



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**PROCESO CONSTRUCTIVO DEL EDIFICIO SUR  
DEL CONJUNTO DE OFICINAS CORPORATIVAS  
DEL GRUPO NACIONAL PROVINCIAL**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

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

P R E S E N T A N :

**MARVAN GARDUÑO JUAN CARLOS**

**MORALES RICARDEZ ALBERTO**

México, D. F.

1993

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



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

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

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

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

## CONTENIDO

I. INTRODUCCION	
I.1 Objetivo de la tesis.	1
I.2 Localización de la obra.	1
I.3 Descripción General del Proyecto.	1
II. CIMENTACION	
II.1 Tipos de cimentación.	4
II.2 Generalidades de los pilotes prefabricados.	4
II.3 Descripción del proyecto y proceso constructivo de la cimentación.	6
II.3.1 Descripción del proyecto de cimentación del edificio sur.	6
II.3.2 Proceso constructivo de la cimentación del edificio sur.	9
III. FABRICACION Y MONTAJE DE LAS PIEZAS	
III.1 Antecedentes históricos del pretensado.	13
III.2 Generalidades de elementos prefabricados de concreto.	14
III.3 Generalidades del presfuerzo.	16
III.4 Aspectos Generales del vibrado y curado.	17
III.5 Descripción del proyecto y el proceso constructivo de la estructura prefabricada del edificio sur.	19
III.5.1 Descripción del proyecto estructural.	19
III.5.2 Fabricación de las piezas del edificio sur.	24
III.5.3 Montaje y uniones de las piezas del edificio sur.	26
IV. ESTRUCTURA METALICA	
IV.1 Tipos de acero utilizados en estructuras metálicas.	31
IV.2 Métodos de unión utilizados en estructuras metálicas.	31
IV.3 Recomendaciones para una soldadura correcta.	32
IV.4 Recomendaciones para el montaje de piezas de acero.	33
IV.5 Descripción del proyecto y proceso constructivo de la estructura metálica del edificio sur.	33
V. ALBAÑILERIA Y ACABADOS	
V.1 Trabajos de albañilería.	40
V.2 Trabajos de acabados.	42

<b>VI. INSTALACIONES</b>	
VI.1 Descripción general de los proyectos de instalaciones.	50
VI.2 Instalación hidrosanitaria y de aguas pluviales.	52
VI.3 Instalación de aire acondicionado.	56
VI.4 Sistema contra incendio.	58
VI.5 Elevadores.	59
VI.6 Instalación eléctrica.	60
VI.7 Sistema de pararrayos.	63
<b>VII. CONCLUSIONES.</b>	
VII.1 Comentarios respecto al proyecto.	65
VII.2 Comentarios respecto a la estructura prefabricada.	67
VII.3 Comentarios respecto a la interrelación de la ingeniería civil con otras áreas de la edificación.	67
<b>ANEXOS.</b>	<b>68</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.</b>	<b>71</b>

## *CAPITULO I INTRODUCCION*

### *1.1 OBJETIVO DE LA TESIS*

El propósito de esta tesis es describir el proceso constructivo del edificio sur del Conjunto de Oficinas Corporativas del Grupo Nacional Provincial.

Es un edificio que combina sistemas constructivos importantes, como son: cimentación a base de pilotes, estructura de concreto prefabricada estructura metálica, fachadas a base de lámina esmaltada rellena de poliuretano.

En el aspecto de instalaciones hay detalles también interesantes dado que todos los edificios del corporativo están interconectados por un "Pórtico" de estructura metálica por el cual corren en la parte superior las instalaciones de aire acondicionado, eléctricas e hidráulicas; esta alternativa requirió de soluciones para la entrada de las instalaciones al edificio, la determinación de los niveles de tuberías, etc. Dichas instalaciones vienen del edificio denominado "Casa de Máquinas".

### *1.2 LOCALIZACION DE LA OBRA*

El conjunto corporativo se encuentra localizado en el sur de la Ciudad de México, en la colonia Campestre Churubusco a la altura del paralelo 19° 21' y se encuentra limitado al norte por la calle Parque del río, al sur por la calle Cerro Quinceo, al oriente por la calle Amacuzac y al poniente por la Av. Cerro de las Torres.

### *1.3 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO*

Es un edificio que está desplantado sobre una superficie de 3098 m<sup>2</sup> y consta de tres niveles (P.B., 1er.nivel y 2º nivel), por lo que suma 9294 m<sup>2</sup> de construcción.

En la parte interior se encuentra el patio central, en el cual está desplantada la escalera principal que también cumple las funciones de escalera de emergencia, esta escalera está fabricada a base de estructura metálica.

El edificio consta de dos núcleos de servicio hechos a base de estructura metálica. Los dos núcleos son idénticos y en cada nivel cuentan con zona de baños y mezzanine en el que se ubicaron los cuartos de cómputo y casa de máquinas. Cada núcleo de servicio cuenta con un elevador.

Toda la estructura del edificio exceptuando los 2 núcleos de servicios y el patio central está conformada por estructura prefabricada de concreto. La planta tipo del edificio se muestra en la siguiente figura.

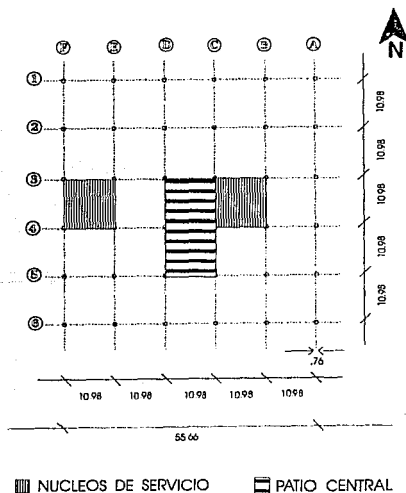


FIGURA 1.1 PLANTA TIPO DEL EDIFICIO

Las fachadas norte y sur son iguales, mientras que las fachadas oriente y poniente son básicamente iguales, difiriendo estas en la entrada principal al edificio que se hace por la fachada oriente (ver figura).

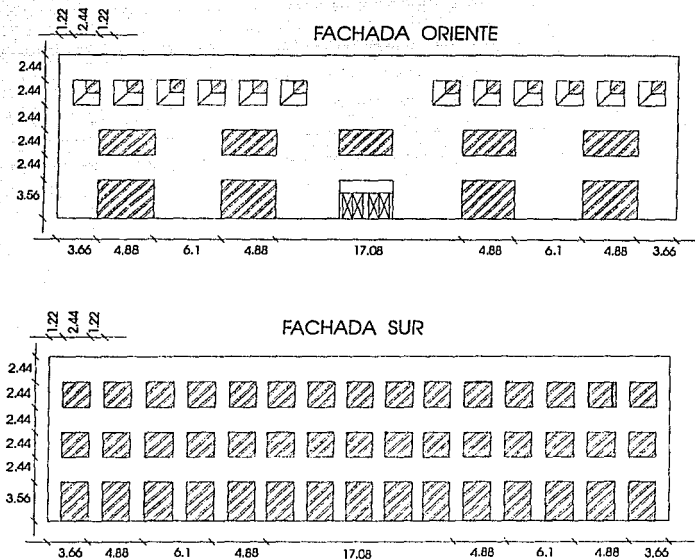


FIGURA 1.2 FACHADAS SUR Y ORIENTE DEL EDIFICIO

El edificio cuenta en la azotea en la zona de los núcleos de servicio con cuartos que sirven para la maquinaria de los elevadores y además en el caso del cuarto oriente se encuentran ubicados los transformadores y tableros principales del edificio.

## CAPITULO II CIMENTACION

### II.1 TIPOS DE CIMENTACIONES

Existen dos tipos de cimentaciones: Las cimentaciones profundas y las cimentaciones superficiales.

Las cimentaciones superficiales pueden ser a base de zapatas, losas de cimentación o bien cajones superficiales.

Las cimentaciones profundas pueden ser a base de pilotes, pilas o bien cajones profundos ya que también existen las cimentaciones a base de cajones superficiales.

Profundizando un poco más en cuanto a las cimentaciones profundas a base de pilotes, se pueden observar diferentes tipos de pilotes, entre los más utilizados están los pilotes de punta, de fricción y de control.

Los pilotes de punta son aquellos en los cuales la punta del pilote llega al estrato de suelo resistente penetrando en este.

Los pilotes de fricción a diferencia de los pilotes de punta no llegan hasta el estrato resistente, sino que son soportados por la fricción ejercida entre estos y el suelo.

Los pilotes de control son aquellos en los que se pueden controlar hundimientos por medio de un mecanismo que hace que la estructura se hunda igual que el suelo.

### II.2 GENERALIDADES DE LOS PILOTES PREFABRICADOS

Su empleo data de 1897. Hennebique los utilizó por primera vez para las cimentaciones de la compañía Babcock & Wilcox. Su empleo está actualmente muy extendido.



Las ventajas son las siguientes:

- 1.- Duracion casi ilimitada
- 2.- Gran variedad en cuanto a formas, dimensiones y calidades.
- 3.- Son muy resistentes, ofrecen mucha seguridad.
- 4.- Pueden hincarse en estratos compactos.

Las principales características de los pilotes prefabricados son las siguientes:

- 1.- Tienen generalmente forma cuadrada u octagonal y en algunas ocasiones tienen seccion hexagonal o circular.
- 2.- Su longitud normal varía de 10 a 20 mts., pero pueden alcanzar hasta más de 30 mts. Su dimensión transversal varía entre 25 y 60 cms.
- 3.- La longitud de los pilotes depende de la naturaleza del terreno en que han de ser hincados y la carga que han de soportar.
- 4.- Al utilizar acero de refuerzo longitudinal es conveniente tomar las siguientes precauciones:
  - a) Evitar situar todos los traslapes en la misma sección
  - b) Evitar el traslape a una distancia de los extremos igual a 10 veces la longitud de la sección transversal
  - c) Dar a los traslapes una longitud de 50 veces el diámetro de la varilla.
  - d) Los armados deben diseñarse para que el pilote resista, además de los esfuerzos estáticos propios de la construcción, los esfuerzos de acarreo y transporte.

## II.3 DESCRIPCION DEL PROYECTO Y PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA CIMENTACION

### II.3.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO DE CIMENTACION DEL EDIFICIO SUR

El edificio presenta una combinación de cimentación profunda con cimentación superficial. La cimentación profunda es a base de pilotes de punta y la cimentación superficial es a base de dados, contratraves y losa de cimentación.

