el paso del agua y así alcanzar los tubos de drenaje, y de esta forma, canalizarla hacia el otro lado del muro, donde se ubica la cañada que se formó de manera natural y que corre hacia el fondo del predio, de manera generalizada la pantalla del hule de alta densidad fue colocada en la pared interna del muro para darle una mayor protección.

Las juntas de dilatación fueron diseñadas por si pudiera existir una probabilidad de desplazamiento, en caso de un sismo esto estaría previsto, con las juntas constructivas a cada 20 m de longitud separando el muro en secciones se protege de manera significativa el muro.

También con estas especificaciones se incluyó, el medir, de manera consecutiva, llevando registros topográficos de nivelación vertical y horizontal para saber si el muro se desplazaba en el momento de su construcción. Los registros topográficos nunca indicaron datos extraños, pero si nos mostraban los hundimientos que desde un principio se habían estimado en el estudio. Posteriormente estos registros se fueron tomando con más espaciamiento de tiempo y demostraron que el muro de suelo-cemento era por demás estable y que sus dimensiones en su base y la consideración en su desplante fueron las correctas.

Terminado el muro se procedió a protegerlo con una malla-electro soldada y con un aplanado con acabado fino, la malla electro-soldada fue de 6X6-10/10 y se sujetó con unas varillas previamente colocadas en el muro, el aplanado se realizó con un mortero a base de cemento, mortero, y arena en proporción 1:1:5 y se aplanó con un equipo de hamacas a todo lo largo y alto del muro, se emboquillaron los tubos de drenaje y se modularon los aplanados de tal suerte que aparentara un muro tipo piramidal, en bloques de 3 m X 3 m cuatropeados, con juntas de 5cm de ancho. En la parte superior se colocó una jardinera longitudinal para dar mayor protección a la vialidad interna, así como también la instalación de guarniciones, banquetas y más áreas verdes.

La duración en tiempo del muro de suelo-cemento fue alrededor de 5 meses, ininterrumpidos logrando así lo estimado para su construcción.

De la construcción del muro de suelo-cemento puedo concluir que, el aplicar nuevas tecnologías es un nuevo reto para uno como ingeniero el llevarlo a cabo es un experiencia novedosa y que uno debe realizar con cautela llevando de la mano todas y cada una de las especificaciones para que los resultados sean los correctos el no hacerlo puede llevarnos a errores y al fracaso. Su construcción en un principio resultaba por demás difícil pero como todo inicio hay tropiezos que uno tiene que resolver con decisión, se preparo el personal para la construcción del muro informando cada actividad por realizar para que de manera coordinada se hiciera. Los resultados no se hicieron esperar la construcción de este muro de contención estaba dando sus frutos y se empezaron a notar los resultados favorablemente.

Con el tiempo y los resultados en la mano se dedujo que su construcción seria un éxito pues los reportes así lo indicaban.

Finalmente la construcción del primer muro de contención de suelo-cemento se realizo en la ciudad de México con una longitud aproximada de 220m, con una base de 22m, y una altura entre 15 y 20m, realizado por ingenieros mexicanos aventurándonos a utilizar nuevas y modernas tecnologías, obteniendo como ganancia el éxito en su aplicación.

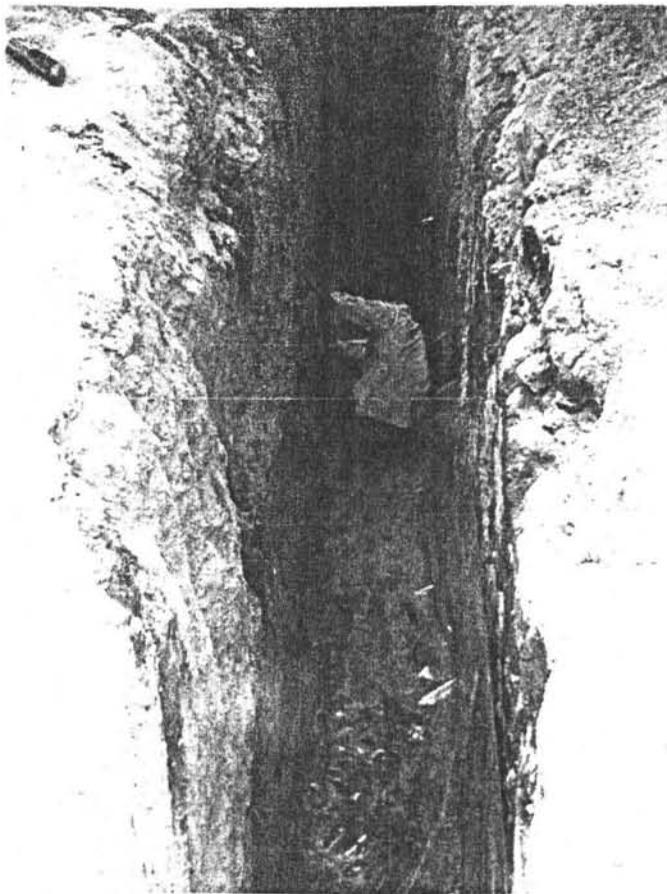


Fig. 5.4.1. Proceso de colocar el hule de alta densidad al pie del muro de Suelo-Cemento.

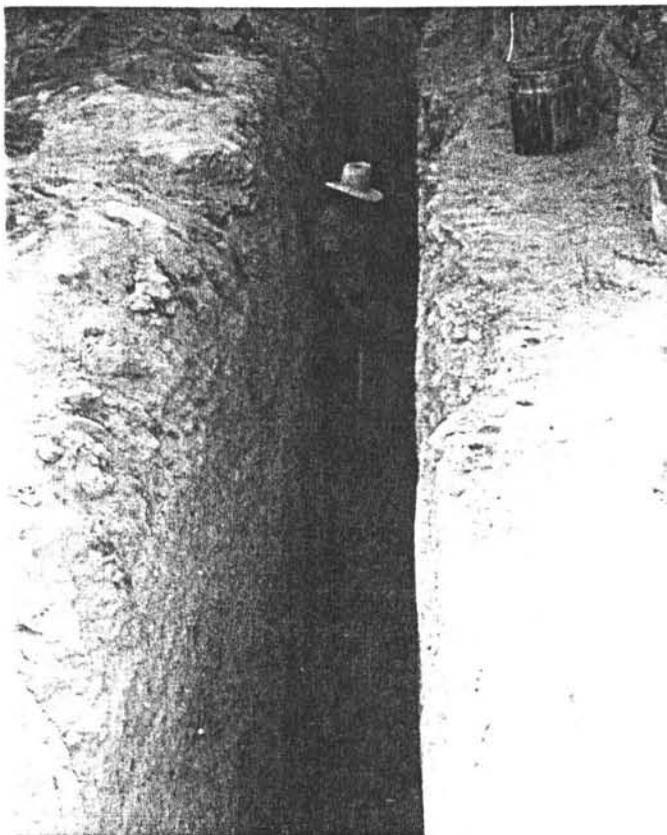


Fig. 5.4.2. Colocación de la cama de arena para el sistema de drenaje.

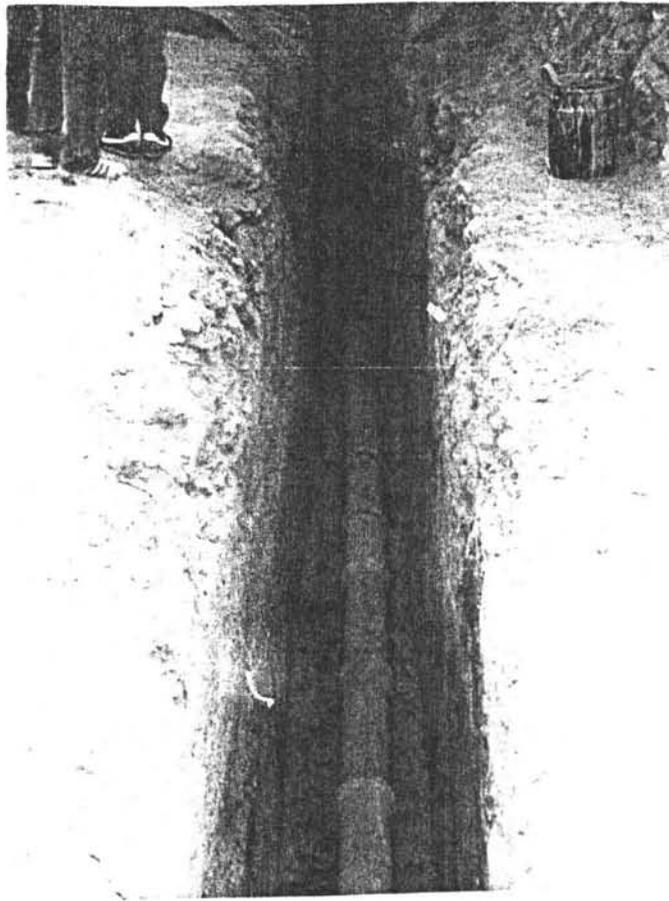


Fig. 5.4.3. Tendido de tubería de 10cm de diámetro para el drenaje del muro de Suelo-Cemento.



Fig. 5.4.4. Proceso de abrir caja en la capa de Suelo-Cemento para la Junta de Dilatación.



Fig. 5.4.5. Proceso de colocar asfalto líquido en la capa de Suelo-Cemento para la Junta de Dilatación.



Fig. 5.4.6. Extender el material para la capa de Suelo-Cemento, la colocación del filtro y el relleno compactado.



Fig. 5.4.7. Equipo convencional utilizado en la construcción del muro de Suelo-Cemento.

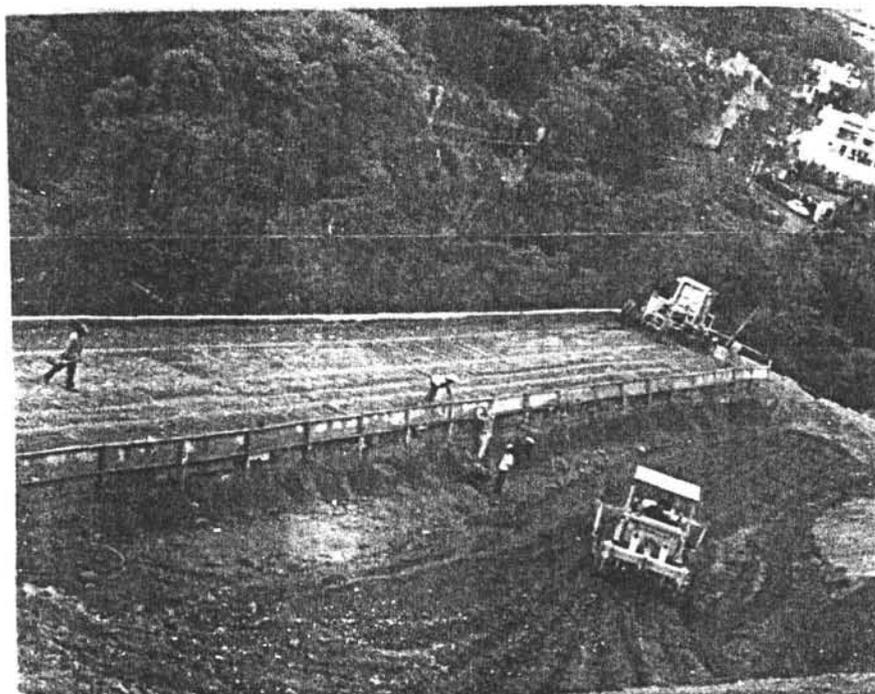


Fig. 5.4.8. Material de Suelo-Cemento que se mezcla abajo para posteriormente subirlo a la corona del muro de contención.



Fig. 5.4.9. Vista lateral del muro de Suelo-Cemento.

## CAPÍTULO 6. - CONSTRUCCIÓN DE LAS TRES TORRES DE DEPARTAMENTOS.

**Generalidades.** Para iniciar este capítulo quiero hacer un paréntesis, recordando que los principios básicos para que una obra funcione es necesario que el responsable de la residencia de la obra tenga la experiencia necesaria para resolver cualquier contratiempo que pueda presentarse, en mi particular punto de vista, y como ingeniero residente de la construcción de las tres torres, tuve la necesidad de estudiar a fondo el proyecto arquitectónico para así mismo entender también el proyecto estructural, y por consiguiente toda la ingeniería que se derivan del proyecto ( instalaciones hidráulico-sanitarias, eléctrica, etc.); Por consiguiente haciendo un resumen como profesionista y responsable de la construcción del proyecto debe involucrarse hasta en el último detalle del proyecto arquitectónico como del proyecto estructural y de las instalaciones.

### **6.1. - Cimentación.**

Para la construcción de la cimentación la considero con los siguientes elementos:

#### **6.1.1.-Pilas**

Después de haber logrado los niveles de excavación para el desplante de la cimentación de la primera torre, se realizó el trazo de los ejes longitudinales y transversales colocando las referencias fuera de la misma y sus respectivos niveles, se procedió a la ubicación de las pilas entre los ejes A y B, y entre los ejes 1ª y 11ª que son las partes mas bajas del terreno, las pilas fueron circulares y oblongas, y para dar mayor capacidad de desplante se les realizó una campana en el fondo, la profundidad de excavación de dichos elementos fue de 12 y 18 m de longitud.

La excavación se realizó de manera manual con pico y pala el primer metro, al principio dada las características del terreno pero después hubo la necesidad de utilizar el siguiente equipo:

- a).- Se rentó un compresor con dos rompedoras.
- b).- Se rento también un malacate para bajar a la profundidad de 12 y 18 m.

En la excavación de las pilas se tuvo la precaución de bajar al personal por medio de un malacate, a través de un tinaco que tenía doble utilización, tanto de bajar al personal como auxiliar en el retiro del material producto de la excavación. Este malacate era operado por dos trabajadores uno que manejaba el malacate y el otro operaba la pluma y dos ayudantes que retiraban el material producto de la excavación.

Todos los niveles de desplante de las pilas eran supervisados por el laboratorio de control de calidad y se utilizaba el esclerómetro para dar el visto bueno al nivel de desplante de la pila.