Los pilotes son de sección octagonal de 50 cm. de diámetro y tienen el siguiente armado:

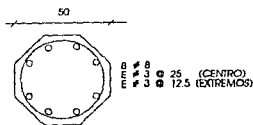


FIGURA 2.1 SECCION DE LOS PILOTES

Los pilotes tienen una longitud total de 28.776 m.l. en el momento de hincarse, aunque posteriormente después de hincarse se les descabezaron 90 cm. Todos los pilotes tienen la misma sección. El concreto para los pilotes es de resistencia  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>.

Los dados de cimentación están soportados por los pilotes, es decir, los pilotes rematan donde comienzan los dados, traslapandose 0.90 mts. el acero de refuerzo de los pilotes con el acero de refuerzo de los dados.

Se distinguen 4 tipos de dados:

- Los dados D-1 que son dados centrales apoyados en 5 pilotes. Existen 8 dados de este tipo y están localizados en la parte central del edificio, por esta razón son los que mayor carga reciben y es por eso que están soportados por 5 pilotes cada dado. Estos dados tienen la siguiente sección vista en planta

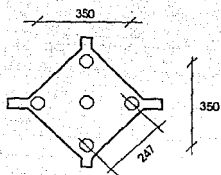


FIGURA 2.2 VISTA EN PLANTA DEL DADO D-1

- Los dados D-2 que también son dados centrales pero que a diferencia del dado D-1 están apoyados únicamente por 4 pilotes, esto es debido a que no se encuentran en el centro del edificio y por lo tanto reciben menos carga. Existen 8 dados de este tipo y tiene la siguiente sección vista en planta.

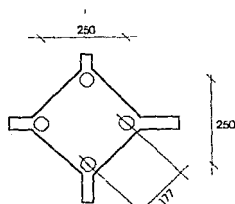


FIGURA 2.3 VISTA EN PLANTA DEL DADO D-2

- Los dados D-3 son los dados perimetrales del edificio y por esta razón están apoyados en 3 pilotes (2 sobre el eje perimetral y 1 sobre el eje no perimetral). Existen 16 dados de este tipo y tienen la siguiente sección vista en planta.

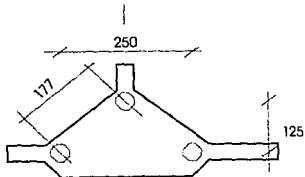


FIGURA 2.4 VISTA EN PLANTA DEL DADO D-3

- Por último, los dados D-4 son los dados esquineros del edificio, y por esta razón están apoyados unicamente en 2 pilotes (1 sobre un eje perimetral y otro sobre el otro eje perimetral). Existen 4 dados de este tipo y tienen la siguiente sección vista en planta.

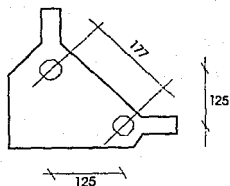


FIGURA 2.5 VISTA EN PLANTA DEL DADO D-4

En resumen tenemos 8 dados D-1, 8 dados D-2, 16 dados D-3 y 4 dados D-4, que nos suman 36 en total, que son el número de columnas con que cuenta el edificio.

Los dados están armados con acero de refuerzo del No.8 y estribos del No. 4. El concreto utilizado en dados es de  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>.

La altura total de los dados es de 2.00 mts. En la parte inferior del dado (80 cms.) tenemos un cubo armado en ambos sentidos, y en la parte superior (120 cms.) continuamos el cubo armado en ambos sentidos, dejando una zona libre (sin armar) que es el "candelero" (lugar de desplante de la columna).

Las traves de liga o contratraves son las que unen toda la cimentación, es decir entrelazan todos los dados de cimentación. Estas traves tienen una sección de 0.40 x 1.20 m. y rematan en la parte superior del dado que también tiene una altura de 1.20 mt.

Las traves de liga van armadas con acero de refuerzo del No. 6 y del No. 8 y su armado es variable dependiendo del eje en el que están localizadas. El concreto utilizado en traves de liga es de  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>.

Por último la losa de cimentación que va a cubrir toda la planta del edificio tiene un espesor de 15 cms. y está reforzada con una parrilla en su parte superior y otra en su parte inferior. El concreto utilizado para la losa de cimentación es de  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup>. La losa de cimentación tiene el siguiente armado:

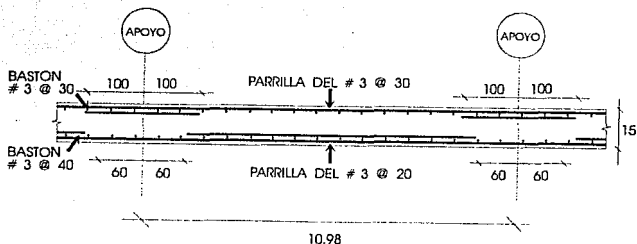


FIGURA 2.6 ARMADO DE LA LOSA DE CIMENTACION

### II.3.2 PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA CIMENTACION DEL EDIFICIO SUR

La construcción de la cimentación del edificio comenzó con la fabricación y el hincado de los pilotes.

La fabricación de los pilotes se llevó a cabo en el sitio de la obra, a través del siguiente proceso:

Primeramente se construyó un firme de concreto simple de 10 cm. de espesor que tiene la función de sostener las cimbras metálicas donde fueron colados los pilotes. En este firme se dejaron ahogadas unas placas metálicas que posteriormente fueron soldadas a la cimbra para que esta no tuviera movimiento.

Posteriormente se colocó la cimbra metálica sobre este firme de concreto, la cimbra que tiene sección octagonal tiene unas bisagras en sus paredes laterales que permite la apertura de estas para hacer posible el desmoldaje de los pilotes. Se colocaron 6 cimbras metálicas a través del firme.

Simultáneamente a estas dos actividades se llevó a cabo el armado del acero de refuerzo de los pilotes, el cual se colocó en la cimbra metálica.

Una vez colocado el acero de refuerzo en la cimbra se procedió a hacer el colado, en el cual se utilizó concreto premezclado, con un revenimiento de 12 cm. La olla que contiene el concreto premezclado vacía este en una hoja de triplay que se encuentra entre dos moldes, apoyada en estos, para que posteriormente por medio de palas se vacíe el concreto a los moldes de manera que se colaron dos pilotes al mismo tiempo, una vez vaciado el concreto comenzó el vibrado. Cuando se terminaron de colar los seis moldes se procedió a colocar las lonas para llevar a cabo el curado.

La técnica de curado utilizada fue el curado a vapor ya que nos permite una resistencia del concreto muy alta en muy pocas horas (En el capítulo III se toca más a fondo la técnica del curado a vapor). Es importante que el concreto adquiera una resistencia de por lo menos 75% de proyecto en pocas horas ya que para las maniobras de transportación del pilote se somete a este a esfuerzos de flexión. El curado de los pilotes se realizó dos horas después del colado inyectando vapor durante doce horas a través de las tuberías que van de la caldera a los pilotes.

Una vez terminado el curado de los pilotes se transportaron estos hacia su sitio de almacenamiento en la obra por medio de una grua con capacidad para 40 ton. Cabe mencionar que en los pilotes se dejaron ahogados 4 estobos u orejas para facilitar la maniobra de transporte de estos. La grua tomó el pilote de sus 4 orejas para disminuir el momento flexionante en los pilotes durante su transporte.

Para el hincado de los pilotes se debió hacer una perforación previa que tiene la profundidad de la longitud del pilote. Para que esta perforación fuera estable se debió de inyectar una mezcla de bentonita con agua (formando un lodo bentonítico) que se inyectó mediante una bomba avanzando la perforación.

Una vez efectuada la perforación del suelo donde iba a quedar localizado el pilote se procedió a transportar el pilote de su lugar de almacenamiento en la obra hasta el sitio de la perforación de manera similar que se transporta del sitio de

colado al sitio de su almacenamiento en la obra, es decir, tomándolo de los cuatro estrobos. Al llegar el pilote a su sitio definitivo se comenzó a levantar este por medio de maniobras de la grua hasta dejarlo en posición vertical. Una vez que se encontraba en esta posición se soltó el pilote cayendo este en la perforación por medio de su peso propio.

Posteriormente cuando el pilote dejó de hundirse por peso propio, fue necesario el hincado por medio del martillo, para esto fue necesario montar el martillo en la gufa de la grua y acoplar la parte inferior del martillo a la cabeza del pilote, se coloca en la parte superior del pilote madera blanda para absorber la fuerza del impacto distribuyendo uniformemente las fuerzas y protegiendo al pilote y alargando la vida útil del martillo. Una vez efectuada esta preparación se procedió a accionar el disparador del martillo. La longitud de avance en cada golpe del martillo fue variable, siendo menor conforme nos íbamos acercando al estrato resistente. Se detuvo el hincado de los pilotes en el momento en que por diez golpes se avance 1 cm. o menos. Esto nos indica que hemos llegado a nuestro punto de hincado final.

Una vez hincados los pilotes se procedió a hacer el descabece. Esto consiste en demoler el concreto en la parte superior del pilote dejando el acero de refuerzo al descubierto para que quede ahogado en los dados.

Posteriormente se inició el trazo y la excavación tanto de los cajones donde quedan los dados como las cepas para las contratraves utilizando una retroexcavadora.

Simultáneamente a todo esto se llevó a cabo el habilitado del acero de refuerzo tanto de los dados como de las contratraves. Una vez terminadas las excavaciones y habiéndose colado una plantilla de concreto simple de 7 cm. de espesor se procedió a la colocación del acero de refuerzo.

Una vez colocado el acero de refuerzo en los dados se procedió a soldar una placa que sirve de soporte en la parte central de cada uno de los candeleros la cual sirve como apoyo para el montaje de las columnas (el montaje de las columnas se describe en el capítulo III).

Para la cimbra en la cimentación se utilizó triplay de 16 mm. de espesor para la superficie de contacto, utilizando madera de pino de 3ª como polines y barrotes para su fijación y diesel como desmoldante.

En el cimbrado de los dados se habilitó un cajón con las dimensiones del candelero y se relleno con arena para que al estarse efectuando el colado el concreto no cerrara el cajón, posteriormente retirando la arena.

Una vez colocada la cimbra y todo el acero de refuerzo se procedió a efectuar el colado, para lo cual se utilizó concreto premezclado con un revenimiento de 12 cm. Una vez vertido el concreto se procedió a su vibrado. El curado de estos dados y contratraves se hizo regándolos con agua.

Una vez coladas las contratraves hasta una altura de 1.05 m., es decir 15 cm. abajo de su altura total se armó la losa de cimentación con su doble parrilla como se mencionó anteriormente y se coló junto con la parte superior de las contratraves y de los dados.

Por último se procedió a rellenar las excavaciones con material mejorado (tepetate) compactado al 95% de la prueba Proctor en capas no mayores de 20 cm., o bien para alcanzar niveles de proyecto utilizando para esto un rodillo vibratorio manual y bailarinas.