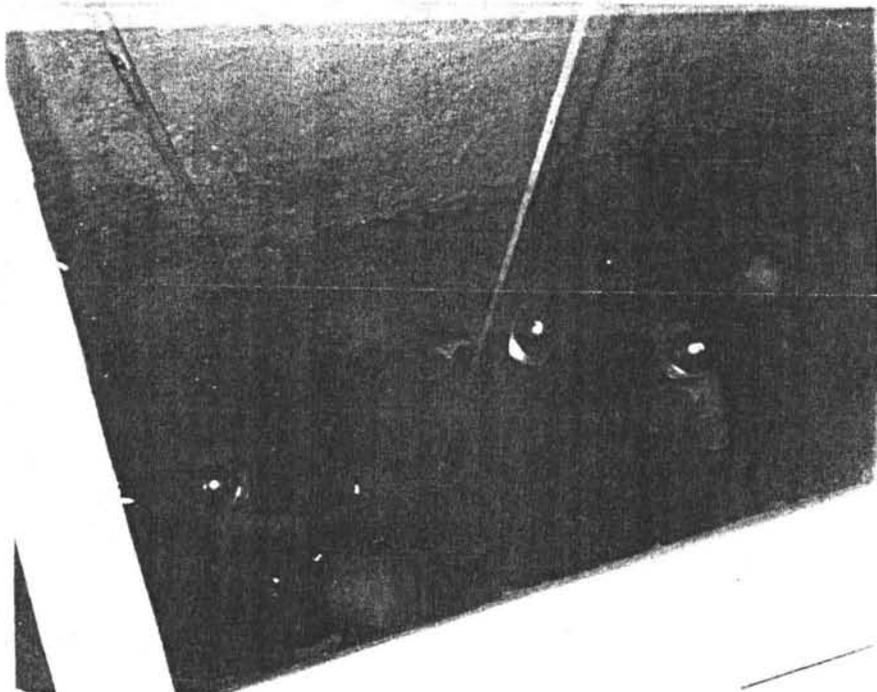


Fig. 6.1.1.1. Excavación de una de las pilas oblongas.

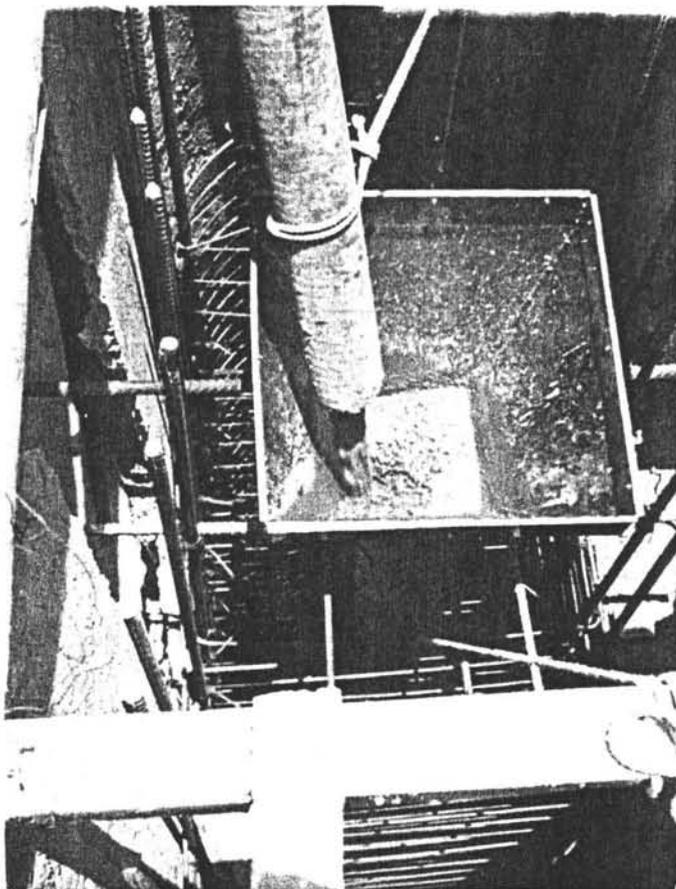


Fig. 6.1.1.2. Colado de una de las pilas oblongas.

El número de pilas de manera general para cada torre eran entre 10 y 12 pilas y sus dimensiones variaban de 1m de diámetro y las oblongas de 2m de largo por 1.5 de ancho, el acero de refuerzo fue con varillas del #10 y con estribos del #4 y un  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .

La utilización de concreto fue premezclado de resistencia  $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , concreto normal de revenimiento 14, y por su longitud fue necesario colocar unos tubos con los embudos en la parte superior y mejor conocidos como trompa de elefantes, permitiendo que el concreto que se vacía no se disgregue en su caída.

La utilización de las pilas fue necesario, ya que en los sondeos realizados se encontró que los estratos más resistentes en el fondo del predio estaban localizados por debajo de los niveles de excavación de la cimentación, por eso en el estudio de mecánica de suelos se recomendó la utilización de dichos elementos estructurales. Ver. Fig. 6.1.1.1. y 6.1.1.2.

### **6.1.2. -Zapatas.**

Las zapatas de cimentación se armaron con el acero de refuerzo de varias maneras según el tipo de material que se encontró en la zona y en el lugar del desplante.

Como sabemos una zapata aislada, generalmente se construye para recibir las cargas de la superestructura a través de las columnas.

Se diseña para resistir los esfuerzos de flexión y cortante que provoca la reacción ascendente del suelo al cargar la estructura.

Estructuralmente funcionan como voladizos invertidos, en dos direcciones perpendiculares y se pueden proyectar como vigas rectangulares. Dicho lo anterior en la obra se procedió a armar estos elementos estructurales, no sin antes preparar de manera cuidadosa el fondo de la excavación, logrando los afines tanto del fondo como de las paredes verticales y colar una plantilla con concreto de 5 cm de espesor que nos permitirá el armar el acero de refuerzo de la manera más limpia y ordenada. Quiero hacer hincapié que antes de armar estos elementos estructurales se revisó el trazo y los niveles repetidas veces para que no exista error alguno y llevar un control por medio de la bitácora de obra, donde como ya sabemos firman los responsables de la obra.

Todos los armados vienen representados en los planos respectivos. Como ya lo indiqué anteriormente uno como responsable debe involucrarse en el proyecto hasta en lo más mínimo. Así se hizo y se procedió a lo indicado por los planos al armado de todos los elementos estructurales de la cimentación, teniendo de antemano la conciencia que dentro de las cimentación se anclan los elementos estructurales de la superestructura. Razón por demás que hay que cuidar y verificar junto con el trazo de estos elementos estructurales.

Las zapatas que se armaron en la primera torre fue de manera tridimensional como se puede apreciar en los planos y que nos permitió de alguna manera en su construcción ahorro de tiempo.

A este tipo de zapatas en forma de dados se les llamó del tipo escalonadas y que por su facilidad para armarlas nos ahorran tiempo y esfuerzo. En el momento del colado, también se ahorra tiempo, pues prácticamente estaban contenidos en la excavación de la zapata y no había que cimbrar y descimbrar, además de que los rellenos eran mínimos.

### **6.1.3. -Trabes de liga.**

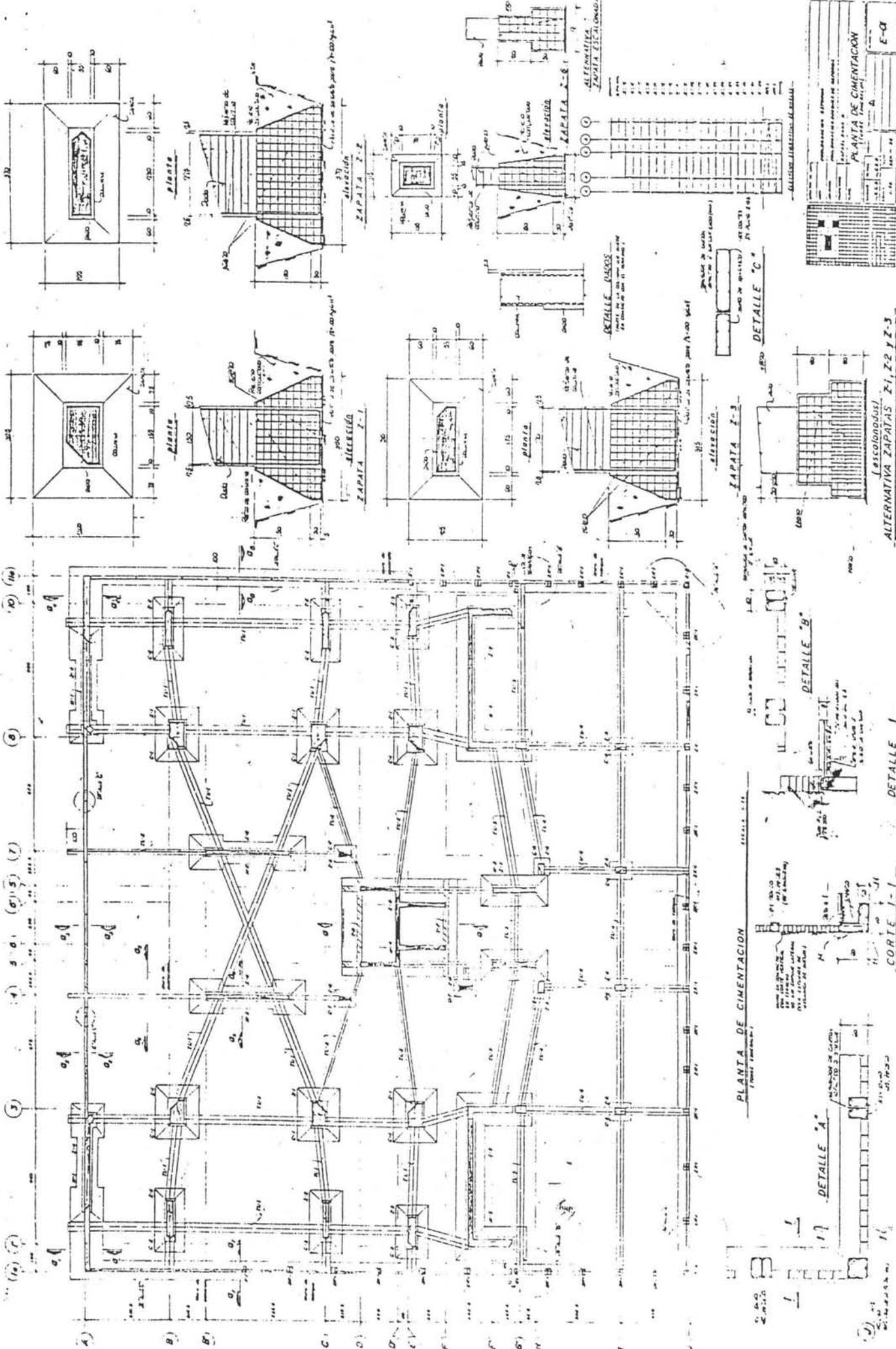
El ingeniero calculista tomó todas las precauciones de seguridad, aunque sabía de antemano que el nivel de desplante de las tres torres era el adecuado, tomó la decisión de ligar toda la cimentación para dar precisamente un mayor rango de seguridad a la misma.

Todas las trabes de liga se cruzan entre si con las zapatas de cimentación, lo que permite que haya una mejor distribución de la carga y además permita confinar toda la cimentación de posibles hundimientos diferenciales. Ver Planta de Cimentación E-01. anexo.

Como se puede apreciar en el reporte fotográfico la excavación se realizó con equipo mecánico, como son la retroexcavadora y la maquinaria pesada como son las Poclain que permitieron tener la excavación antes de lo previsto. La utilización de la mano de obra únicamente se utilizó para afine de fondo y las caras verticales de la cimentación.

Como el terreno era muy compacto, (tepetate) en todas las caras verticales, se recomendó la utilización de hule de alta densidad, para no realizar sobre excavación y evitar cimbra innecesaria, por esto los procedimientos para el armado de las trabes de liga fue en la parte superior y después fueron bajados a su sitio, de manera que el procedimiento del armado de dichos elementos estructurales ahorró de manera significativa tiempo y costos en su ejecución, pues únicamente nos dedicábamos a su colado, avanzando significativamente en todo el proceso de la cimentación.

Todas las especificaciones llevadas a cabo en el procedimiento de la cimentación, vienen representadas en los planos arquitectónicos y estructurales, indicando los niveles y la posición del acero de refuerzo respectivamente. El consultarlos diariamente nos da la posibilidad de evitar errores en la obra y el hecho de que cada contratista cuenta con un juego respectivamente, evitará por supuesto minimizar posibles errores. Pero como ya sabemos en un proyecto de esta magnitud generalmente existen cambios que de alguna manera modifican el avance de la obra, es necesario contar con un enlace permanentemente con las partes involucradas en este proyecto para que a la brevedad se cuente en obra con las modificaciones y las correcciones de los planos correspondientes, amén de que contamos con la bitácora de la obra que nos permite de alguna manera tomar la decisión de primera mano ya que en esta se simplifican algunos procedimientos de oficina.



PLANTA DE CIMENTACION (Fundación)	
ESCALA: 1:50 FECHA: 10/10/2010 PROYECTO:	ALTERNATIVA ZAPATA I-1, I-2 y I-3
DISEÑO:	VERIFICACION:
APROBACION:	APROBACION:

#### 6.1.4. -Contra-trabes y losa de cimentación en cisternas.

En el proyecto arquitectónico se contempló, la construcción de las cisternas que almacena el agua para el servicio del conjunto. En los planos estructurales, se resolvió con la construcción de unas contra-trabes de gran peralte, ligadas a los dados y las zapatas de la cimentación de la estructura, considerando también una losa de cimentación, este elemento estructural por tratarse de una cisterna tiene un singular problema, no debe haber juntas frías, por lo tanto no debe colarse por separado, y aunque son elementos de buen tamaño y que se llevan un gran volumen de concreto, deben de colarse en un solo vaciado, para que no existan las juntas frías y por lo tanto evitar fugas de agua en estas cisternas.

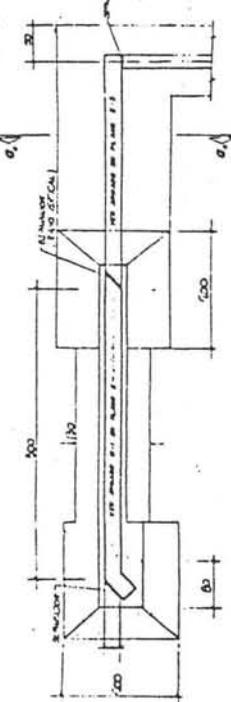
En el proceso de construcción de estos elementos estructurales, en lo personal me tocó construirlos y tomar la decisión de habilitarlos y armarlos de manera conjunta, contra-trabe, losa de cimentación, zapatas y dados, efectuar este trabajo resultó por demás complicado pero teniendo el personal adecuado se procedió a cumplir dicha tarea, esta parte del proceso de construcción de la cimentación se desarrolló de manera ordenada como sigue:

- a.- Se afinaron los fondos y las paredes verticales de la excavación de la cisterna.
- b.- Se procedió al colado de las plantillas respectivamente tanto de las contra-trabes como de la losa de cimentación.
- c.- Se instaló hule de alta densidad en las paredes verticales donde iban las contra-trabes.
- d.- Previamente se habilitó el acero de refuerzo.
- e.- Se armaron las contra-trabes, la losa de cimentación, zapatas dados y columnas.
- f.- Se cimbró las contra-trabes como si fuera contra muro, cimbra en zapatas, y dados.
- g.- Se procedió a colar la losa de cimentación primeramente.
- h.- Se procedió a colar junto con la losa de cimentación y en segundo término las contra-trabes, las zapatas y los dados, todo esto en una sola exhibición.

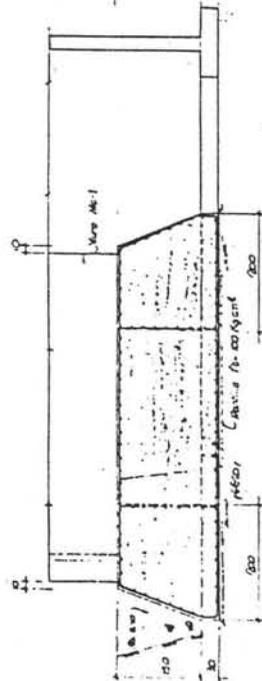
Visto este procedimiento se trató de evitar las juntas frías en estos elementos estructurales de gran tamaño (9.50 m X 6.50 m).

La losa tapa de la cisterna se procedió a colarla ya sin mayor problema.

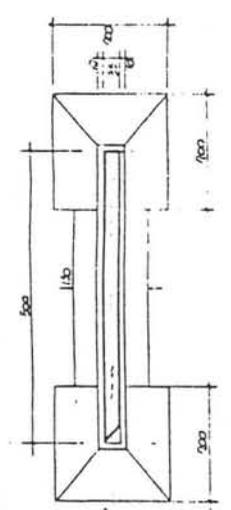
Las contra-trabes también fueron contempladas estructuralmente, para bajar el peso de la estructura hacia el terreno, amarradas con una losa de cimentación, y los muros de los cubos de los elevadores, que como sabemos en caso de sismos son los muros los que disipan en mayor medida la energía por el efecto del sismo, por sus dimensiones y por que su geometría lo permiten. Ver Planta de Cimentación E-01 y Plano de Cimentación Muros E-02 anexos.



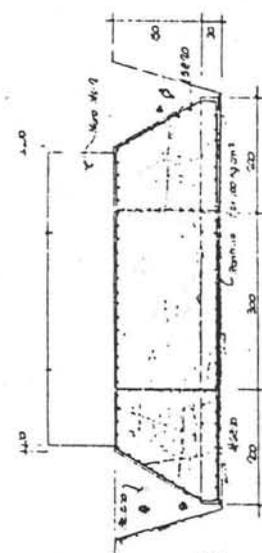
1-1 planta



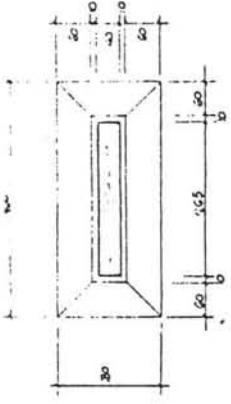
ALTERNATIVA ZAPATA I-4



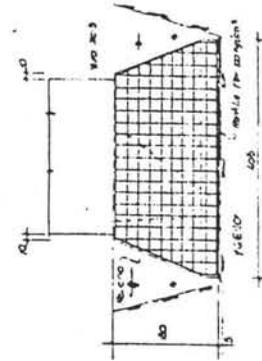
planta



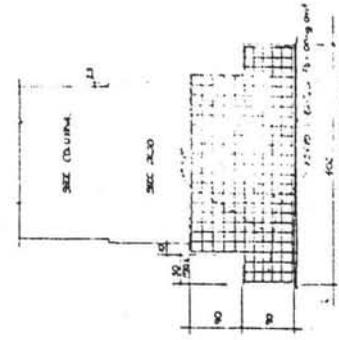
ALTERNATIVA ZAPATA I-5



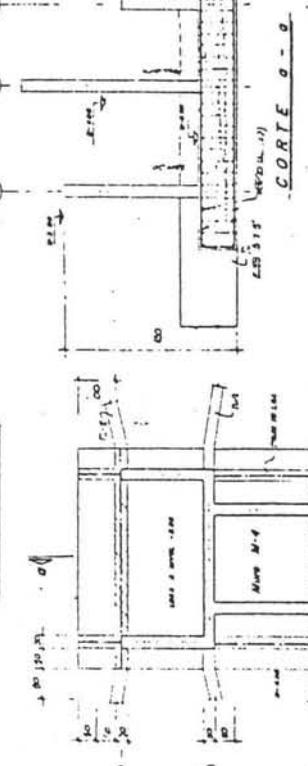
planta



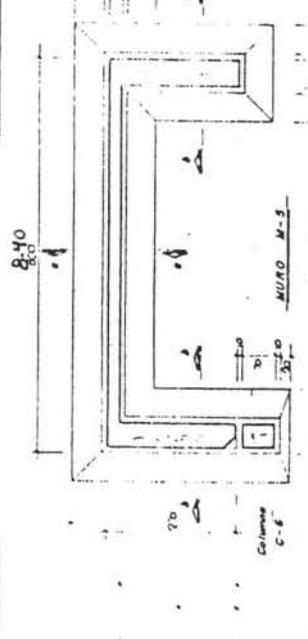
ALTERNATIVA ZAPATA I-7



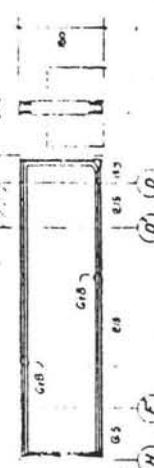
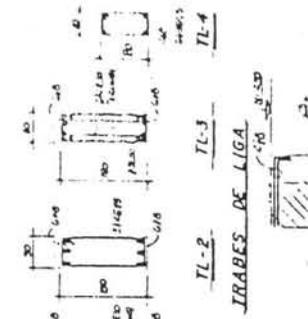
ALTERNATIVA ZAPATA I-8



ZAPATA I-6



ZAPATA I-9



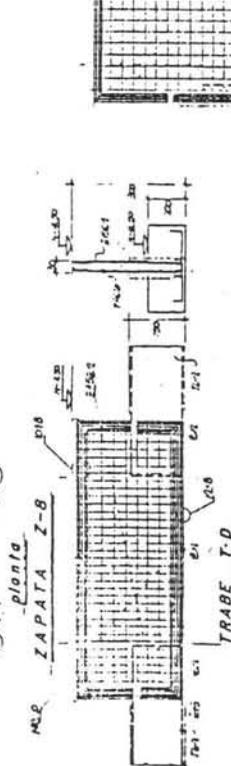
ZAPATA I-3



ZAPATA I-2



ZAPATA I-1



ZAPATA I-0

CIMENTACION MUROS	
ESPECIFICACIONES	E-02
PROYECTO	
FECHA	
ELABORADO POR	
REVISADO POR	
APROBADO POR	

## **6.2. - ESTRUCTURA.**

### **6.2.1.- Columnas, Muros Estructurales, y Muros de Contención.**

Haciendo hincapié respecto a la construcción de las tres torres, se presenta en este capítulo de manera general la construcción de estos elementos estructurales (columnas, muros estructurales, y los muros de contención) de la manera siguiente:

Las columnas fueron resueltas arquitectónicamente en forma de trapecio para optimizar los espacios de las circulaciones y accesos a las áreas de pasillos.

Su desplante desde la cimentación, nos permitió ajustar convenientemente la modulación de la cimbra, ya que para toda la obra se considera una cimbra tipo (CIMBRA-MEX). Ver Fig. 6.2.1.1. y que permitiera todas las variantes de las columnas, conforme se iban subiendo de niveles como, el cambio en el área de acero y reducción de la sección, según el nivel respectivo que se estuviera trabajando.

Por su versatilidad esta cimbra se combinó perfectamente, porque en la cara interior conserva paneles de madera, y en su cara exterior refuerzos con ángulos soldados convenientemente para dar mayor rigidez, la utilización de accesorios que nos permiten un cimbrado más rápido y ahorrar tiempo. En la obra se contó con los accesorios complementarios para el refuerzo de la cimbra, como son las cuñas, los cerrojos, tirantes y corbatas, puntales para troquelar.

El tirante o corbata va encamisado con poliducto y es la pieza que sujeta la cimbra en los 2 extremos.

La cuña sujeta al tirante o corbata por la parte exterior de la cimbra en ambos extremos.

Los cerrojos sujetan los paneles del CIMBRA-MEX.

La fuerza de trabajo se capacitó, ya que con una base de madera perfectamente clavada al piso y con los trazos debidamente aprobados, su instalación por demás rápida nos llevó a optimizar los tiempos de obra ya establecidos en el programa, ya de manera general este tipo de cimbra se utilizó para todos los elementos estructurales, como son las columnas, muros estructurales de los elevadores y de las fachadas principales, así como también los muros de contención de los estacionamiento (ubicados en los sótanos).

Este tipo de elementos estructurales, desde su inicio en la cimentación se tuvo el principal cuidado de supervisarlos, como se ha repetido en este tipo de construcciones no debe cometerse error alguno, hay que cuidar todo su proceso.

El habilitado y el armado del acero se verifican con la supervisión de manera continua, revisando tanto el acero vertical como el horizontal en cada nivel, procediendo a la revisión de los trazos con la topografía de obra.

Es importante el procedimiento para su colado, ya que algunas ocasiones sucede que los concretos por ser demasiado fluidos, la lechada del concreto se salen por las ranuras de la cimbra, por lo general en la base la cual se corrige, colocando alrededor de la base arena para evitar la fuga del mortero. También es necesario comentar que en el proceso del colado, el vibrado debe ser supervisado ya que es importante este paso, vibrar sin excederse, ya que de hacerlo lo único que provoca es que la cimbra se abra, es el criterio del residente de obra que esta actividad se cumpla ya que los concretos utilizados si son los adecuados no hay necesidad de un exagerado vibrado.

Las precauciones que se deben tomar al colar estos elementos estructurales son de vital importancia para evitar accidentes en el personal que los realiza, para esto hay que cuidar los siguientes puntos:

- a) Colocar tapias de seguridad para el personal, y el vibrador.
- b) Sujetar la boca de la tubería del colado al acero vertical o colocando un codo al interior de la columna o elemento que se vaya a colar.
- c) El personal deberá utilizar el arnés con sus bandolas adecuadamente (equipo de seguridad).
- d) Contar con el personal necesario para esta actividad.

Por parte de la residencia los puntos importantes que debe cuidar son los siguientes:

- a) Toda la cimbra debe estar perfectamente reforzada.
- b) Cuidar que la cimbra este a plomo antes y después de cada colado con sus plomos en todas sus caras.
- c) El acero de refuerzo deberá estar siempre centrado con respecto a la cimbra y con sus recubrimientos especificados.
- d) Se verifican los niveles de colado para no hacer demoliciones innecesarias (recortes).
- e) Cuando la columna se descimbre curarla con agua y proceder a colocar su membrana de curado.
- f) Cuando las columnas se hayan colado no someterlas a movimientos bruscos.(evitar revestirlas inmediatamente).
- g) Limpieza del acero un día después con cepillo de alambre.
- h) Picar y dejar rugosa la superficie de contacto con las losas.

Como todos sabemos las columnas son los elementos estructurales que reciben las cargas verticales y que absorben los movimientos dinámicos (como son los sismos) además por su geometría, nos permitió que el acero de refuerzo se distribuyera en todas sus caras para no utilizar paquetes mayores de dos varillas.

Por el avance de la obra generalmente se utilizaron 2 juegos de cimbra mismos que repartíamos para cada área de 450 m<sup>2</sup>, tanto de cimbra para losa, como cimbra para muros y columnas. La utilización de cimbra metálica en las trabes de las fachadas nos permitió un ahorro significativo en comparación con cimbra de madera que fue substituida cada 12 usos. La cimbra metálica duró toda la obra y se recuperó casi intacta.

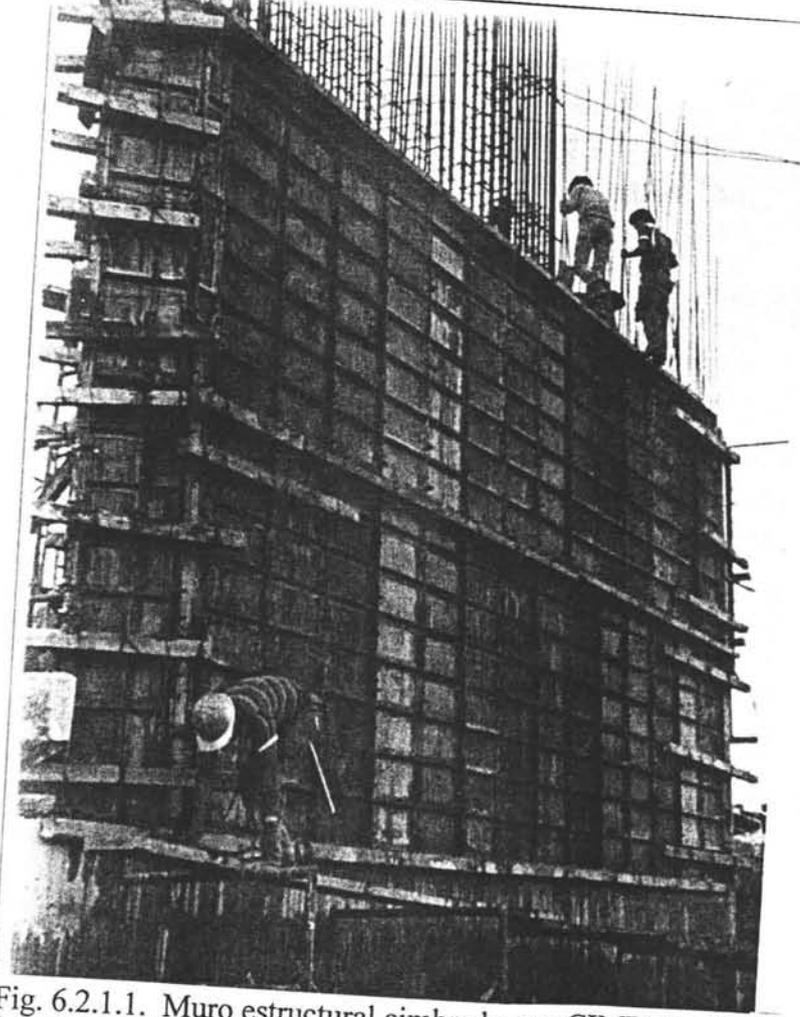


Fig. 6.2.1.1. Muro estructural cimbrado con CIMBRA-MEX.