## CAPITULO III FABRICACION Y MONTAJE DE LAS PIEZAS

### III.1 ANTECEDENTES HISTORICOS DEL PRETENSADO

Las primeras ideas del pretensado de concreto comenzaron a desarrollarse a finales del siglo pasado. En 1888 por P.H. Jackson de San Francisco.

W. Döring de Berlín, solicita una patente referida al pretensado en banco de tensado.

En 1919 K. Wettstein, de Bohemia, fabricó tablas delgadas de concreto llamadas Wettstein-Bretter, usando cuerdas para piano fuertemente tensadas. Fue el primero en utilizar el acero de alta resistencia con tensiones elevadas, estas a la fecha constituyen las premisas del concreto pretensado.

El francés Eugène Freyssinet, en 1928 patentó a su nombre el pretensado con tensiones en el acero de más de 400 N/mm<sup>2</sup>. Este investigó la esencia de la fluencia lenta y de la contracción del concreto, extrayendo de la misma las conclusiones correctas para el concreto pretensado. Freyssinet también construyó las primeras estructuras de concreto pretensado. En 1941 proyectó el puente en pórtico de dos articulaciones, sobre el río Marne, cerca de Lucancy que recién pudo ser terminado después de la guerra (más adelante se construyeron cinco iguales sobre el mismo río).

A partir de 1949 se precipitó el desarrollo del concreto pretensado en muchas aplicaciones para la construcción de puentes y edificios.

En 1950 U. Finsterwalder construyó el primer puente con vigas pretensadas (Puente sobre el río Lahn en Baldwinstein).

En este mismo año se realizaron las primeras jornadas internacionales del concreto pretensado en París, donde se fundó Fédération Internationale de la précontrainte FIP que celebra un congreso cada cuatro años.

### *III.2 GENERALIDADES DE ELEMENTOS PREFABRICADOS DE CONCRETOS*

A diferencia de las estructuras de concreto reforzado coladas en sitio, las estructuras prefabricadas se pueden fabricar en un lugar distinto al de su posición final.

Esto conlleva a las siguientes ventajas:

- a) Ahorro parcial o total de los materiales empleados en andamios.
- b) Uso múltiple de los moldes.
- c) Mano de obra más eficiente
- d) Pueden fabricarse secciones transversales más ventajosas desde el punto de vista estructural (esto para el caso de elementos reforzados)
- e) El trabajo puede organizarse análogamente al de las fábricas, con un grado muy alto de mecanización; pueden utilizarse las ventajas de la producción en serie.
- f) El trabajo en obra puede reducirse únicamente a la unión de las piezas prefabricadas, reduciéndose de esta manera el empleo de la mano de obra calificada.
- g) Se reducen tiempos en la ejecución de la obra.
- h) Pueden evitarse interrupciones en el colado.
- i) Ayuda a evitar la dependencia de las condiciones climatológicas en la industria de la construcción.
- j) Permite la construcción de estructuras más ligeras, más bellas, más esbeltas y con un mejor efecto espacial.

k) **Economía en materiales.**

Pero no en todos los casos es conveniente utilizar este tipo de estructura por las siguientes razones:

- a) En construcciones pequeñas no resulta más económico este sistema debido a que se elevan los costos en los moldes, en el transporte y en el montaje de las piezas.
- b) En construcciones cuyos elementos tienen secciones transversales que varían sensiblemente, puede no ser tan conveniente el sistema de prefabricación.
- c) Se requiere un área de terreno que facilite las maniobras de descarga y montaje de las piezas.
- d) Se hace necesaria la construcción de un firme de concreto que resista los esfuerzos provocados por la grúa, incrementando de esta manera los costos.
- e) Este sistema es económicamente factible únicamente en obras con gran cantidad de elementos, ya que la inversión inicial es alta.
- f) Si la distancia entre la obra y la planta de prefabricación es considerablemente grande, los costos por concepto de transporte pueden hacer incosteable esta opción.
- g) En zonas donde se dificulte el acceso a los trailers, puede no ser una buena solución debido a la longitud de los mismos.

### III.3 GENERALIDADES DEL PRESFUERZO

El concreto presforzado puede definirse como concreto precomprimido, es decir, al elemento estructural se le aplican esfuerzos de compresión antes de iniciar su vida de trabajo.

En el concreto presforzado, los esfuerzos de compresión generados en las zonas donde se desarrollarán los esfuerzos de tensión bajo las cargas, resistirán o anularán estos esfuerzos de tensión.

Al cargar un elemento estructural presforzado, experimenta una flexión, y la compresión interna del elemento disminuye gradualmente, pero al retirar la carga se restituye la compresión y la viga regresa a su condición original, es más, se ha demostrado que pueden efectuarse un gran número de inversiones de carga sin afectar la capacidad de resistencia última, es decir, el presforzado dota la viga de una gran resistencia a la fatiga.

Ventajas del presfuerzo:

- a) Toda la sección de concreto participa en resistir la carga de modo que el área de la sección puede reducirse considerablemente.
- b) Pueden usarse alambres o cables de acero de alta resistencia, reduciéndose la cantidad de acero necesaria a un tercio.
- c) Bajo la carga de trabajo se asegura que la estructura cumpla perfectamente la condición de que no aparezcan fisuras.
- d) La variación de la tensión del acero debida a las cargas no es más del 3% al 4%, y así el efecto de la fatiga no es importante.

Las técnicas del presforzado son dos:

- a) Pretensado; Consiste en la aplicación de tensión en los torones previo al colado, liberandolos posteriormente para comprimir de esta manera el concreto.
- b) Postensado; Consiste en la aplicación de tensión a los torones después del colado, liberandolos una vez que se haya alcanzado la tensión de proyecto.

#### *III.4 ASPECTOS GENERALES DEL VIBRADO Y CURADO*

##### 1) Aspectos generales del vibrado:

La vibración consiste en someter al concreto a una serie de sacudidas con frecuencia elevada. Bajo este efecto la masa de concreto que se halla en un estado más o menos esponjoso se va asentando gradualmente, reduciéndose el volumen de aire ocluido.

Cualidades de un concreto vibrado:

- a) Aumento en su peso volumétrico; al vibrarse el concreto se asienta y se suprimen los huecos dejados por la grava eliminando de esta manera gran parte del aire que ha quedado ocluido.
- b) Impermeabilidad; la impermeabilidad de un concreto está en función de su densidad ya que a mayor densidad menor porosidad.

La impermeabilidad del concreto vibrado es del doble que la del concreto no vibrado.

- c) Resistencia mecánica; la resistencia de un concreto aumenta considerablemente si se le aplica una vibración intensa, ya que aumenta su peso volumétrico.

- d) Economía; en el concreto vibrado se puede reducir la dosificación del cemento (ya que tiene mayor resistencia mecánica) y el cemento es el material más caro en la elaboración del concreto.

Es importante remarcar que una vibración muy enérgica y prolongada puede producir efectos desfavorables, llegando inclusive a desintegrar el concreto.

## 2) Aspectos generales del curado

Se entiende por curado la realización de un conjunto de actividades encaminadas a mantener el contenido de humedad en el interior de la masa de concreto.

En el momento del colado el contenido de agua de la mezcla es normalmente superior a la necesaria, pero este contenido va bajando por la pérdida en la evaporación lo cual se traduce en una notable disminución de la resistencia final.

Las técnicas de curado por humectación, que consiste en regar frecuentemente las superficies libres del concreto durante un tiempo de catorce días si se utiliza cemento de resistencia normal o siete días si se utiliza cemento de resistencia rápida y curado por impermeabilización, que consiste en cubrir la pieza con una membrana impermeable que evita la evaporación del agua, no son muy apropiadas en la prefabricación debido a que en esta es esencial disminuir los tiempos de fabricación, siendo el curado a vapor la técnica más utilizada en prefabricación ya que reduce notablemente el tiempo de curado.

El curado a vapor consiste en introducir la pieza en una cámara donde se inyecta vapor, tomando en cuenta las siguientes variables:

- a) Tiempo transcurrido entre la terminación del colado y el inicio del calentamiento. Es aconsejable que este lapso de tiempo sea de tres a cinco horas, ya que en un plazo menor puede provocar bajas en la resistencia requerida del proyecto.

b) Gradiente térmico es el incremento de temperatura generado por la aplicación de vapor en un periodo de tiempo. Como norma general el incremento de temperatura no debe ser mayor de 30°C en un tiempo de 1 hora hasta alcanzar una temperatura entre 65 o 75°C, manteniendo esta temperatura durante aproximadamente 8 hrs. Un lento crecimiento de dicho gradiente aumenta la resistencia a mediano y largo plazo.

c) Nivel de temperatura máxima. Lo más común es alcanzar temperaturas de 65°C a 75°C para que una vez alcanzada esta temperatura mantenerla durante algún tiempo. Como norma general se debe aumentar 50°C aproximadamente arriba de la temperatura ambiente.

En el momento en el que se alcanza la temperatura máxima la temperatura del concreto es menor a la de la cámara, a medida que transcurre el tiempo la temperatura del concreto sube hasta 6 ó 10°C arriba de la temperatura ambiente de la cámara.

d) Gradiente de enfriamiento. Debe ser similar al gradiente de calentamiento, es decir no debe enfriarse a más de 30°C/hora.

Nota: No debe abrirse la cámara hasta que la diferencia entre la temperatura ambiente y la de la cámara sea menor de 10°C.

### ***III.5 DESCRIPCION DEL PROYECTO Y EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA ESTRUCTURA PREFABRICADA DEL EDIFICIO SUR***

#### ***III.5.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO ESTRUCTURAL***

El proyecto estructural consta de 36 columnas, 252 piezas de sección "Doble T", 90 traveses de rigidez y 88 traveses portantes. Todos los elementos son prefabricados, pero únicamente las "Dobles T" son presforzadas.

Todo el acero de refuerzo de la estructura tiene un límite de fluencia  $F_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup>, el concreto utilizado es de resistencia  $f'_c=350$  kg/cm<sup>2</sup>, el acero de placas y perfiles para las uniones de las piezas es acero estructural A-36 y la soldadura de la serie E-70XX.

Las columnas tienen la siguiente sección hasta la losa de 2do. nivel:

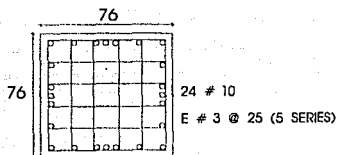


FIGURA 3.1 SECCION DE LAS COLUMNAS HASTA EL SEGUNDO NIVEL

y tienen la siguiente sección de la losa del 2do. nivel hasta la losa de azotea:

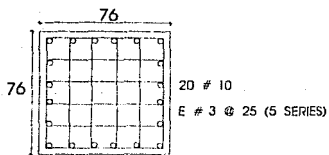


FIGURA 3.2 SECCION DE LAS COLUMNAS DEL SEGUNDO NIVEL A LA AZOTEA

Las columnas tienen una longitud de 15.64 ml.