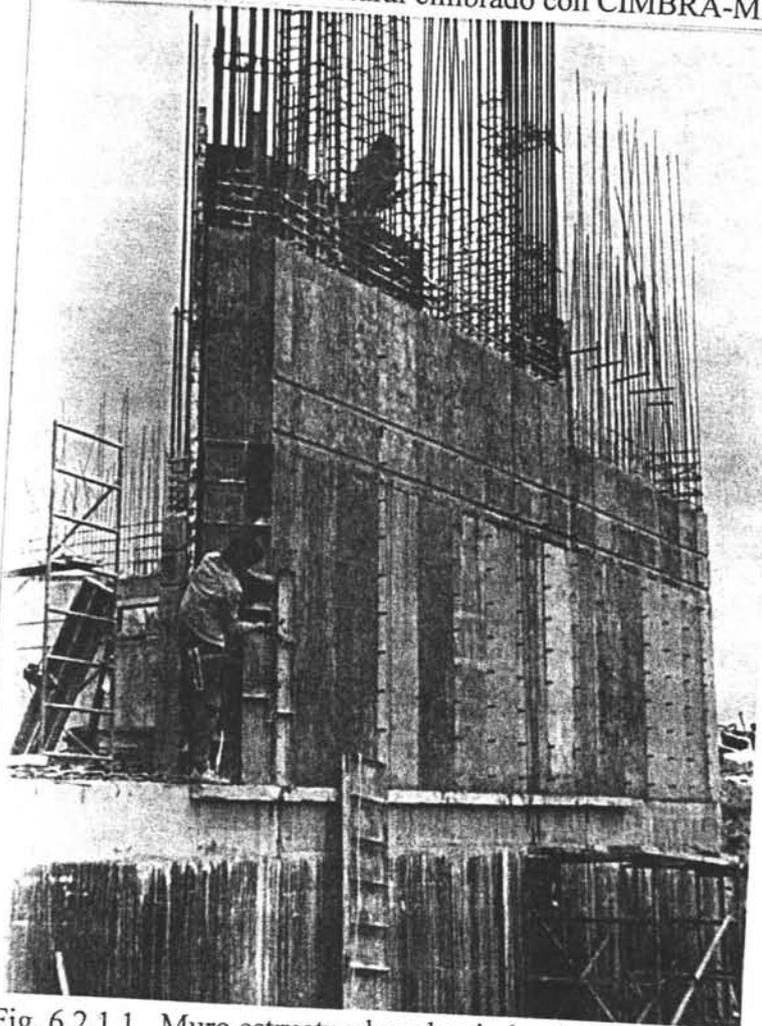


Fig. 6.2.1.1. Muro estructural ya descimbrado.

Para el colado de las columnas siempre se utilizó concreto premezclado, en sus inicios el concreto fue comprado, y posteriormente fue fabricado en la obra con las plantas dosificadora, que se tenían (plantas dosificadoras la ELBA-15 y la ELBA-20, de un saco cada una).

Por las características de la obra se utilizaron concretos de alta resistencia y se elaboraron con un estricto control de calidad ya que el laboratorio se encontraba en la obra y el muestreo fue de inmediato. El concreto de alta resistencia, se considera así por las características de sus agregados, ya que generalmente son de grava caliza de aspecto irregular con aristas muy pronunciadas y conservando un tamaño determinado, al contrario de los concretos con grava normal que son gravas que oscilan entre  $\frac{3}{4}$ " y 1", de diámetro y sus aristas son menos pronunciadas y son más o menos redondeadas.

De igual manera se manejó una cimbra modulada para todos los muros de los cubos de los elevadores, los muros de contención que son los de mayor dimensión porque son los de mayor longitud se ubican en la planta baja, en las áreas abiertas se colocaron muros estratégicamente en las fachadas y forman parte principal de la estructura, como se mencionó anteriormente disipan considerablemente los efectos sísmicos. El núcleo de los elevadores es un elemento estructural demasiado rígido que debe ser aprovechado también para disipar los efectos sísmicos, como también para resguardar las únicas salidas de emergencia con que cuentan los edificios como son las escaleras de servicio.

Los muros de contención que se ubican en los 2 sótanos y en el primer nivel, como su nombre lo dice sirven para contener el relleno de la colindancia, suben un nivel más y le dan mucho mayor estabilidad a la estructura de cada torre. Se utilizaron también para que den amplitud a las áreas de estacionamiento de los sótanos como de la planta baja. Ver Plano de Cortes de Cimentación E-03 anexo.

Para el habilitado-armado, cimbrado y colado se siguió el mismo criterio de las columnas, tomando las precauciones en su proceso de colado y la seguridad del personal.



## 6.2.2. - Losas de entrepiso.

### Cimbra en losas reticulares.

Para el cimbrado de losas se realizó de la siguiente manera:

- a) Se colocaron los andamios de manera longitudinal separados de tal forma que vayan a la misma distancia unos de otros.
- b) Colocar las crucetas y los seguros, realizar esta operación con todos los andamios.
- c) Los gatos se colocarán tanto en la parte inferior, como en la parte superior, en la parte inferior se colocará una base de madera para que pueda asentar bien la base del gato y se pueda repartir la carga a la losa inmediata inferior, en la parte superior lleva una base donde asienta las vigas de acero y la cimbra (todas las vigas se asegurarán para evitar algún posible deslizamiento).
- d) Esto a su vez se alineará para colocar las tarimas de la cimbra de madera que servirán de apoyo para continuar con los demás trabajos, como es la colocación del casetón de fibra de vidrio, acero de refuerzo y por supuesto su colado.

La colocación de la cimbra madera (tarimas) se realizará de manera perpendicular a los andamios para que tenga su función de repartir el peso de la losa en el proceso del colado.

Generalmente la cimbra de madera se realiza utilizando la hoja de triplay con un espesor mínimo de 12mm y sus dimensiones son de 1.22 m X 2.44 m, para reforzar la hoja se utiliza el barrote y se arma de la siguiente manera: Los barrotes se colocan longitudinalmente a la mayor dimensión de la hoja de triplay y se refuerza con 4 ó hasta 5 barrotes, se remata con 2 barrotes en los extremos, todos los barrotes se fijarán con clavos de 4" y 2.5 ". La cimbra para que tenga un mayor número de usos, y se conserve se le da un baño de aceite requemado, también es muy común bañarlas con diesel, pero no es muy recomendado ya que puede ser utilizado como un solvente que puede diluir la liga con que se unen las hojas de triplay.

Ya que se terminó de cimbrar el paso siguiente es nivelar la cimbra, se pasan los niveles en las columnas de concreto, se pasan los hilos para verificarlos en la cimbra, esto se realiza en la parte media de toda la cimbra y se realiza en todos y cada uno de los pisos correspondientes.

En la cimbra por lo regular, para todas las plantas tipo se dejó la contraflecha, que se da con el ajuste en los gatos superiores, estos ajustes varían de 0 a +05 cm a partir de los apoyos ya sea un muro ó una columna y esto sucede en todos y cada uno de los centros de los claros, después que se cuele la losa y el concreto tenga la resistencia adecuada, 80% como mínimo de la resistencia especificada se nos permite el descimbrado, el descimbrado lo realizamos de la siguiente manera, se empieza donde se inicio el colado, se aflojan los gatos superiores bajándose junto con la viga de acero, la cimbra de madera en este caso las tarimas se quedan pegadas por la presión que existen entre ellas y se procede a bajarlas con las barretas y las cuñas, cayendo encima de las vigas de acero, se procede a entresacarlas y retirarlas hacia el nuevo tramo de losa, los gatos y las vigas se vuelven a nivelar hasta tener contacto con la losa colada y serán retiradas hasta que el concreto obtenga el 100% de la

resistencia especificada en el proyecto, o según al criterio del residente de la obra se dejará apuntalada retirando los andamios para ser utilizados en el nuevo tramo de losa, hasta que se alcance la resistencia especificada, con el paso del tiempo los puntales serán retirados y la contra flecha que de un inicio se dejó, lo tomará el concreto y el acero, de tal suerte que las losas quedarán con el nivel especificado por el proyecto arquitectónico. De no tomar esta medida todas las losas se verían colgadas. Una precaución tomada en la residencia de la obra fue, considerar apuntalados al menos 2 niveles inmediatos inferiores en el proceso de cada colado y hacerlo periódico hasta el término del edificio.

Las losas de concreto fueron del tipo reticular aligeradas, este tipo de losas fueron construidas con el casetón de fibra de vidrio, de las dimensiones siguientes 63.5 X 63.5 cm y por una altura de 35 cm, 63.5 X 31.75 cm y 31.75 X 31.75 cm todos con la misma altura utilizando desmóldante en todas y cada una de sus caras para posteriormente retirarlos, limpiarlos y nuevamente utilizarlos. Ver plano anexo. Estas losas reticulares permite que trabaje en sus dos direcciones ya que se diseñan con una serie de nervaduras principales, que parten de los apoyos con el armado fuerte y después con una serie de nervaduras secundarias que se apoyan sobre las nervaduras principales. La capa de compresión de este tipo de losas es de 5 cm de espesor y va reforzada con malla electro-soldada del 6X6 - 10/10, para que finalmente su espesor sea de 40 cm, según el caso. La malla se traslapara al menos dos cuadritos de la malla se amarrara con alambre recocido al acero de la losa extendiéndola correctamente para que no sobresalga del colado. Ver las Fig. 6.2.2.1 y 6.2.2.2. Los avances correspondientes de cada torre. Ver Fig. 6.2.2.3. y 6.2.2.4.

Generalmente los apoyos se refuerzan con una serie de capiteles que permiten rigidizarlos, estos capiteles se refuerzan con acero de mayor diámetro en ambos sentidos y lechos, el área de este capitel abraza incluso las nervaduras secundarias y primarias, esta área no lleva casetón de fibra de vidrio, es una zona de concreto macizo reforzado.

Las juntas de colado que se realizaron en las plantas tipo, frecuentemente se diseñaban pasando el núcleo de los elevadores y de manera estratégica a un cuarto de los apoyos. Los tapones de colados se realizaban con pedacearía de barrote en forma inclinada formando un ángulo de 45° para que al hacer su limpieza fuera de inmediato, como se muestran en la Fig. de la planta del plano anexo.

Este tipo de losas se coló con las trabes perimetrales de la estructura y formaban parte de las fachadas.

Para el habilitado y armado del acero de refuerzo de estas losas y trabes se supervisaba cuidadosamente las longitudes de anclajes del acero dentro de los muros y las columnas, traslapes y el acero especificado en los planos estructurales junto con la supervisión, ahorrando tiempos.

Este tipo de losas lleva sus recubrimientos con pedacearía de varilla o con calzas de concretos que ya se compran prefabricados, estas calzas sirven tanto para columnas como para las losas, y en forma general para todos los recubrimientos del acero.



Fig. 6.2.2.1. Vista de Torre Esmeralda en construcción.

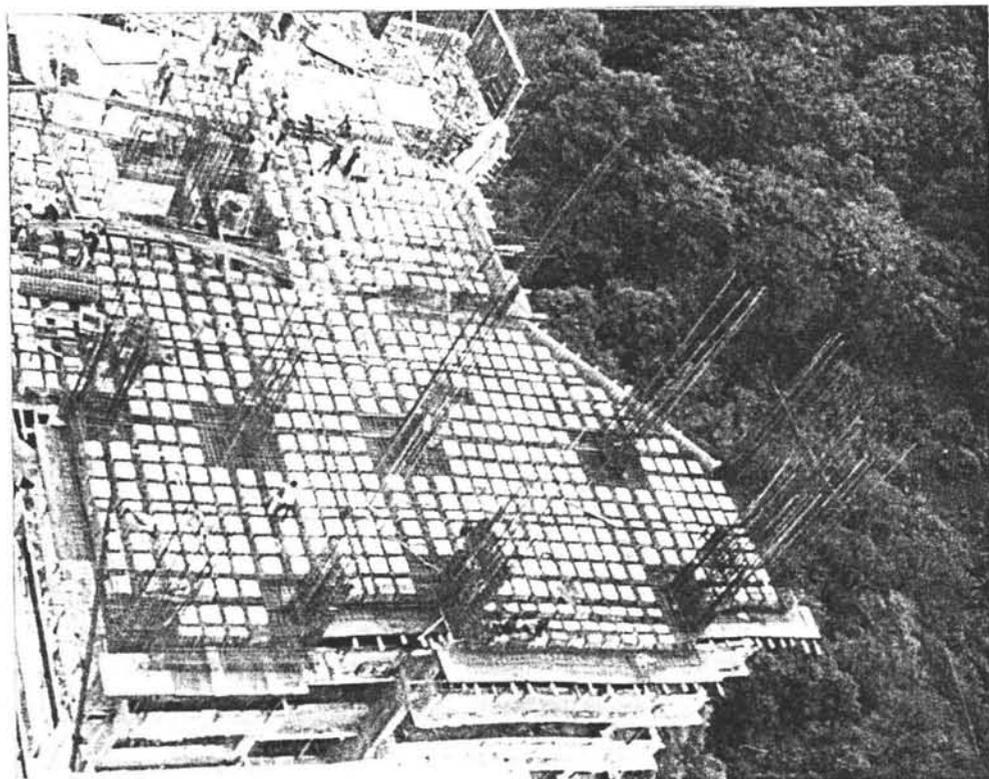


Fig. 6.2.2.2. Vista de Torre Esmeralda de una losa reticular en construcción.



Fig. 6.2.2.3. Torre Esmeralda al 100% de avance.



Fig. 6.2.2.4. Torre Zafiro al 50% de avance.