Todas las columnas tienen la misma sección y el mismo armado, sin embargo existen algunas variaciones en la cantidad y el tipo de ménsulas en cada columna, esto es debido a que varían las columnas interiores de las perimetrales y las de esquina.



Las "Dobles T" tienen la siguiente sección de refuerzo:

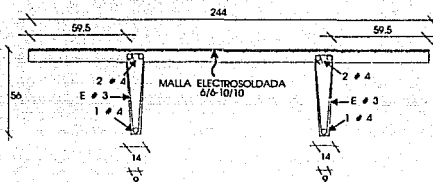


FIGURA 3.3 SECCION DE REFUERZO DE LAS "DOBLES T"

y la siguiente sección de prefuerzo:

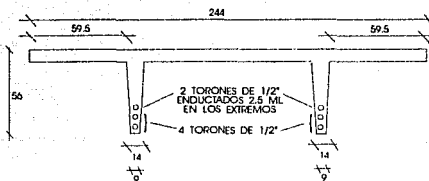


FIGURA 3.4 SECCION DE PREFUERZO DE LAS "DOBLES T"

siendo su sección longitudinal:

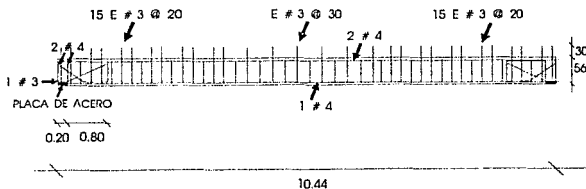


FIGURA 3.5 SECCION LONGITUDINAL DE LAS "DOBLES T"

Cada nervadura de las "Dobles T" cuenta con 3 torones de 1/2" de diámetro para el pretensado, este pretensado de los torones es de  $F_s=18,000 \text{ kg/cm}^2$ , siendo la fuerza inicial de tensado de 13.7 Ton.; todas las "Dobles T" son idénticas.

Todas las traves de rigidez tienen la misma sección de concreto y el mismo armado al centro del claro, las variaciones existen en los extremos de la pieza (ver detalle) de tal manera que existen tres tipos de traves, que son: TR-1, TR-2, TR-3.

La sección de estas traves al centro del claro es la siguiente:

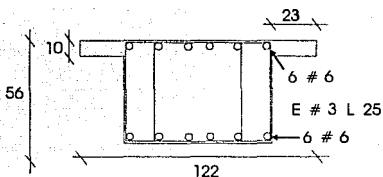


FIGURA 3.6 SECCION AL CENTRO DEL CLARO DE LAS TRAVES DE RIGIDEZ

Detalle en los extremos de las piezas:

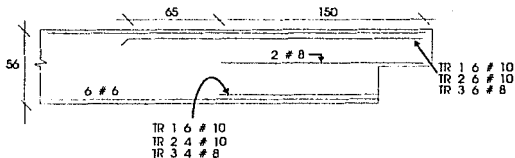


FIGURA 3.7 DETALLE EN LOS EXTREMOS DE LAS TRAVES DE RIGIDEZ

La longitud de cada pieza es de 9.78 ml. Las traves de rigidez que se encuentran localizadas en el perímetro del edificio solo tienen alerón de un lado.

Todas las traves portantes tienen la misma sección de concreto, existiendo dos tipos de armado con la siguiente sección al centro del claro, y en los extremos todas tienen el mismo armado (ver detalle). La sección al centro del claro es la siguiente:

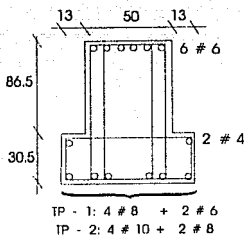


FIGURA 3.8 SECCION AL CENTRO DEL CLARO DE LAS TRABES PORTANTES

De tal manera que existen dos tipos de estas traves que son: TP-1 y TP-2.

Detalle en los extremos:

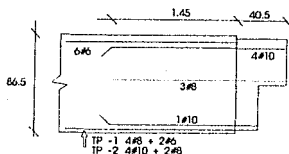


FIGURA 3.9 DETALLE EN LOS EXTREMOS DE LAS TRABES PORTANTES

La longitud de cada pieza es de 9.78 ml. Las traveses portantes que se encuentran localizadas en el perímetro del edificio solo tienen alerón de un lado.

### *III.5.2 FABRICACION DE LAS PIEZAS DEL EDIFICIO SUR*

La fabricación de las piezas se llevó a cabo en la planta de prefabricados de Técnicas Internacionales de Construcción (TICONSA), ubicada en Teotihuacán.

Como se mencionó anteriormente solo las "Dobles T" van pretensadas, por lo que el proceso para las columnas, las traveses de rigidez y las traveses portantes fue similar. A continuación se hará la descripción detallada del proceso, mencionando en el caso de las "Dobles T" las etapas de pretensado.

Se fabricó un molde de acero con placas de 1/2" de espesor el cual sirvió como cimbra para todas las piezas con igual sección.

La longitud del molde varía dependiendo del número de piezas que se pretenden colar al mismo tiempo de cada sección.

Para el caso de las columnas que tienen una longitud de 15.64 ml. y se colaron 2 piezas simultáneamente, la longitud del molde fue de 33 ml. aproximadamente.

Para el caso de las traveses de rigidez que tienen una longitud de 9.78 ml. y se colaron 4 piezas simultáneamente, la longitud del molde fue de 41 ml. aproximadamente.

Para el caso de las traveses portantes que tienen una longitud de 9.78 ml. y se colaron 4 piezas simultáneamente, la longitud del molde fue de 41 ml. aproximadamente.

Para el caso de las "Dobles T" que tienen una longitud de 10.44ml. y se colaron 7 piezas simultáneamente, la longitud del molde fue de 75 ml. aproximadamente.

Estos moldes, también llamados "mesas", se lubricaron con desmoldante antes de iniciarse el colado y se procedió a la colocación del acero de refuerzo previamente armado.

Además de lo anterior en el caso de las "Dobles T" se colocaron los torones a lo largo de toda la mesa sujetandolos en ambos lados con barriletes y se tensaron en un extremo de la mesa con un gato neumático, en cada extremo de la mesa se construyeron los muertos que no es otra cosa más que una pequeña estructura de concreto reforzado que soporta la fuerza ejercida por el tensado.

El concreto se fabricó en una planta dosificadora situada en la misma planta, aquí se le realizó la prueba del revenimiento el cual debió ser de  $12 \pm 2\text{cm}$  y se tomaron muestras en cilindro para posteriormente realizar la prueba de la compresión del mismo.

El concreto se colocó dentro de una bacha que se transportaba a la mesa por medio de un vagón. Al llegar a la mesa una grúa que se desplaza por medio de rieles (pórtico) engancha la bacha desplazándola hasta el sitio de colado. Una vez vaciado el concreto, se llevó a cabo el vibrado con un vibrador convencional de aguja. Una vez terminado el colado se procedió a cubrir las piezas con lonas que sirven como cámara para el curado a vapor.

Cabe mencionar que al concreto se le agregó un aditivo (Festerlit) que es un acelerante de fraguado en proporción de 1.4 lt. por bulto de 50 kg. de cemento.

El curado a vapor dió comienzo tres horas después a partir de la finalización del colado. Alrededor de la mesa se fijaron las lonas con sillerías para evitar que escape el vapor, la temperatura dentro de la cámara se va incrementando al rededor de  $30^{\circ}\text{C}/\text{hr.}$  hasta llegar a una temperatura de  $80^{\circ}\text{C.}$  que es lo máximo que permite el termostato de esta caldera. Esta temperatura se mantiene entre 7 y 9 horas dependiendo de las condiciones climatológicas, hasta que el concreto alcanza el 80% de su resistencia de proyecto. Para darnos cuenta que la pieza ya tiene el 80% de la resistencia, se colocaron desde un principio del curado unos cilindros a la cámara

para posteriormente sacarlos y someterlos a la prueba de compresión. Una vez alcanzada esta resistencia la temperatura de la cámara se va bajando gradualmente con el mismo gradiente con que se calentó.

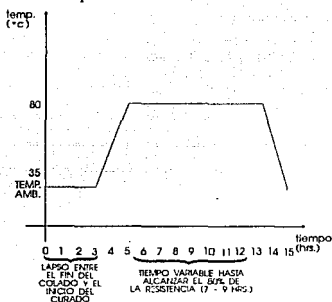


FIGURA 3.10 GRAFICA DEL CURADO DE LAS PIEZAS (TEMPERATURA VS TIEMPO)

Una vez terminado el curado se procedió a quitar las lonas y en el caso de las "Dobles T" se destensaron los torones comprimiendo de esta manera el concreto. Posteriormente se levantaron las piezas con la grúa y se almacenan en bloques de cuatro piezas.

En el caso de las "Dobles T" una vez almacenadas se procedió a cortarles el pedazo de torón que ha quedado salido.

Cabe mencionar que para el caso de las columnas se dejaron 4 huecos de aproximadamente 1 1/2" para alojar el acero de continuidad que irá a nivel del lecho superior de las trabes portantes.

### III.5.3 MONTAJE Y UNIONES DE LAS PIEZAS DEL EDIFICIO SUR

Las piezas se montaron con una grúa con capacidad para 150 Tons. El procedimiento de montaje consistió en colocar primero las columnas, después trabes

portantes y de rigidez y por último las losas TT. El proceso de montaje fue el siguiente, descrito por tipo de pieza:

- a) Columnas. Una vez que se tenía la columna en posición horizontal, se enganchó de la parte superior del estrobo colocado para este fin, y se elevó la columna hasta que esta alcanzará su verticalidad, acto seguido se trasladó dicha columna hasta el candelero correspondiente y se introdujó, de tal manera que los apoyos de la columna, que consisten en 3 varillas del No. 10 colocadas en el centro de la base de la columna, cayeran en la placa de soporte colocada en la parte central del candelero. Antes de proceder al montaje de la columna, fue importante que las varillas de apoyo fueran rebajadas si era necesario, ya que de eso depende que las columnas quedarán al mismo nivel. Esto se hizo de la siguiente manera; se colocó una varilla en posición vertical, se pasó nivel de alguna columna ya montada o de un banco de nivel y se marcó dicho nivel en la varilla, utilizando la varilla como escantillón se colocó en la columna que se fuera a montar y se marcó lo que había que rebajar de las varillas de apoyo.