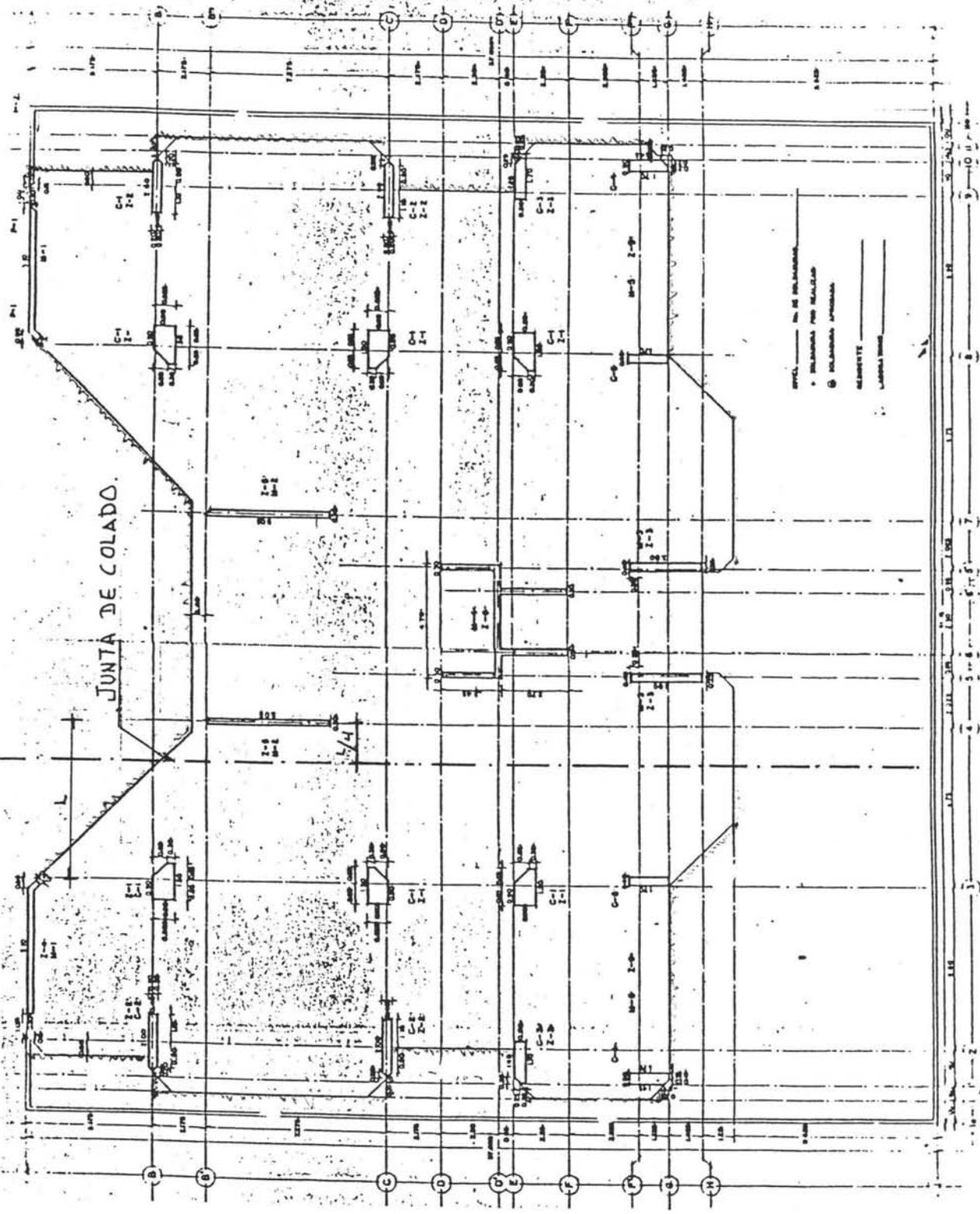
ACERO SUP.

ACERO INF.

45°

COYTE DE JUNTA DE COLADO. A 45°.

JUNTA DE COLADO.



PLANO JUNTAS DE COLADO.

Todas las losas se curaban con un riego de arena húmeda y todos los elementos estructurales después de curarlos con agua se procedía a colocar una membrana de curado llamada molduceto o curaceto.

### 6.2.3. - Tanque Elevado y Cuarto de Máquinas.

El tanque elevado: Como su nombre lo dice el tanque de agua tiene una función importante, porque en él se almacena el agua para el consumo humano y los servicios del edificio, el tanque elevado se ubica en la azotea de cada edificación, este tanque lo resolvió el calculista, subiendo los muros de concreto del cubo de los elevadores, de ahí lo apoyó extendiendo por medio de trabes de gran peralte los muros perimetrales que lo forman, el acero de refuerzo para los muros fue un doble emparrillado de varillas del #3 a cada 20cm en ambas direcciones, el cimbrado fue realizado como si fuera de una sola pieza ( reforzado como si fuera un contramuro). Para el colado se tuvo el inconveniente que debe colarse tanto en su losa inferior como en sus muros perimetrales en una sola exhibición, no deben existir juntas frías, (el secreto está como en el caso de la cisterna que se ubica en la cimentación) el colar primero la losa de piso con un revenimiento bajo + o - 12 cm y dejar fraguar un par de horas, posteriormente colar los muros perimetrales tratando que el concreto tenga un mayor revenimiento, no utilizando en exceso el vibrador para no vaciarlos en el fondo de la losa.

El cuarto de máquinas al igual que el tanque elevado se diseña y se proyecta bajo las especificaciones de espacio y necesidades de los elevadores, en este espacio se confinan las máquinas para los 2 elevadores de servicio y para el montacargas de la zona de servicios.

Aquí hay que tener especial cuidado en el trazo, de las bases de las máquinas de los elevadores, y los pasos de los cables de los contrapesos.

La cimbra de los cajones de los pasos hay que fabricarlas con holgura suficiente.

La losa maciza se diseñó para soportar el peso de las cabinas más la carga viva, la carga de las máquinas y los controles, teniendo especial cuidado en todos los pasos que se dejan para los cables de acero de los elevadores y los contrapesos, es necesario comentar que este tipo de losas se armaron con un doble emparrillado de varillas del #5 a cada 20 cm en ambos lechos y en ambas direcciones, con un espesor de 20cm, utilizando un concreto de alta resistencia de  $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ . esta losa fue compartida junto con la del tanque elevado.

La losa tapa de la cisterna y del cuarto de máquinas se utilizó para el helipuerto, se diseño para recibir impactos, se armó de la siguiente forma, un doble emparrillado del #4 a cada 20cm en ambos lechos y en ambas direcciones, con un espesor de 15 cm, con la resistencia del concreto y acero de la losa de abajo.

Cada edificación cuenta con un helipuerto para uso privado o en caso de evacuar a la gente por una necesidad de emergencia.

En la losa del helipuerto se encuentra una tapa registro de .60 m X .40m con lámina de acero para el acceso al tanque elevado, con una escalinata de aluminio que sirve para darle la limpieza y mantenimiento.

Para el acceso al helipuerto se fabricó una escalera de herrería a base de canal, ángulos y solera, debidamente apoyada en sus extremos.

En todo el perímetro se dejaron barbas de varillas del # 3 a cada 25 cm, con la finalidad de colocar unos faldones de Panel W debidamente amarrados con alambre recocido, estos faldones son decorativos, y van con un aplanado acabado fino por ambas caras y emboquillados.

Para terminar con este trabajo en la zona del helipuerto se pintó la señalización con pintura reflejante con las indicaciones necesarias para su uso.

#### **6.2.4. - Muros divisorios de cada departamento. (Albañilería)**

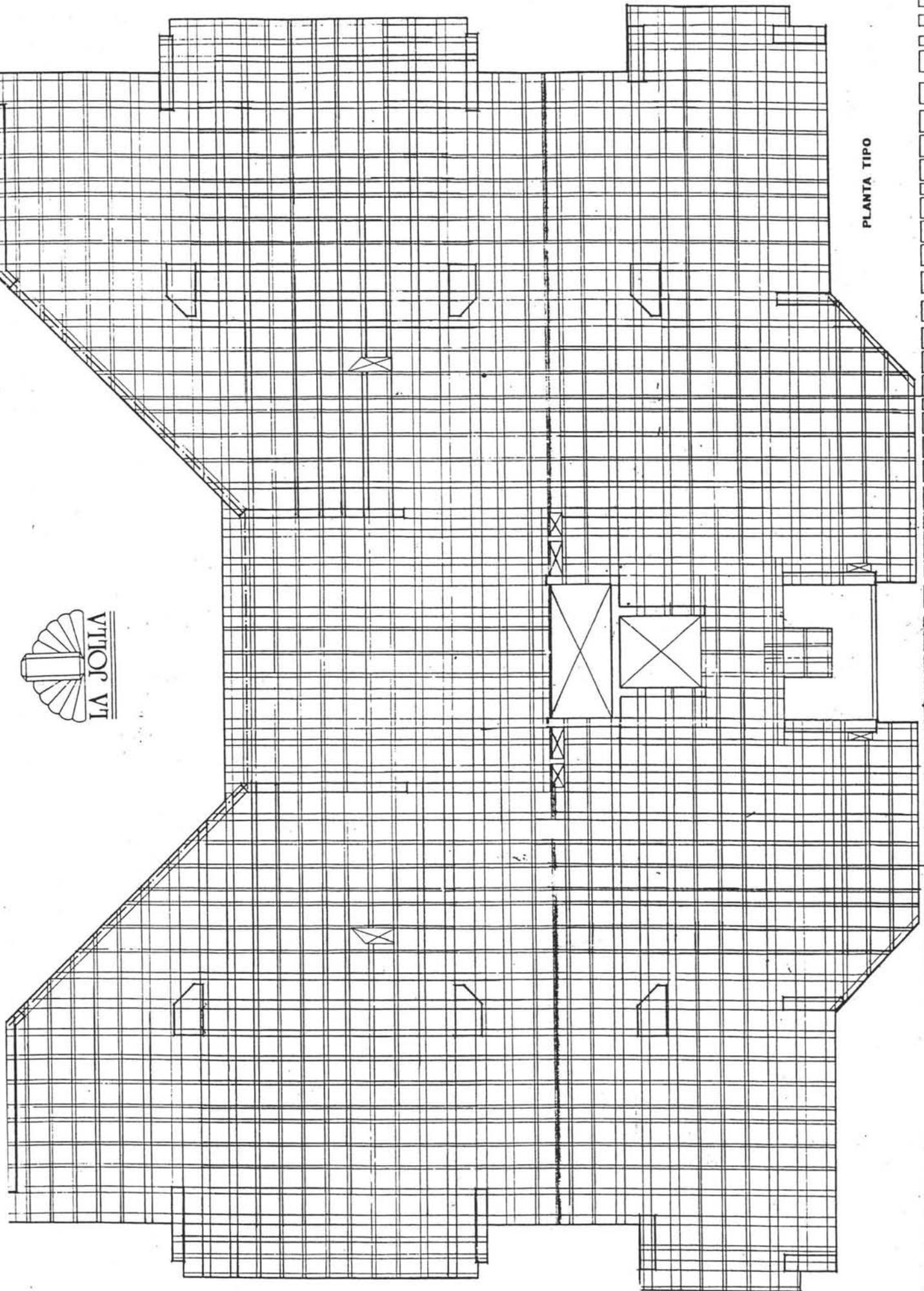
Para realizar la construcción de los muros divisorios en cada departamento, previamente en los colados de losa reticular se dejaron anclados tramos de 50 cm de castillos tipo Armex de 15X15 cm, posteriormente se da inicio con el trazo y nivelación para empezar con el desplante de los muros, los muros son de block 15X20X40 cm tipo intermedio unido con mortero cemento arena 1: 5, estos muros de block en la parte superior y 50 cm antes de llegar a la losa llevaron una cadena de 15x20 cm de concreto armado, se enraza con 1 hilada de block y se remata con celotex a la parte inferior de cada losa, todos los castillos y cadenas son del tipo Armex de 15X15 cm y de 15X20 cm, los castillos con las columnas se dejaron juntas con celotex, que es un material en tiras de 2 cm de espesor por 15 cm de ancho, y por 2.44 m de largo, estas tiras se comprimen absorbiendo los desplazamientos de la estructura, generalmente se coloca en medio de elementos estructurales, con los elementos no estructurales, como son los castillos, el concreto utilizado en los castillos es de  $f'c = 200\text{kg}/\text{cm}^2$ .

En la parte superior de la losa reticular junto a los castillos se colocaron dos ángulos, uno de cada lado y separados del castillo 2 cm, estos ángulos son de 4" X 4" X ¼" X 10 cm de largo, sujetos con 2 taquetes expansivos de 10 cm de largo por 3/8 " para evitar el volteo en caso de un movimiento sísmico.

Todos los muros de block están indicados en el plano estructural así como también la colocación de los castillos y cadenas.



PLANTA TIPO



## CAPÍTULO 7. - PROGRAMACIÓN DE LA OBRA.

Para iniciar este capítulo es necesario recordar los Objetivos de los Programas.

**Optimizar.-** Producir una forma equilibrada empleando todos los recursos dentro del tiempo, cantidades e importes establecidos.

**Controlar.-** Verificar que todos los resultados sean conforme a los previstos y generar todo tipo de medidas para corregir cualquier diferencia.

**Coordinar.-** Unir las diferentes actividades y fases del programa entre ellas mismas y medir todas las repercusión que pueda afectar su Inter.-relación.

**Dirigir.-** Poner en marcha la ejecución de las diferentes actividades y fases de la obra.

**Organizar.-** Emplear los medios propicios a la realización de lo previsto.

**Prever.-** Encausar la producción, en los términos previstos, sin incrementar los costos.

**7.1. - Programa general de la obra y programa por cada torre.** El programa general de la obra se inició con las obras preliminares y que aparecen como las primeras actividades en este programa. El inicio de la obra es el 16 de agosto de 1989.

Dentro de los parámetros de este programa se contempló también para las instalaciones de las áreas comunes.

Se presenta a continuación el programa general de toda la obra y los programas de cada torre. Este programa a mi consideración es el que determina si funciona o no todas y cada una de las actividades que se realizarán en la obra.

Como se sabe, para llevar el control de una obra y un estimado del costo total de la obra, es necesario llevar a cabo un estudio de mercado, donde se investiga el costo de todos y cada uno de los materiales e insumos que intervienen en una obra de cualquier tipo, ya sea un puente, una nave industrial, una casa habitación o una edificación. Para esta edificación nos apoyamos en publicaciones que manejan un estudio de mercado más a fondo y que nos sirven de apoyo, como es el BIMSA que es una empresa que se dedica a estudiar y analizar los precios del mercado de la construcción, así como la fuerza de trabajo y todo lo que interviene para analizar un precio unitario con su respectivo costo indirecto.

Nuestra actividad en la obra se limita a los análisis de precios de la mano de obra (destajos de obra), y a la generación de los volúmenes como parte de la obra, en este caso la edificación de las tres torres.

En lo que se refiere a la generación de los volúmenes de obra, se ahorró mucho tiempo porque en el caso de las tres edificaciones, todo era similar en cuanto al proyecto arquitectónico, como el diseño estructural, por lo tanto se realizaron los números generadores de un sólo edificio y se metieron los datos obtenidos a la computadora para llevar un control, realizado esto se procedió en el proceso de obra llevar únicamente el control del avance de las actividades realizados por el contratista, simplificando el trabajo del residente. Estos volúmenes los aprovechó nuestro analista de costos para su control de gastos.