Una vez asentada la columna en el candelero se procedió a plomearla con tránsito en dos sentidos, ya que puede estar plomeada en un sentido, pero no en el otro, esto se llevó a cabo hincando cuñas de madera que fijan la columna al candelero provisionalmente. Una vez plomeada la columna se procedió al colado del candelero.

El colado se llevó a cabo de una sola vez, dejando unos 10 cms. sin colar para después quitar las cuñas. El concreto utilizado fue un concreto con aditivo estabilizador de volúmen, con un agregado máximo de 3/8" (granzón) y un revenimiento de 14 cms.

Se debe recalcar la importancia del vibrado del candelero, ya que la penetración del concreto sobre todo en la parte inferior de la columna es fundamental para que trabajen adecuadamente la columna y el candelero.

- b) Trabes portantes. Para montar una trabe portante que son las que cargan a las losas TT debieron estar colocadas dos columnas consecutivas en el sentido oriente-poniente para el caso de este edificio. Es decir las losas TT van en sentido norte-sur.

El montaje se inició con la portante inferior y luego las superiores. Las maniobras de montaje comenzaron enganchando los cables de la grúa a los dos estrobos colocados en la parte superior de la trabe portante, además se ató una cuerda a la trabe, con esta cuerda y con la ayuda de las maniobras de la grúa se fue elevando la pieza, además de controlar la pieza en tierra con la cuerda, al estar esta en suspensión.

Fue importante que las placas de apoyo de las trabes asentaran perfectamente con las placas de apoyo de las ménsulas de las columnas, ya que de otra manera una concentración de peso puede ocasionar que se fisure la ménsula.

Una vez colocada la trabe portante se procedió a la primera liga con la columna, que es con una placa de 1/2" de espesor en la parte superior y dos varillas laterales del No. 8. La soldadura especificada fue del tipo E-70XX y el tipo de cordón de filete.

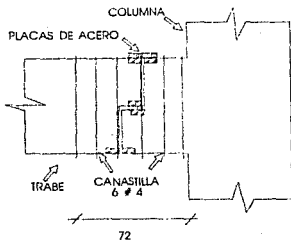


FIGURA 3.11 DETALLE DE UNION TRABE - COLUMNA



Una vez terminada esta etapa se procedió a ligar los apoyos con una canastilla por 6 varillas del número 4 en sentido vertical y varillas también del No. 4 en sentido horizontal. La cimbra utilizada fueron tarimas unidas en forma de cajón, la cimbra se sostiene por medio de torzales. Una vez cimbrado el nudo se procedió a colar utilizando concreto de las mismas características del empleado en los candeleros, vibrando adecuadamente.

- c) Trabes de rigidez. Las trabes de rigidez que junto con las trabes portantes completan las trabes del edificio requieren que estén montadas dos columnas consecutivas en sentido norte-sur. Se montaron primero las inferiores y luego las superiores. Las maniobras de montaje fueron similares a las descritas para las trabes portantes. Al igual que las trabes portantes se requirió que las trabes asentaran perfectamente en las placas de apoyo de las ménsulas de las respectivas columnas. Una vez montada la trabe de rigidez se procedió a colocar placas de acero y de esta manera lograr la primera liga con la columna; se utilizaron dos placas, una superior y otra inferior, la placa superior (que llevó soldadura de sobremesa) tiene un espesor de 1/2" y la placa inferior (que llevó soldadura de cabeza) tiene un espesor de 3/8". La soldadura utilizada fue del tipo E-70XX y fue corrida en todo el perímetro de la placa.

Una vez colocada la soldadura en ambas placas se procedió a colocar una especie de canastilla formada por 6 varillas del número 4 (igual a la de las trabes portantes) que abrazan los apoyos. Se colocó la cimbra formada por tarimas en forma de cajón y reforzadas con yugos. El colado se realizó de una sola vez con concreto de características similares al utilizado en las trabes portantes, vibrando a cada dos o tres paladas aproximadamente.

- d) Losas TT. Para el montaje de estas piezas fue necesario que estuvieran montadas cuatro columnas, dos trabes portantes y dos trabes de rigidez. Todas estas piezas formando un marco.

Se procedió al montaje de las losas TT cuidando de apoyarlas en las placas de apoyo de los portantes.

El montaje fue similar al de las trabes, pero debido al ancho de estas piezas (2.44 m.) constan de 4 estobos para elevarlas con la grúa.

Una vez colocadas las 4 losas TT por tablero se descubrieron los conectores que van en los alerones de las piezas y se liga la pieza con la losa TT o con la trabe de rigidez según corresponda; esto se hace aplicando un cordón de soldadura en la zona de contacto entre ambos contactores.

Una vez ligadas las losas TT y trabes de rigidez con el cordón de soldadura se enderezan las varillas del lecho superior de las losas TT, trabes de rigidez y trabes portantes, que tienen la función de abrazar la malla electrosoldada.

Una vez colocada la malla se doblan las varillas para que abracen dicha malla, y se procedió al colado de firme de compresión que fue hecho con un concreto  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup> y un revenimiento de 14 cms., ya que se utilizó concreto bombeado.

Para curar el firme se utilizó fibra "Fiberol", del cual se utilizó una bolsa por metro cúbico.

## CAPITULO IV ESTRUCTURA METALICA

### IV.1 TIPOS DE ACERO UTILIZADOS EN ESTRUCTURAS METALICAS

Los aceros más usados en estructuras son:

- 1.- Los tipos ASTM A-7 Y A-36, el primero se utiliza en elementos estructurales de menor calidad y el segundo es especificado por estructuras que requieren altos esfuerzos (este es el acero que se utilizó en el edificio sur). Este acero tiene su resistencia última a la tensión entre 4,060 y 5,600 kg/cm<sup>2</sup> y su límite de fluencia mínimo es de 2,530 kg/cm<sup>2</sup>
- 2.- El de alta resistencia, usado generalmente en forma de varillas lisas o corrugadas, siendo las segundas empleadas como refuerzo del concreto armado.
- 3.- Los templados que son aceros para usos específicos.

### IV.2 METODOS DE UNION UTILIZADOS EN ESTRUCTURAS METALICAS

Las uniones de las estructuras metálicas las podemos dividir en dos:

- a.- Con la combinación de ciertos gases; esto es la soldadura oxiacetilénica, que utiliza las propiedades de la llama producida por la combustión de una mezcla de oxígeno y acetileno. Los gases se mezclan en un soplete que permite la regulación del suministro de cada uno de los gases y por consiguiente de la intensidad de la llama. Los aceros suaves y extrasuaves se sueldan bien con este método.
- b.- Soldadura empleando energía eléctrica. Existen dos tipos de soldadura eléctrica:

- 1.- Soldadura autógena; en este tipo de soldadura se someten las piezas a unir a una corriente eléctrica que provoca una fusión de los elementos en la zona de contacto propiciando su unión.
- 2.- Soldadura con metal de aportación; en este tipo de soldadura se utiliza un metal para propiciar la unión entre las piezas. La varilla del metal de aportación, denominada electrodo está formado por una capa gruesa de materiales desoxidantes y aislantes.

#### *IV.3 RECOMENDACIONES PARA UNA SOLDADURA CORRECTA*

Para lograr una correcta soldadura se deben de seguir las siguientes recomendaciones:

- 1.- Preparar el material, es decir, que esté bien perfilado, sin rebaba y limpio de grasa y humedad.
- 2.- Comprobar que los biseles correspondan a los indicados en los planos.
- 3.- Verificar detalles y tolerancias de la junta.
- 4.- Determinar la posición de la soldadura.
- 5.- Revisar el tipo y el tamaño de los electrodos.
- 6.- Verificar el tipo de fundente.
- 7.- Comprobar mediante una tabla la relación que existe entre el diámetro del electrodo y el voltaje así como si es posible suministrar la corriente requerida.
- 8.- Revisar si es necesario precalentar el material.

#### *IV.4 RECOMENDACIONES PARA EL MONTAJE DE PIEZAS DE ACERO*

Para un adecuado montaje en las estructuras metálicas se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- 1.- Toda la estructura debe quedar a plomo y a nivel y con el alineamiento indicado en el plano constructivo.
- 2.- Se deben colocar tornillos o soldaduras provisionales. El cordón definitivo debe de aplicarse hasta el final (o por zonas)
- 3.- Se debe de auxiliar la estructura con contraventeos temporales
- 4.- Los primeros elementos a montar deben ser las columnas, las que se colocan en el lugar mediante arrostros hasta su fijación definitiva
- 5.- Un topógrafo debe de verificar el alineamiento y el plomeo de la columna antes de proceder a soldar su placa base.
- 6.- Posteriormente se deben colocar las traveses principales, después las secundarias y por último el sistema de piso o de techo.

#### *IV.5 DESCRIPCION DEL PROYECTO Y PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA ESTRUCTURA METALICA DEL EDIFICIO SUR*

Las zonas del edificio construídas a base de estructura metálica son: los dos núcleos de servicio (tipo), la escalera central y las pérgolas (armaduras que están forradas de hojas de tablarroca para soportar los domos). Tanto la escalera central como las pérgolas se encuentran en el patio central (ver localización en planta dibujada en el capítulo de introducción).

### NUCLEOS DE SERVICIOS:

Primeramente se montaron los elementos verticales (columnas) y luego los horizontales (vigas y losacero). A continuación se describe el proceso por tipo de elemento:

a) Columnas; los elementos usados como columnas fueron placas de acero A-36 (estructural) soldadas perpendicularmente, formando un cajón. Las secciones utilizadas fueron las siguientes:

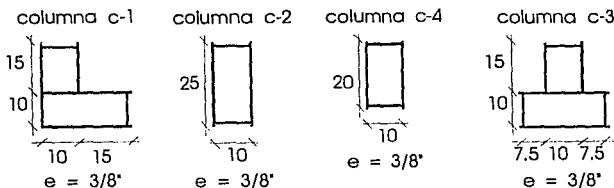


FIGURA 4.1 TIPOS DE COLUMNAS UTILIZADAS EN LA ESTRUCTURA METÁLICA

La placa que se utilizó tiene un espesor de  $3/8''$ , la soldadura que se utilizó fue de la serie E-70XX (baja en hidrógeno), la corriente eléctrica fue triaxial de 220 V.

El primer paso consistió en habilitar las columnas en un lugar fuera de la zona en donde se desplantaron en forma definitiva, se procedió a cortar las placas con equipo de corte a lo largo de la placa (estas placas son de aproximadamente 6 m. de longitud), estas placas nos conformaron las columnas metálicas, para la maniobra de montaje hubo que habilitar unos ganchos que fueron soldados a la columna y que sirvieron para levantarla. Al estarse llevando a cabo las maniobras de montaje se tuvo que sujetar la columna metálica con cuerdas a las columnas de concreto que forman el cubo del núcleo de servicios, es decir la columna metálica quedó contraveteada en cuatro puntos y con la ayuda de una persona desde la torre de montaje provisional se elevó dicho elemento, esta persona se encargó de plomear

la columna y con el auxilio de otra persona que se encontraba abajo; vale la pena mencionar la importancia de la fase de plomeo ya que de ella depende la verticalidad de la estructura. En esta fase las columnas sólo se puntearon (aplicación provisional de soldadura), de tal manera que pudieran ser presentadas, y posteriormente ya estando en su posición definitiva se aplicó un cordón de soldadura continua (según especificación del estructurista), que tiene un espesor igual al de la placa. Antes del montaje se le aplicó la pintura anticorrosiva.

Es importante mencionar que las columnas se desplantaron en las placas que van ancladas a las contratraves (que previamente debieron de haberse dejado), así como también la importancia de que los soldadores estuvieran previamente calificados, ya que de esto depende la calidad de la estructura.

b) Traves; una vez montadas por lo menos dos columnas consecutivas se procedió al montaje de las traves, que en el caso de los núcleos de servicio son básicamente de tres tipos (ver figura).

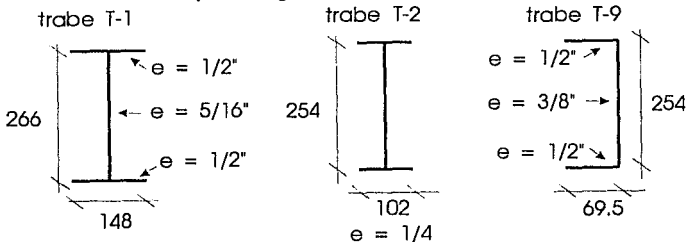


FIGURA 4.2 TIPOS DE TRAVES UTILIZADAS EN LA ESTRUCTURA METALICA

Antes de proceder al montaje de las traves fue necesario habilitar placas y ángulos, elementos con los que se unieron dichas traves con las columnas (ver figura).

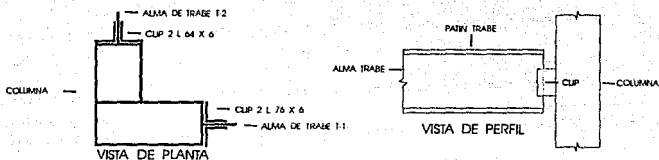


FIGURA 4.3 DETALLE DE UNION TRABE - COLUMNA

Fue necesario definir los niveles del lecho bajo de las trabes, esto en base a los niveles de piso terminado; ya definido se colocaron los clips (elementos de unión a base de ángulos) en el nivel que correspondía, y se procedió al montaje de la trabe que correspondía (según plano estructural).

La razón de utilizar placas de 20 x 20 cm. de 3/8" de espesor fue debido a que los cuatro tipos de columnas presentan en las caras de unión de las placas unos dientes, lo que impide colocar directamente los clips en estas caras, de tal manera que se hizo necesario soldar una placa de las dimensiones mencionadas anteriormente a la cara que correspondía y posteriormente soldar los clips de unión ( que en casi todos los casos son ángulos de 3" x 3" x 1/4" de espesor).

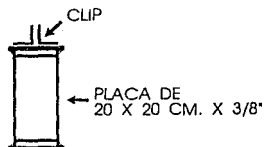


FIGURA 4.4 DETALLE DE LOS CLIPS DE UNION

Las trabes tienen una longitud aproximada de las dimensiones del claro que van a librar, dejando una holgura de 2 cm. aproximadamente al nivel de las uniones, esto para facilitar el montaje la trabe.



Una vez colocadas las traveses de un nivel ( que pueden ser las correspondientes a baños o mezzanine) se situaron ángulos de 3" x 3" x 1/4" soldados al alma de la viga que corresponda, corridos a lo largo de toda el alma.

Estos ángulos tienen la función de soportar la losacero de lamina esmaltada que hizo las veces de cimbra. Una vez colocada la losacero se soldaron varillas del número 3 a cada 25 cm. en el patín superior de la trabe y se colocó la malla electrosoldada 6/6-10/10.

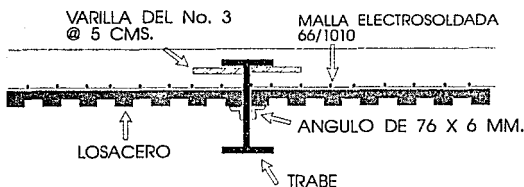


FIGURA 4.5 LOSA DE ENTREPISO A BASE DE LOSACERO

c) Losa; una vez preparada la superficie se procedió al colado de la losa con concreto premezclado  $f'c=200$  Kg./cm<sup>2</sup> utilizando una bomba para concreto.

Fue importante reforzar la losacero apuntalándola en el centro de los claros, así como seguir el plano arquitectónico, ya que tenemos un elevador por núcleo de servicios, el cubo de escaleras así como los ductos de instalaciones. Este mismo procedimiento se siguió para los siguientes niveles.

Para la construcción de las escaleras de los núcleos de servicios se utilizaron secciones de canal en las alfardas, así como traveses tipo T-2 para los descansos (ver dibujos); los escalones están fabricados con lámina continua antiderrapante Cal. 12, cada escalón está soportado por ángulos 3" x 3" x 1/4" de espesor.

### ESCALERA CENTRAL:

Los elementos verticales de la escalera central (columnas) son dos tubos de acero de cédula 40, diámetro exterior de 324 mm., diámetro interior de 303.28 mm.; desplantados en dos placas dejadas en unas contratraves construídas para este fin (ver dibujo)

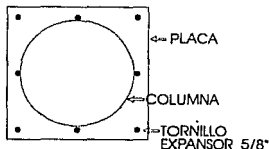


FIGURA 4.6 DESPLANTE DE LA COLUMNA DE ESCALERA CENTRAL

La alfarda de la escalera central está hecha a base de traves tipo T-A, en la zona de los descansos esta fue mandada a rolar, esto es debido a que dichos descansos tienen forma de medio círculo y es difícil fabricar en obra una estructura con dichas características.

La zona de desembarque es una estructura tipo puente, esta área está formada por traves tipo T-1 y la losa está fabricada con losacero. El procedimiento constructivo fue similar al de los núcleos de servicio.

Las uniones se hicieron con ángulos iguales a los utilizados en los núcleos de servicio

Los escalones están hechos de lámina continua calibre 12.

Fue necesario definir perfectamente los niveles de piso terminado, los niveles de descansos, el nivel de arranque, esto debió verificarse en los planos arquitectónicos.

El proceso constructivo de la escalera central fue similar al de los núcleos de servicio.

### PERGOLAS:

Las pérgolas son unas armaduras (catorce en total) que están ubicadas en el patio central del edificio. Estas estructuras son ornamentales y forman el domo que cubre el patio central. Finalmente están forradas de hojas de tablarroca. (El domo se describe en el capítulo de acabados).

El primer paso consistió en habilitar las armaduras, que están construídas a base de ángulos de 3" x 3" x 1/4". Las armaduras tienen las siguientes dimensiones:

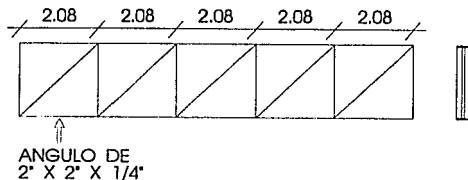


FIGURA 4.7 ARMADURAS COLOCADAS EN EL NIVEL DE AZOTEA (PERGOLAS)

Una vez que se habilitaron las piezas (no necesariamente todas) se procedió al montaje de estas con ayuda de una cuerda atada en la trabe portante de la azotea que sirve como soporte de las pérgolas o armaduras, se elevaron las piezas verticalmente y una vez que llegaron al nivel de la azotea otra persona que sujetaba con otra cuerda el extremo de las armaduras las levantaba hasta que quedaran paralelas al piso para después colocarlas sobre las trabes portantes apoyándolas en la placa de soporte.

## CAPITULO V: ALBAÑILERIA Y ACABADOS

### V.1 TRABAJOS DE ALBAÑILERIA:

Los trabajos de albañilería que se hicieron en el edificio se pueden resumir a la impermeabilización de la azotea, los pretilos y los firmes que se colaron en cada planta después de el montaje de las "Dobles T", estos trabajos fueron mínimos ya que toda la estructura es prefabricada o metálica y por lo mismo no hay muros de carga y también a que los registros y obras de drenaje fueron obras exteriores del corporativo.

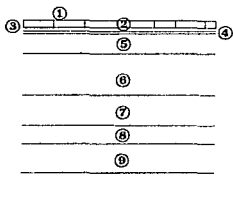
En el caso de los firmes ya se describieron en el capítulo de "Fabricación y montaje de las piezas".

A continuación se describe el proceso constructivo de la impermeabilización y de los pretilos en azotea.

- 1) Se colocó un firme de concreto con malla electrosoldada 66/1010 con impermeabilizante integral para unir las "Dobles T" de manera similar que como se hizo en los niveles inferiores. Para el colado de este firme se utilizó una bomba para concreto, por lo mismo el revenimiento requerido fue de 14 cms. Previo al colado se colocó la malla que se fijó a las "Dobles T" por medio de las varillas dejadas para este fin.
- 2) Se colocaron placas de poliestireno de 3" de espesor en toda la azotea, esta placa fue solicitada por los proyectistas de aire acondicionado, ya que en el proyecto original no se iba a utilizar este sistema de impermeabilización (ver conclusiones). La placa tiene como función reducir la filtración de rayos solares y de esta manera no modificar el proyecto de aire acondicionado. Estas placas fueron elevadas por medio de una sogá ya que si se utilizaba malacate podían dañarse, además de que su peso es muy pequeño, por lo que esta maniobra fue relativamente sencilla.

- 3) Una vez colocadas estas placas, se construyeron unas maestras a base de tabique asentado con mortero cemento-arena de altura variable (Esta altura dependió de las pendientes). Posteriormente se procedió a la elevación del tezonle por medio de un malcate y botes. Al llegar el tezonle a la azotea se procedió a extenderlo por medio de carretillas. Esta capa tiene un espesor variable debido a las pendientes.
- 4) Se colocó una capa de mezcla a base de mortero cemento-arena de 3 cms. de espesor. Para la fabricación de esta mezcla se elevaron los materiales (arena y grava) y también se elevó una revolvedora por medio de malcate.
- 5) Se aplicó una capa de primario con cepillo y se dejó reposar 3 días.
- 6) Posteriormente se aplicó una membrana impermeabilizante de 4 mm. de espesor, fijando esta por medio de calor utilizando soplete de gas. Esta membrana se trasladó 10 cms. por recomendaciones del fabricante.
- 7) Sobre esta membrana de impermeabilizante se colocó el enladrillado asentado con mortero cemento-arena, lechadeado con cemento alineándose con reventón.
- 8) Por último se aplicó una lechada con una mezcla de alumbre, jabón y agua.