Cabe señalar que las únicas variables que existieron en la construcción de los tres edificios fue la cimentación y las pilas. Esto se producía conforme avanzaba su construcción, la conciliación de los números generadores con el contratista y el avance se realizaba físicamente en obra, lo que optimizaba la manera de obtener los datos más precisos.

El programa general de la obra, se le dio el seguimiento mes con mes realizando los cortes y revisándolos con todos los involucrados en el proyecto, como son: La dirección de la obra, la superintendencia, la residencia, la supervisión, los contratistas, el laboratorio de control de calidad, y el estructurista.

Estos programas alternos de cada edificación, nos ayudó principalmente para llevar un registro predeterminado, de cuando deberían de empezar las actividades y cuando se deberían de terminar. Es un programa muy completo que nos lleva de la mano en todo el proceso de construcción de todas y cada una de las torres, porque en ellos realizábamos los suministros de acero, cemento para la fabricación del concreto (concreto fabricado en obra), suministro de los agregados, suministro de andamios, suministro de cimbra de madera y modular, metálica, así como su devolución, etc.

Se anexa a este capítulo el programa general de la obra y los programas individuales de las tres torres. (Esmeralda, Zafiro, Diamante)

## **7.2. - Cuantificaciones y Estimaciones.**

Cuantificaciones. Es muy importante tener los conocimientos básicos para llevar las cuantificaciones de obra en un proyecto de esta magnitud, generalmente uno como residente de obra se debe involucrar en este tipo de actividades, si se quiere llevar un excelente control de la obra. Así lo hicimos y se realizaron las cuantificaciones respectivas como son:

- a.- Cuantificaciones del acero de refuerzo (todo el proyecto).
- b.- Cuantificaciones de la cimbra (todo el proyecto).
- c.- Cuantificaciones del concreto (todo el proyecto).

¿ Porqué realizar todo este tipo de cuantificaciones en forma general ? Nos ayudó a conocer con anticipación el volumen total por edificación además, cada nivel lo teníamos perfectamente bien cuantificado y definido lo que nos ayudó en la obra a realizar un proceso innovador para el cálculo de las estimaciones y pago a los contratistas.

Ya cuantificado el acero, la cimbra y el volumen de concreto, tanto para las losas como para las columnas y muros, nosotros realizamos unos paquetes donde estaban involucrados dichos volúmenes, ya establecidos los precios por destajo de estas actividades se procedían a conciliar y a estimar los pagos de los destajos a los contratistas.

**PROGRAMA GENERAL DE LA OBRA DEL CONJUNTO RESIDENCIAL LA JOLLA.**

	<b>AÑO</b>	<b>1989</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>
<b>CONCEPTO</b>	<b>PERIODO</b>					
TRAZO Y NIVELACION		MAYO-JULIO				
DESPALME DEL TERRENO		AGO-OCT				
OBRAS PRELIMINARES		AGO-OCT				
EXCAVACION PARA DESPLANTE DE TORRE ESMERALDA.		OCT-ENERO				
EXCAVACION PARA DESPLANTE DE TORRE ZAFIRO			ABRIL-JULIO			
EXCAVACION PARA DESPLANTE DE TORRE DIAMANTE			SEPT-DIC			
EXCAVACION PARA DESPLANTE DEL MURO DE SUELO CEMENTO.		OCTUBRE	ENERO			
CONSTRUCCION DEL MURO DE SUELO CEMENTO		OCTUBRE	MAYO			
COSTRUCCION DE LA TORRE ESMERALDA			ENE- DIC			
ALBAÑILERIA Y ACABADOS TORRE ESMERALDA			MAYO	MAYO		
CONSTRUCCION DE LA TORRE ZAFIRO			JULIO	MAYO		
ALBAÑILERIA Y ACABADOS TORRE ZAFIRO			NOVIEMBRE	NOVIEMBRE		
CONSTRUCCION DE LA TORRE DIAMANTE			DICIEMBRE	NOVIEMBRE		
ALBAÑILERIA Y ACABADOS TORRE DIAMANTE				ABRIL	ABRIL	
CONSTRUCCION DE LA CASA CLUB				DICIEMBRE	JUNIO	
CONSTRUCCION DE LA ALBERCA EXTERIOR					JUNIO-SEPT	
CONSTRUCCION DE LAS CANCHAS DE TENIS.				DICIEMBRE	JUNIO	
CONSTRUCCION DE LA PLANTA DE AGUAS RESIDUALES				DICIEMBRE	MAYO	
CONSTRUCCION DE LAS VIALIDADES				DICIEMBRE	JULIO	
JARDINERIA					MAYO- AGOSTO	
ENTREGA DE INSTALACIONES A LA ADMINISTRACIÓN						ABRIL-MAYO

PROGRAMA DE OBRA DEL CONJUNTO RESIDENCIAL LA JOLLA TORRE ESMERALDA

AÑO	1 9 9 0												1 9 9 1											
PERIODO	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
CONCEPTO																								

CONSTRUCCION DE LAS PILAS Y CIMENTACION	X	X	X																					
MUROS, COLUMNAS Y LOSA DEL SEGUNDO SOTANO	X	X																						
MUROS, COLUMNAS Y LOSA DEL PRIMER SOTANO	X	X																						
MUROS Y COLUMNAS DE LA PLANTA BAJA	X	X																						
LOSA DE LA PLANTA BAJA	X	X																						
MUROS Y COLUMNAS DEL NIVEL 1	X	X																						
LOSA DEL NIVEL 1	X	X																						
MUROS Y COLUMNAS DEL NIVEL 2	X	X																						
LOSA DEL NIVEL 2	X	X																						
MUROS Y COLUMNAS DEL NIVEL 3	X	X																						
LOSA DEL NIVEL 3	X	X																						
MUROS Y COLUMNAS DEL NIVEL 4	X	X																						
LOSA DEL NIVEL 4	X	X																						
MUROS Y COLUMNAS DEL NIVEL 5	X	X																						
LOSA DEL NIVEL 5	X	X																						
MUROS Y COLUMNAS DEL NIVEL 6	X	X																						
LOSA DEL NIVEL 6	X	X																						
MUROS Y COLUMNAS DEL NIVEL 7	X	X																						
LOSA DEL NIVEL 7	X	X																						
MUROS Y COLUMNAS DEL NIVEL 8	X	X																						
LOSA DEL NIVEL 8	X	X																						
MUROS Y COLUMNAS DEL NIVEL 9	X	X																						
LOSA DEL NIVEL 9	X	X																						
MUROS Y COLUMNAS DEL NIVEL 10	X	X																						
LOSA DEL NIVEL 10	X	X																						
MUROS Y COLUMNAS DEL NIVEL 11	X	X																						
LOSA DEL NIVEL 11	X	X																						
MUROS Y COLUMNAS DEL NIVEL 12	X	X																						
LOSA DEL NIVEL 12	X	X																						
MUROS Y COLUMNAS DEL NIVEL 13	X	X																						
LOSA DEL NIVEL 13	X	X																						
MUROS Y COLUMNAS DEL NIVEL 14	X	X																						
LOSA DEL NIVEL 14	X	X																						
MUROS Y COLUMNAS DEL NIVEL 15	X	X																						
LOSA DEL NIVEL 15	X	X																						
MUROS Y COLUMNAS DEL NIVEL 16	X	X																						
LOSA DEL NIVEL 16	X	X																						
MUROS Y COLUMNAS DEL NIVEL 17	X	X																						
LOSA DEL NIVEL 17	X	X																						
MUROS Y COLUMNAS DEL NIVEL 18	X	X																						
LOSA DEL NIVEL 18 (AZOTEA)	X	X																						
MUROS, LOSAS DEL TANQUE ELEVADO Y CTO DE MAQ.	X	X																						





En este tipo de proyectos se puede simplificar más aun cuando solo participan dos o tres contratistas, como lo sucedido en este proyecto, como por ejemplo el maestro contratista de albañilería y carpintería era uno solo, y el del acero de refuerzo por consiguiente. Como puede verse la carga de trabajo del residente se simplifica, y más aun con los paquetes de los volúmenes de obra, los tiempos se reducen para dedicarlos a la dirección supervisión y revisión de la obra.

Como por ejemplo. Si una losa de cualquier nivel los  $m^2$  de cimbra son  $1300 m^2$  se autorizaba 60% de avance en un periodo. El volumen de concreto para esa losa era de  $360 m^3$  en ese periodo se autorizaba también el 60%, y si el acero arrojaba 70 ton el porcentaje era el mismo 60%, todo esto por los precios unitarios autorizados nos daban como resultado una estimación por periodo semanal, de tal suerte que en el siguiente periodo se estimaba el otro 40% y se cerraba ese nivel con el 100% del nivel respectivo, este tipo de actividad se realizó también para muros y columnas por nivel, durante todo el proceso de la edificación lo que nos ayudó a estar más presente en la obra y optimizar su duración.

Se anexa a este capítulo algunos formatos que nos sirvieron para llevar las cuantificaciones de obra, como es el acero de refuerzo, cimbra y concreto, albañilería etc. Estos formatos se pueden hacer según el criterio de cada empresa para manejar sus volúmenes de obra.





FORMATO PARA HACER NÚMEROS GENERADORES DE ALBAÑILERÍA.

	CONCEPTO			OBRA:								CUANTIFICACIÓN			
												No			
				PROPIETARIO:								HOJA			
				UBICACIÓN:								DE			
												FECHA			
<b>GENERADORES DE OBRA</b>															
CROQUIS	LOCALIZACIÓN			MEDIDAS DE LA EXCAVACION				MUROS				CASTILLOS			
	EJES	EJES	TIPO	No PZAS	Largo	Ancho	Alto	Vol.	No PZAS	Largo	Ancho	Área	No PZAS	Longitud	Total
								Total				Total		Total	

## CONCLUSIONES.

Con la elaboración de este trabajo se demuestra que en la práctica profesional conjugamos los conocimientos adquiridos en la Universidad. Y en el trabajo la práctica, lo que nos lleva a resultados de éxito en beneficio de la sociedad de la cual formamos parte.

Estos beneficios los vemos en cualquier sitio de la ciudad de México, la infraestructura con la que contamos, es producto de ingenieros capaces de dar todo en beneficio de la sociedad, la ingeniería debe practicarse con honestidad y ética profesional. Esto nos dará como resultado el éxito de cualquier obra que llevemos a cabo.

He mirado la ingeniería civil como parte medular del desarrollo de México.

Este trabajo realizado ha sido el más representativo en mi carrera profesional como Ingeniero Civil.

La confianza y madurez adquirida en este tipo de obras me llena de satisfacción en lo personal y en lo profesional.

Deseo señalar a mis compañeros que egresan de la carrera de Ingeniería Civil que ésta profesión se debe ejercer con conocimiento y madurez, lo que estamos construyendo debe soportar cualquier emergencia a que se someten las obras, que se deben revisar todas y cada una de las especificaciones que se indican en los planos y los procedimientos constructivos con los que se rige una obra, desde el trazo y nivelación, la excavación, el control de calidad de los materiales como el acero, el concreto, una soldadura, llevar una supervisión cuidadosa de todos los elementos que conforman una cimentación ya sea una zapata, una contra-trabe, trabes de liga, una losa de cimentación, cuidando que la posición del acero sea la correcta que los estribos estén en su posición, que los ganchos y escuadras tengan la longitud especificada, y en la estructura, las columnas, los muros estructurales, las losas reticulares, cuidar hasta el mínimo detalle como son los recubrimientos del acero con el concreto, la limpieza de las juntas de colado, la rugosidad del concreto en sus juntas, una junta de colado bien diseñada, las uniones de soldadura en el acero de refuerzo, revisión de la cimbra para que esta nunca falle, los suministros de los materiales para que lleguen a tiempo a la obra, el mantenimiento de los equipos ligeros y pesados etc. Esto en la práctica de campo se va complementando y ampliando el conocimiento y acumulando experiencia, nunca dejar del lado también la seguridad e higiene de una obra, todo debe llevarse en perfecto orden y ser encaminado al buen desarrollo de la obra, también consultando y opinando a diario con el personal responsable de cada tramo o frente de trabajo, con la gente misma que hace su trabajo dentro de la obra, desde un ayudante, un albañil, un herrero, un carpintero, esta comunicación en conclusión nos dará una obra de calidad y nos llevará al éxito y buen término de la misma como a mi me sucedió.

De esta manera también deseo expresar mi profunda gratitud a la Universidad y a la FES ACATLÁN por darme la oportunidad de tener una profesión como es la Ingeniería Civil.

ANEXOS DEL CONJUNTO

RESIDENCIAL LA JOLLA

I.- OBRAS COMPLEMENTARIAS.

II.- HISTORIA FOTOGRÁFICA.

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

## **I.- OBRAS COMPLEMENTARIAS.**

**I.1.- Canchas de tenis.** En la construcción de las canchas de tenis se utilizó de igual manera el suelo-cemento realizadas en dos plataformas siguiendo el mismo criterio del muro de contención, esto se llevó a cabo en la parte baja del predio que colinda con la cañada. Estas plataformas se nivelaron y se prepararon con las indicaciones del desplante del muro de contención ya que las pruebas demostraron su gran resistencia, y únicamente se prepararon para recibir el pasto alfombra que es un material sintético, una de las canchas de tenis está cubierta y la otra al aire libre, ya que en la parte de arriba, a nivel de la corona del muro de contención se construyó otra cancha de tenis con las siguientes características:

La cimentación para esta cancha de tenis fue a base de 4 pilas desplantadas a 12 m de profundidad y de .80 m de diámetro, de concreto armado.

Las columnas son la continuidad de las pilas, de 9 m de altura y de .80 m de diámetro de concreto armado, con una placa ahogada en la parte superior para apoyar las armaduras.

La construcción de 7 armaduras en forma transversal que se apoyan sobre las columnas y en el otro extremo sobre unos dados en el muro de suelo-cemento.

La construcción de 4 armaduras en secciones en forma longitudinal y que también se apoyan sobre las columnas, estas armaduras son de estructura metálica con acero A-36 soldados sus nodos como lo indican las especificaciones.

La losa que forma la tercera cancha de tenis es a base de tabletas pre-esforzadas colocadas longitudinalmente, ya instaladas se coló la capa de compresión de 5 cm de espesor perfectamente nivelada.

El acabado final fue pasto alfombra, que es un material sintético muy ligero y resistente.

Perimetralmente se protegió con malla ciclónica.



Fig. I.1.1. La construcción de la cancha de tenis.