En la figura se puede observar las diferentes capas que tiene la impermeabilización del edificio.



- ① CAPA DE ALUMBRE Y JABON
- ② ENLADRILLADO LECHADEADO CON CEMENTO
- ③ MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE DE 4 MM.
- ④ PRIMARIO
- ⑤ MORTERO CEMENTO - ARENA
- ⑥ TEZONLE
- ⑦ POLIESTIRENO
- ⑧ FIRME DE CONCRETO
- ⑨ LOSA DOBLE "T"

FIGURA 5.1 IMPERMEABILIZACION DE LA AZOTEA

Para la contención de la impermeabilización se construyó un prétil perimetral de 90 cms. de altura con castillos a cada 5 mts. de 15 x 15 cms. de sección con un armado triangular (3 varillas del No. 3) y E # 2 @ 15 cms., con una cadena de cerramiento también con sección de 15 x 15 cms. y con el mismo armado de los castillos.

#### *V.2 TRABAJOS DE ACABADOS:*

En lo que respecta a los acabados podemos dividir estos en acabados exteriores e interiores, en los exteriores podemos mencionar el recubrimiento de las fachadas, la ventanería y los domos que se colocaron en la azotea en la zona del patio central, mientras que en los interiores están los muros interiores y su recubrimiento, los pisos y el plafón.

#### *ACABADOS EXTERIORES:*

##### a) Recubrimiento de fachadas:

El recubrimiento de las 4 fachadas del edificio se hizo por medio de un panel de fabricación especial, ya que no existen paneles de línea comercial que satisfagan los requerimientos del proyecto.

Este panel consiste en 2 hojas de lámina galvanizada con acabado de esmalte cal. 22 rellenas en su interior por poliuretano. Este hule espuma le da al panel las características de acústico y térmico. El panel tiene un espesor de 2", las hojas son de 1.22 x 2.44 m. y en todo el perímetro de cada hoja lleva un perfil de aluminio.

Las distancias entre los ejes de las columnas del edificio que son de 10.98 mts. se acoplan perfectamente a las dimensiones de las hojas de las láminas que son de 1.22 x 2.44 mts. de esta forma fue que se colocaron 9 láminas entre un eje y otro colocando la lámina en sentido vertical es decir, 1.22 m. horizontalmente y 2.44 m. verticalmente.

Para la colocación y fijación de este panel fué necesario primeramente fabricar un bastidor a base de P.T.R. Los pasos que se siguieron para la fabricación del bastidor y la posterior colocación de la lámina fueron los siguientes:

- 1) Se colocaron en las columnas de concreto unas placas de acero de 1/4" de espesor de dimensiones de 4" x 4" y estas se sujetaron a las columnas por medio de 4 tornillos con taquete expansivo.
- 2) Posteriormente se soldaron a cada una de estas placas unos tramos de P.T.R. de 15 cms. de longitud de 2" x 2" perpendiculares a la columna de concreto. Estos P.T.R. sirvieron como soporte para otros P.T.R. de 4" x 2" que se colocaron formando un bastidor tanto horizontal como verticalmente. (A todo el bastidor se le aplicó una mano de pintura anticorrosiva)
- 3) Una vez colocado el bastidor en la fachada del edificio se procedió a colocar el panel, sujetando este de los P.T.R. que fueron colocados para este fin por medio de pijas. Esta unión entre el panel y el bastidor por medio de pijas no se hizo sobre la lámina sino a la altura donde quedaron las uniones con aluminio, es decir, las láminas no se atornillaron como se puede observar en la figura.

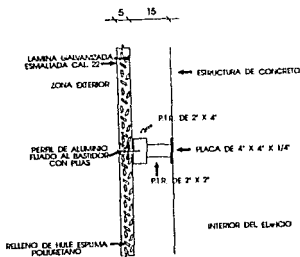


FIGURA 5.2 DETALLE DE PANEL EN FACHADAS

b) Ventanería:

La ventanería del edificio es a base de cristal templado de 9 mm. de espesor, el cual está ligado directamente a la estructura por medio de unas vaguetas. Para su colocación se siguieron los siguientes pasos:

- 1.- Se mandó cortar el cristal en piezas de 1.22 m. de ancho, esto es con el fin de seguir el criterio de modulación del edificio.
- 2.- Se construyó un prétil para soportar los cristales. En el caso de P.B. este fue construido con tabique rojo recocado asentado con mortero cemento-arena, y en el caso de los 2 niveles superiores se habilitó el pretil a base de perfiles tubulares.
- 3.- Se ranuraron las columnas y la trabe superior para posteriormente fijar las vaguetas.
- 4.- Por último se colocaron los cristales, cabe mencionar que en las uniones se colocaron unas costillas hechas del mismo cristal con el fin de rigidizar la ventanería. Estas uniones se hicieron con silicón aplicado con pistola.

c) Domos en patio central:

La zona del patio central fue cubierta por unos domos de lexan, estos a su vez se apoyan en una estructura a base de perfiles tubulares que están desplantados sobre las pérgolas (armaduras descritas en el tema de estructura metálica). El proceso constructivo fue el siguiente:

- 1.- Se colocaron placas de 15 x 15 cms x 1/4" de espesor soldadas a las pérgolas.
- 2.- Sobre estas placas se soldaron unos tramos de P.T.R 2" x 2" perpendiculares a las pérgolas y sobre estos el bastidor de los domos que fue a base de



canal de 4" x 2". (ver figura). Los tramos de P.T.R. tienen una altura variable, esto es para darle pendiente al bastidor y poder canalizar el agua pluvial.

- 3.- Se colocó la cubierta (domos) ligandola al bastidor con sellador. Esta cubierta se montó por medio de cuerdas.
- 4.- En la parte central de la cubierta se fabricó y colocó un canalón de lámina galv. cal. 24, este canalón se mandó doblar fuera de la obra. Este canalón tiene una sección rectangular de 20 x 30 cms. y se selló a la cubierta; se colocó con el fin de que la cubierta rematara en este y aquí desembocara el agua pluvial.

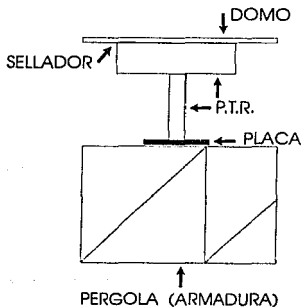


FIGURA 5.3 RASTIDOR PARA DOMOS EN PATIO CENTRAL

#### ACABADOS INTERIORES

##### a) Muros divisorios:

Los muros interiores del edificio son exclusivamente divisorios, es decir, no reciben nada de carga, por este motivo todos los muros se hicieron a base de hojas de tablarroca.

La altura que existe entre el N.P.T. y el nivel de plafón es de 3.05 mts., por lo que el desperdicio de las hojas en el sentido vertical se elimina ya que se colocaron 1 hoja de 2.44 mt. de altura y 1/4 de hoja de 0.61 mts. sumando la altura total.

Estos muros llevan en ambas caras hojas de tablarroca de 13 mm. de espesor y se colocaron después de que se armó un bastidor a base de canaleta y postes. La canaleta se fijó al piso por medio de tornillos y se colocaron posteriormente los postes para el muro por medio de pijas autorroscables. Una vez armado el bastidor se sujetaron las hojas de tablarroca a este también por medio del mismo tipo de pijas y en las uniones de las hojas se utilizó perfacinta y redimix.

Finalmente estos muros se recubrieron con unas hojas de formaica muy resistentes de 4 mm. de espesor. Estas láminas son de asbesto en su parte interior y tienen el acabado de formaica en la cara exterior. Se adhirieron al muro por medio de cintas autoadheribles en ambas caras.

#### b) Plafón:

El plafón utilizado en las 3 plantas del edificio fue el mismo, es un plafón de tipo ambiental tipo Armstrong acústico con acabado texturizado. Este plafón viene en placas de 61 x 61 cms. x 3/4" de espesor.

Para su colocación se tuvo que hacer un colganteo a base de alambre galvanizado por medio de armellas que fueron fijadas a las losas "Doble T". Estos alambres sirven para sujetar los tableros de aluminio. Estos tableros no son mas que cuadros de 61 x 61 cms. a base de perfil "T" de aluminio de 2" x 1".

Una vez que se hizo el colganteo de estos cuadros se colocaron las placas que constituyen el plafón, las cuales embonan en los perfiles "T" de aluminio.

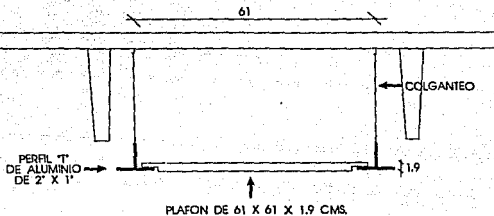


FIGURA 5.4 DETALLE DE COLGANTES DE PLAFON

c) Piso falso:

Este piso permite la colocación de una charola eléctrica. En planta baja fue donde se colocó este piso ya que en las demás las charolas van dentro del plafón (ver capítulo de instalaciones). Es importante mencionar que las juntas del piso falso debieron coincidir con las juntas del plafón (el piso falso también es a base de placas de 61 x 61 cms.).

Estas placas que tienen un espesor de 3/4" tienen un núcleo de madera Novopan que es sumamente dura y además se recubrió con lámina galvanizada. Se siguieron los siguientes pasos:

- 1.- Se fijaron unas placas de acero de 10 x 10 cm. al piso, luego unos pedestales y sobre éstos otra placa de 10 x 10 cms. (ver dibujo), mediante una pistola especial que fija la placa al piso por medio de unos remaches.
- 2.- Una vez colocados por lo menos 4 pedestales se procedió a atornillar el piso falso a estos. Cada placa va fijada a 4 pedestales y a la vez un pedestal sirve de sostén para 4 placas diferentes.

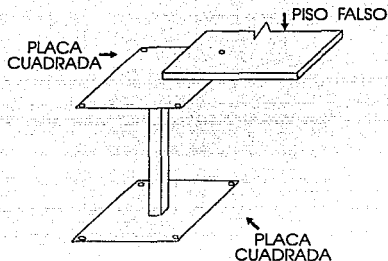


FIGURA 5.5 PISO FALSO EN PLANTA BAJA

d) Acabado en pisos:

El piso de todo el edificio se recubrió con alfombra, exceptuando los baños y el patio central.