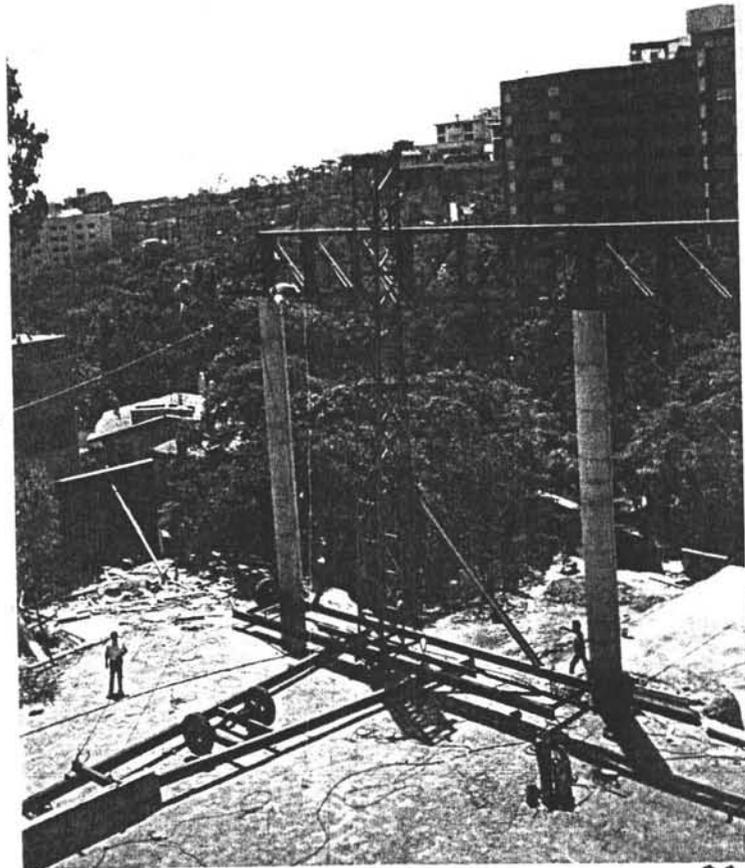


Fig. I.1.2. Suelo-Cemento en la construcción de la cancha de tenis como mejor opción.



Fig. I.1.3. Montaje de la estructura metálica en la construcción de la cancha de tenis 2.

Fig. I.1.4. Estructura metálica ya instalada para la construcción de la cancha de tenis 2.



**I.2.- Albercas.** Para la construcción de las albercas al igual que las cisternas y el tanque elevado se realizó de la siguiente manera:

Se preparó y niveló el terreno donde se desplanta la cimentación de la alberca.

Se coló su plantilla de concreto pobre de 5 cm de espesor.

Se habilitó el acero de refuerzo y se armó como lo indica el plano estructural.

La cimbra se preparó y se troqueló convenientemente para que se colara en una sola exhibición para no dejar juntas frías.

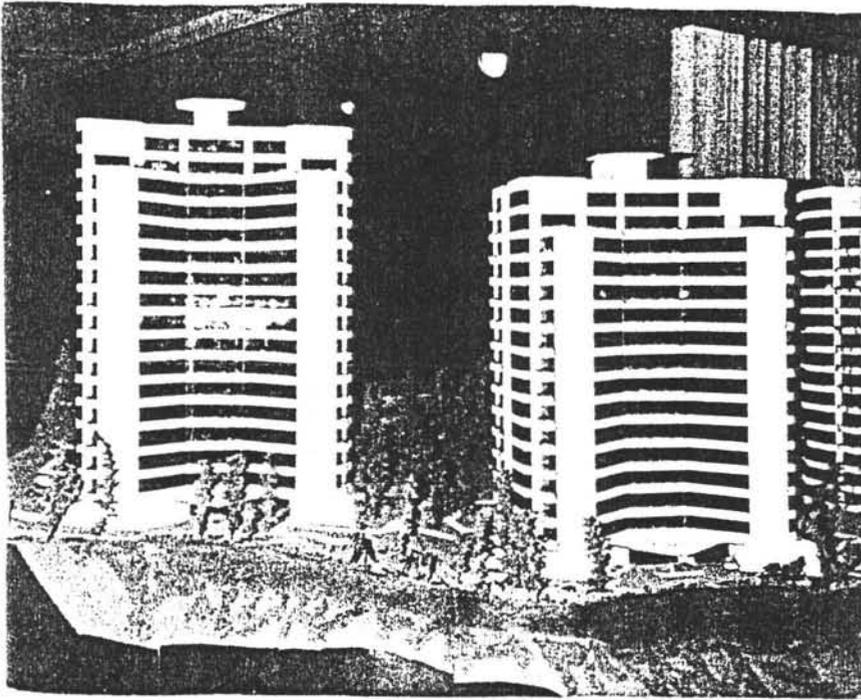
Se coló en una sola exhibición con un concreto estructural con impermeabilizante integral.

El comentario es; colar en un solo evento este tipo de elementos estructurales para evitar fugas de agua.

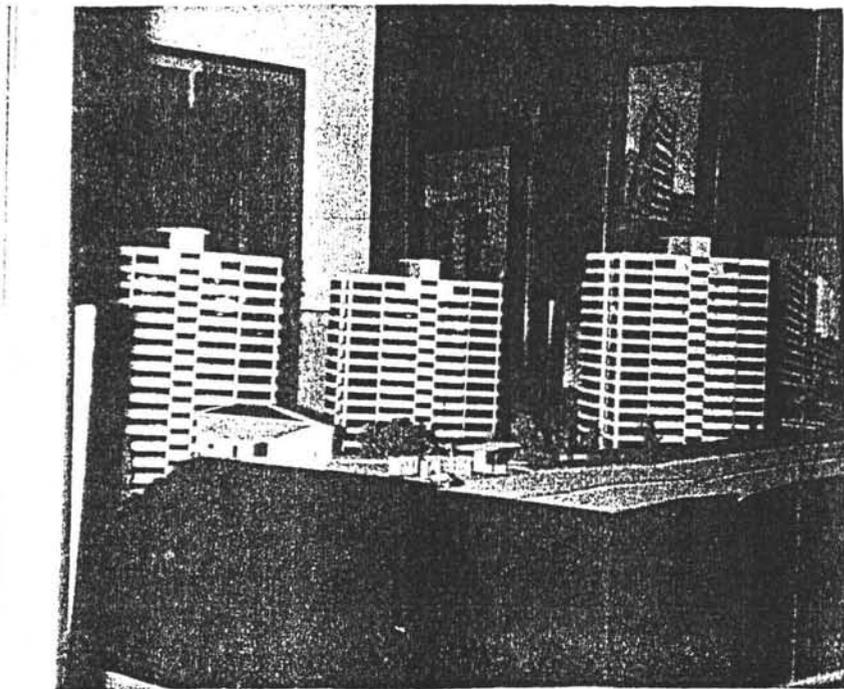
Curar con membrana.

Impermeabilizar por dentro y por fuera para evitar posibles fugas a futuro.

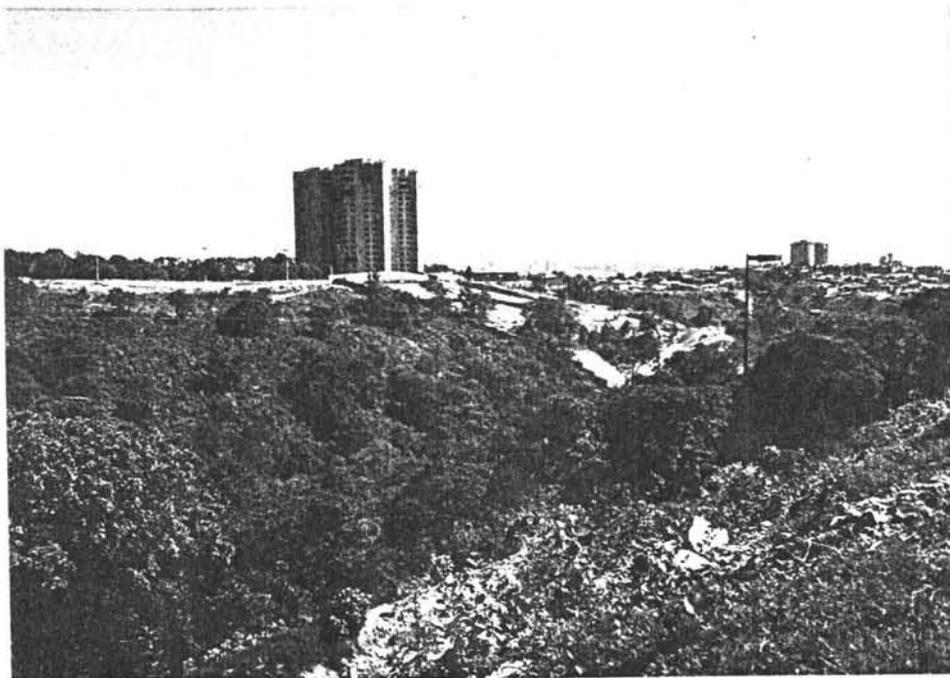
**I.-3.- Operación de los cuartos de máquinas:** En este punto cuando se construye este tipo de edificaciones, es importante tomar en cuenta al residente en la instalación de los equipos como pueden ser elevadores, cuarto de bombas, calderas, sistemas de filtrado de las albercas, el equipo de las plantas de tratamiento de aguas residuales, subestaciones, cuartos de medición etc. es común que el residente los supervise y lo único que hay que cuidar es que las indicaciones de estos equipos cumplan con las especificaciones del montaje del fabricante para su instalación y puesta en operación.



Fotografía 1. Maqueta del Conjunto Habitacional Residencial la Jolla  
Fachada Principal de la Torre Esmeralda y la Torre Zafiro.



Fotografía 2. Maqueta del Conjunto Habitacional Residencial la Jolla  
Fachada Posterior de la Torre Esmeralda, la Torre Zafiro, y  
Torre Diamante.



Fotografía 3. Vista del predio desde la calle de Laureles.



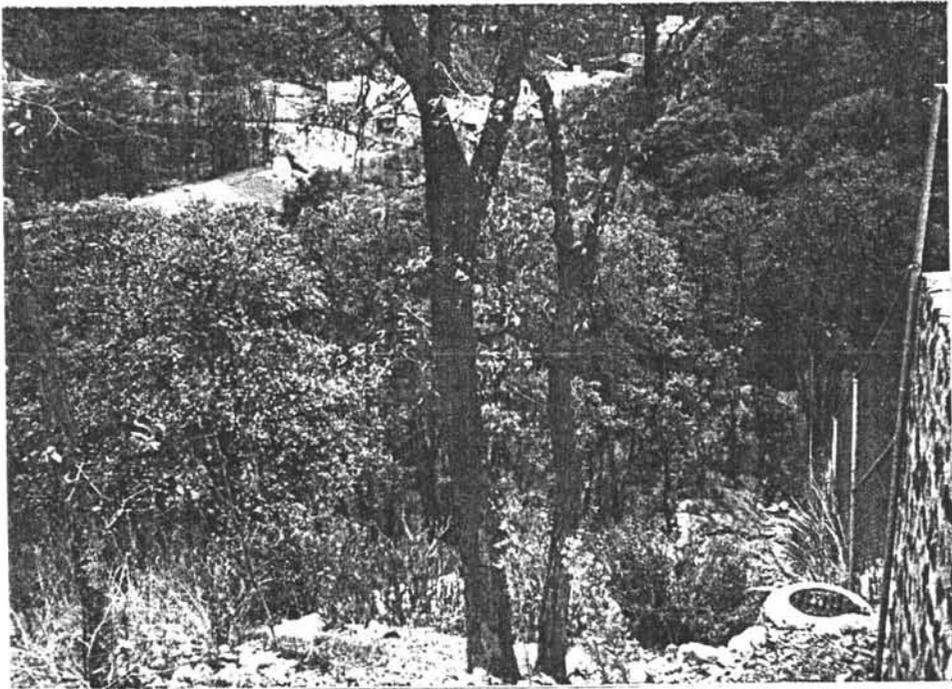
Fotografía 4. Vista del predio desde la calle de Prolongación Bosques de Reforma.(1)



Fotografía 5. Vista del predio desde la calle de Prolongación Bosques de Reforma.(2)



Fotografía 6. Vista del predio de la calle de Prolongación Bosques de Reforma. (3)



Fotografía 7. Vista del predio en estado natural al frente.



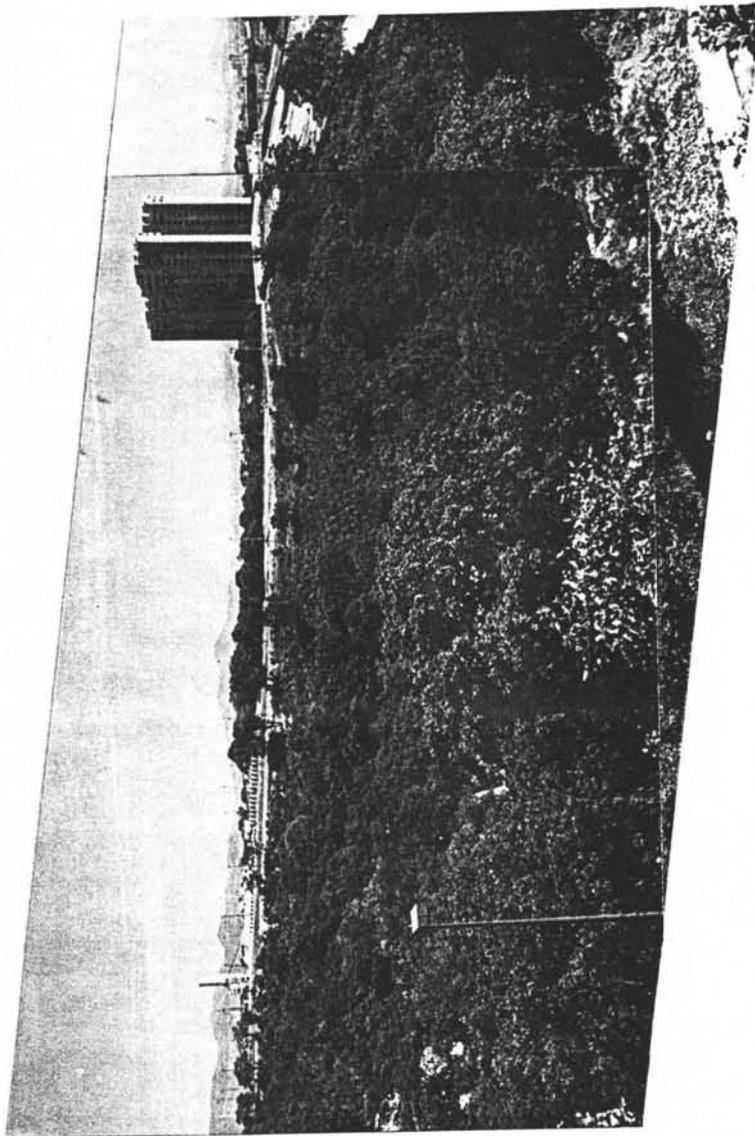
Fotografía 8. Vista del predio en estado natural al fondo.



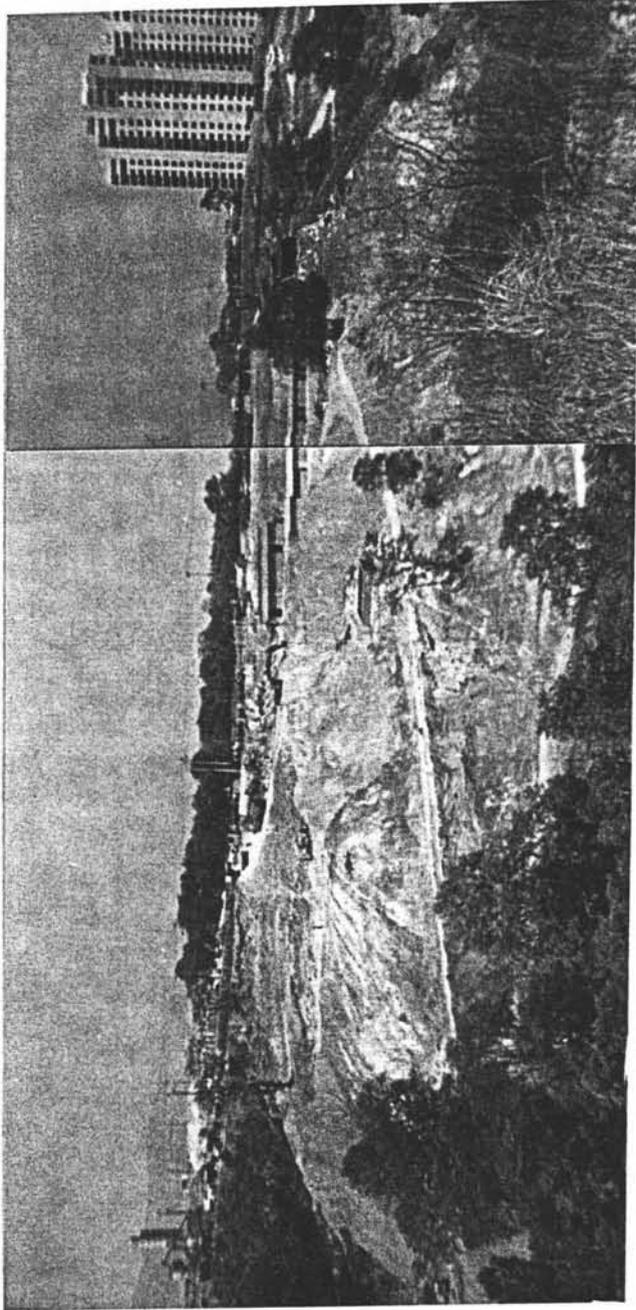
Fotografía 9. Vista del predio en estado natural al centro.



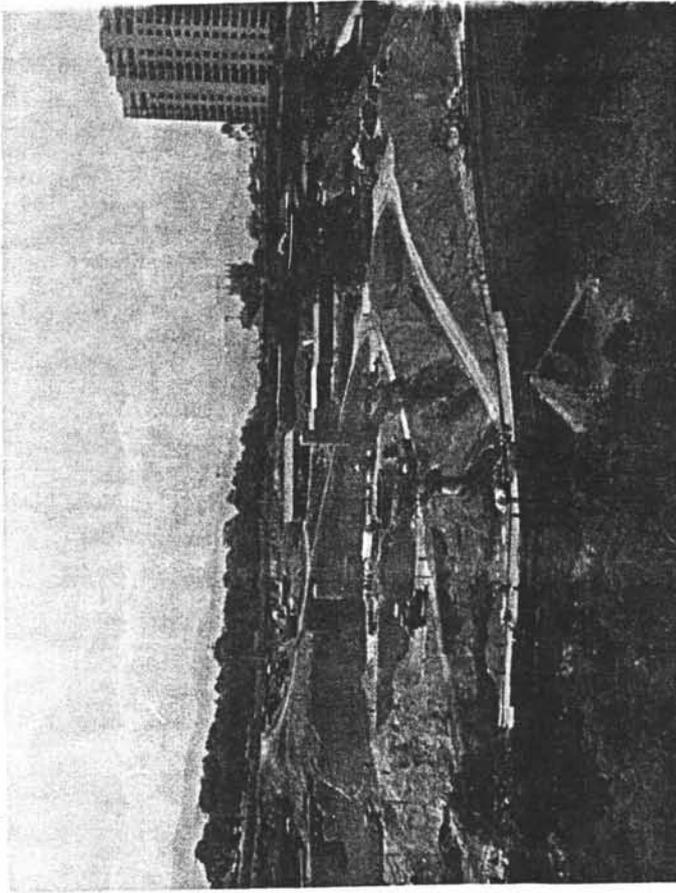
Fotografía 10. Vista del predio en estado natural al fondo de la cañada.



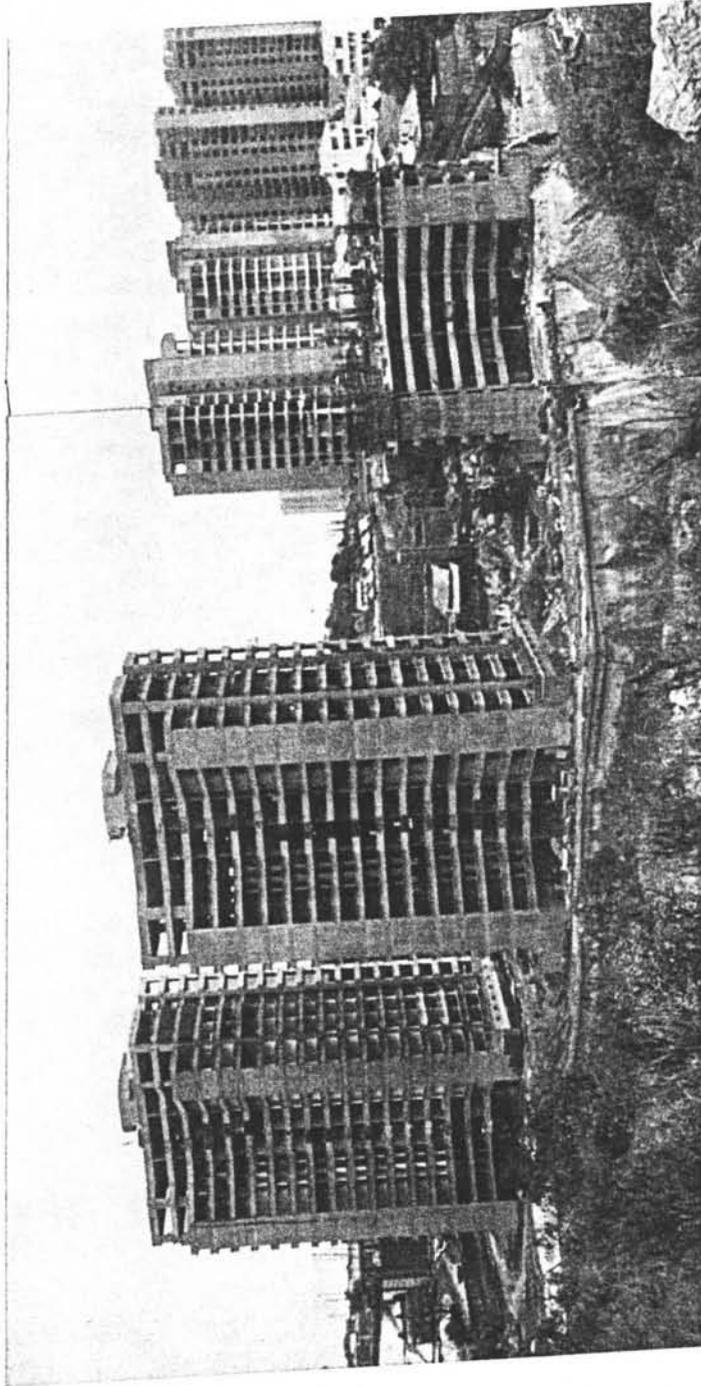
Fotografía 11. Vista panorámica de todo el predio en estado natural desde la calle de Laureles.



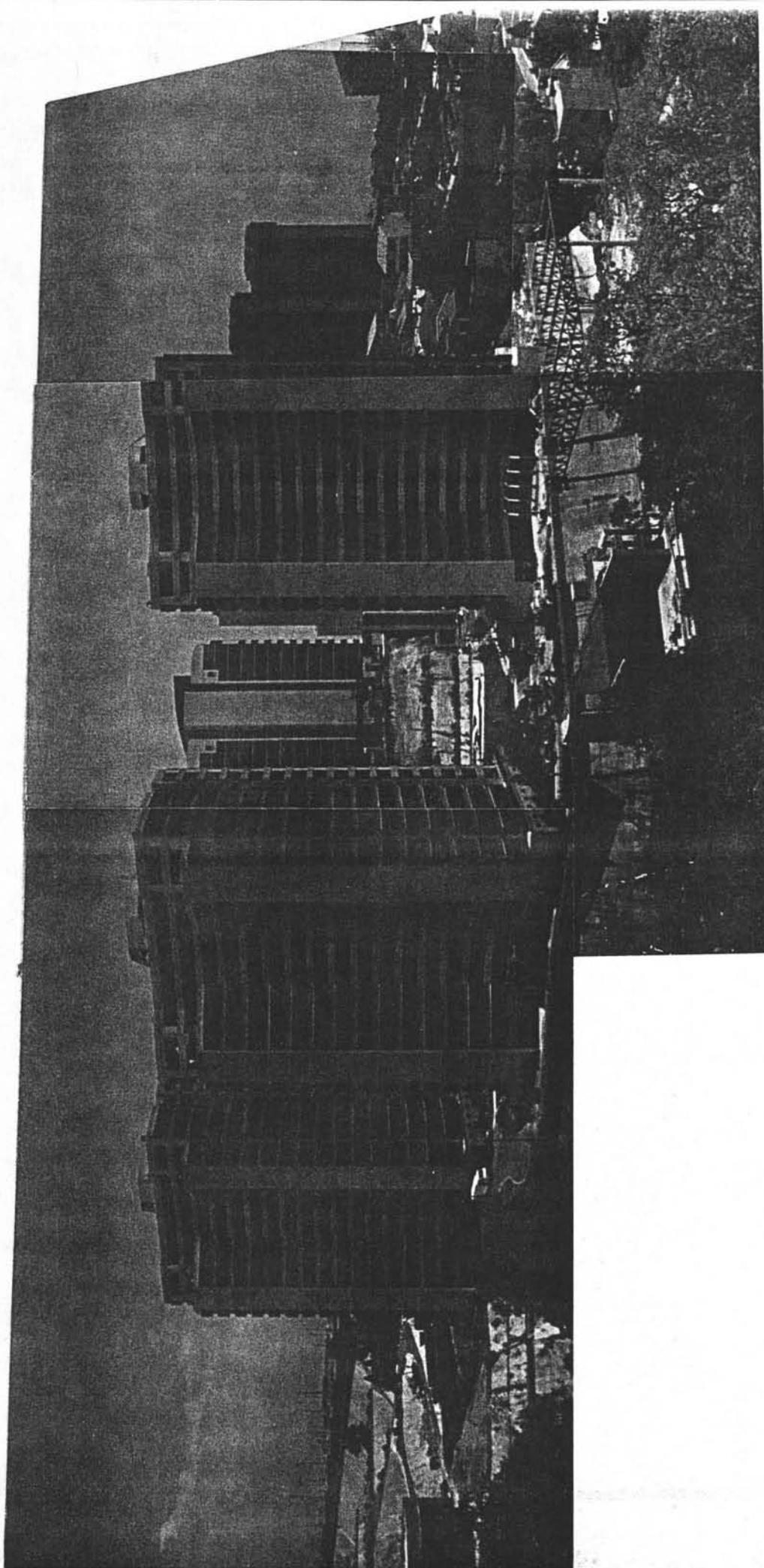
Fotografía 12. Vista del predio con los trabajos de las Obras Preliminares.



Fotografía 13. Vista del predio con la Construcción del muro de Contención de Suelo-Cemento al 50% de avance.



Fotografía 14. Vista del predio con la Construcción de las Tres Torres al 75% de avance.



Fotografía 15. Vista del predio con la Construcción de las Tres Torres al 100% de avance.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcción para el Distrito Federal 401.

**Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto.**

Impreso en México.

Editado Por El Instituto de Ingeniería. UNAM.

1985.

Juárez Badillo – Rico Rodríguez.

**Mecánica de Suelos.** Tomo. I . Fundamentos de la Mecánica de Suelos.

Tercera Edición.

México.

Editorial Limusa.

1981.

Juárez Badillo – Rico Rodríguez.

**Mecánica de Suelos.** Tomo. III . Flujo de agua en Suelos.

Tercera Edición.

México.

Editorial Limusa

1984.

Revista No 25 de Construcción y Tecnología.

**Grandes Muros de Retención.**

México.

Editado por el Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.

Vol. III. Junio 1990.

Joseph E. Bowles.

**Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil.**

Primera edición.

México.

Editorial: Mc Graw Hill.

1981.

José Luis García Rivero.

**Manual Técnico de Construcción.**

Primera Edición.

México.

Editorial. Fernando Porrúa.

2002.

Oscar M. González Cuevas. Francisco Robles F. V.  
Juan casillas G.de L. Roger Díaz de Cossío.  
**Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado.**  
Primera edición.  
México.  
Editorial. Limusa.  
1981.

Beer y Johnston.  
**Mecánica Vectorial Para Ingenieros** Estática. Tomo I.  
Tercera edición.  
México.  
Editorial Mc Graw-Hill Latinoamérica, S.A.  
1979.

Agustín Reyes Ponce.  
**Administración de Empresas.**  
Tercera Edición.  
México.  
Editorial. Limusa – Wiley, S.A.  
1970.

Ing. Carlos Suárez Salazar.  
**Costo y Tiempo en Edificación.**  
Primera edición.  
México.  
Editorial. Limusa -Wiley, S.A.  
1969.