La alfombra utilizada en el edificio no es alfombra en rollos sino modular. Cuenta con una especie de membrana de hule en la cara interior que es la que se pegó al piso por medio de resistol 5000.

e) Piso a base de loseta:

Los pisos del edificio que fueron cubiertas con loseta fueron los baños y el patio central y la colocación de esta se hizo de la siguiente manera:

- 1.- Se colocó un reventón que sirvió como gufa.
- 2.- Se preparó la mezcla para asentar la loseta con mortero cemento - arena y se aplicó esta.

- 3.- Se procedió a la colocación de la loseta y se golpeó suavemente para que penetrara mejor la mezcla.
- 4.- Por último se le aplicó una lechada de cemento blanco con agua en las juntas para darle un mejor acabado.

## CAPITULO VI: INSTALACIONES

### *VI.1 DESCRIPCION GENERAL DE LOS PROYECTOS DE INSTALACIONES*

Al hacer la descripción del proyecto de instalaciones del edificio sur se hace indispensable describir el proyecto de instalaciones del centro corporativo, ya que este está muy ligado a todos los edificios que forman dicho centro y en nuestro caso al edificio sur.

El centro corporativo cuenta con una cisterna, que está dividida en dos partes, una es la cisterna de agua potable con capacidad aproximada de 800 m<sup>3</sup> y una cisterna de agua tratada con capacidad de 2000 m<sup>3</sup>.

El agua potable es succionada en el edificio denominado "Casa de máquinas" y de aquí es bombeada al edificio sur por medio de una red de tuberías que corren en la losa superior del paso porticado, este hace las veces de un "rack" o bastidor en la parte superior y de un paso porticado en la parte inferior.

La D.G.C.O.H. pidió la construcción de un tanque de tormentas para que el agua pluvial que proviniera del predio no fuera desalojada directamente a la red municipal, de tal manera que el agua pluvial que es captada en todo el centro corporativo se canaliza a este tanque.

En cuanto al suministro de energía eléctrica esta es enviada desde el edificio de "Casa de máquinas" ya que aquí se encuentran los transformadores que convierten la corriente eléctrica de alta a baja tensión.

El agua fría para el sistema de aire acondicionado también va a ser enviada de "Casa de máquinas", vale la pena mencionar que esta agua va a ser reutilizada permanentemente por medio de un sistema de retorno.

El cableado del sistema de computo vendrá de el "Centro de Cómputo" y corre también por la parte superior del pórtico, al igual que las demás instalaciones.

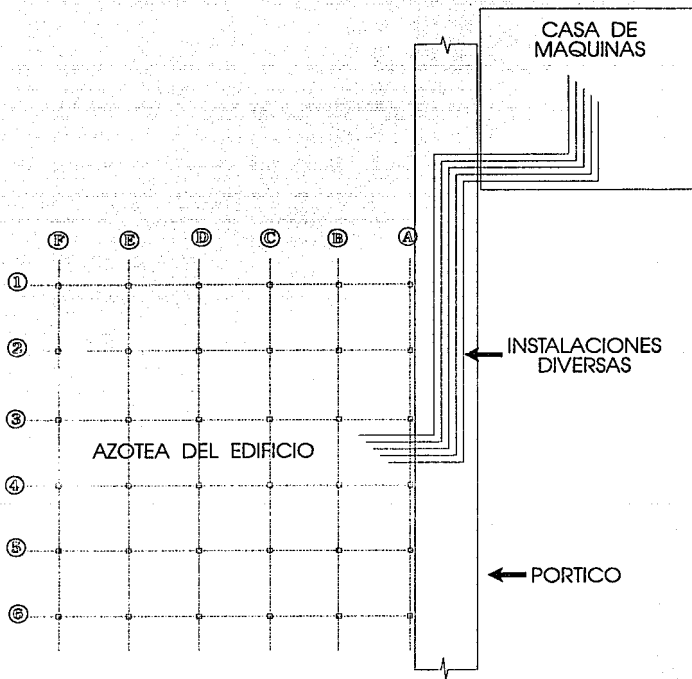


FIGURA 6.1 ACOMETIDA DE INSTALACIONES AL EDIFICIO

## VI.2 INSTALACION HIDROSANITARIA Y DE AGUAS PLUVIALES

### a) Alimentación hidráulica

El abastecimiento de agua al edificio sur proviene de dos cisternas distintas. Una de ellas es la cisterna de agua potable que suministra agua a lavabos y la otra es la cisterna que capta el agua pluvial, esta cisterna suministra agua a mingitorios y a W.C.

El suministro de agua se hace por medio de un tanque hidroneumático que se encuentra localizado en el edificio "Casa de máquinas". Este tanque suministra agua no únicamente al edificio sur sino a todos los edificios del corporativo.

La salida de agua de este tanque es a base de tubería de fierro galvanizado la cual corre por la parte superior del pórtico para entrar al edificio. Esta tubería es roscada y para la unión de todos sus accesorios se utilizó cinta teflón. Esta cinta teflón se adhirió en todas las roscas de los accesorios antes de hacer la unión, esta cinta por ser muy delgada se adhiere perfectamente bien a la rosca y sirve como empaque para las uniones.

La alimentación a todos los muebles sanitarios se hizo por medio de tubería de cobre de 19 y 13 mm. tipo "M" que es el tipo que normalmente se utiliza para instalaciones residenciales de agua, ya que el tipo "K" y el tipo "L" son utilizadas para gas o para condiciones más severas de presión y temperatura. Esta tubería es soldada, para las uniones de todos sus accesorios se siguieron los siguientes pasos:

- 1) Se lijaron los extremos de las piezas que se van a unir.
- 2) Se aplicó pasta fundente también en los extremos de las piezas, previamente a la unión de estas.
- 3) Por último se le aplicó a la unión soldadura de estaño de carrete con soplete.



b) Salidas sanitarias y bajada de aguas pluviales

Para las salidas de aguas negras y de aguas pluviales se utilizó tubería de fierro fundido. Para el caso de las bajadas de aguas pluviales la tubería que se utilizó es de 15 cms. de diámetro y para su instalación se siguió el siguiente proceso :

- 1) Se trazó en cada nivel la zona donde pasan las bajadas
- 2) Se hicieron huecos en la losa de acuerdo al trazo.
- 3) Se acoplaron los dos tramos de tubo ya que embona la parte final de un tramo con el inicio del otro.
- 4) Se retacaron todas las uniones con estopa alquitranada.
- 5) Se fundió un lingote de plomo por medio del soplete para retacar junto con la estopa alquitranada la unión.
- 6) Por último se colocaron unos cinturenes de lámina para abrazar las uniones.

En la figura se muestra la unión que se hizo entre dos tramos de tubería.

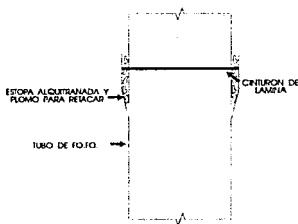


FIGURA 6.2 DETALLE DE UNION EN LA TUBERIA DE Fie. Fe.

Fue importante definir el nivel en el que quedaron las coladeras (estas fueron tipo cúpula), para definir este nivel se tomó en cuenta el nivel de entortado e impermeabilización

Cabe mencionar que en las bajadas de aguas pluviales no se utilizaron codos de 90° sino 2 de 45° esto es con la finalidad de que cuando caigan lluvias fuertes no desgasten mucho la unión y tenga una vida útil mayor. Estas bajadas llegan a registros que se encuentran en la parte exterior del edificio y el agua es conducida por medio de tubería de concreto (albañal) hasta el tanque de tormentas. Estas son ya obras exteriores del corporativo.

Las bajadas pluviales del edificio son 10 en total y se encuentran 4 de ellas en la zona oriente del edificio y otras 4 en la zona poniente, las otras 2 bajadas se encuentran en el patio central del edificio donde se encuentran los domos.

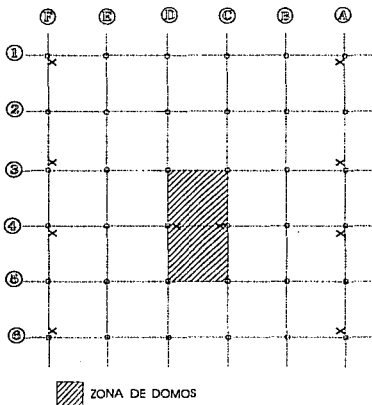


FIGURA 6.3 LOCALIZACIÓN DE LAS BAJADAS DE AGUAS PLUVIALES

Para la tubería de salida sanitaria las uniones se hicieron de manera similar. El diámetro de la tubería que se utilizó para la salida de los lavabos es de 38 mm., para los mingitorios de 50 mm. y para los w.c. de 75 mm. Esta tubería también llega a registros en la parte exterior del edificio y el agua negra es canalizada por tubería de concreto hasta un cárcamo de aguas negras, para posteriormente ser bombeada a la red municipal de alcantarillado. Esto último también son obras exteriores del corporativo.

Cada núcleo de servicios cuenta con un baño para hombres y otro para mujeres, el de hombres cuenta con 4 lavabos, 2 mingitorios y 2 w.c., mientras que el de mujeres cuenta con 3 w.c. y 3 lavabos (ver figura). Estos muebles sanitarios se colocaron y se probaron una vez que se terminaron por completo las instalaciones de alimentación y de desagüe.

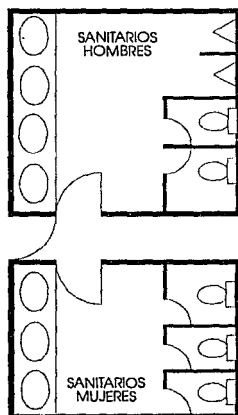


FIGURA 6.4 PLANTA DE LOS NUCLEOS SANITARIOS

### VI.3 INSTALACION DE AIRE ACONDICIONADO

Una parte importante del Sistema de Aire Acondicionado es el suministro de agua fría para las Unidades Manejadoras de Aire (U.M.A.), localizadas en los núcleos de servicio del edificio. Este suministro se realiza por medio de una unidad enfriadora de agua ("schiler") que se encuentra ubicada en casa de máquinas. Esta agua retorna al "schiler" para recuperar su temperatura y vuelve a ser enviada funcionando esta agua de manera cíclica.

La tubería que se instaló para la alimentación de agua fría y retorno es tubería de acero al carbón. Su diámetro es muy variable ya que de los "schiler" sale agua fría para las U.M.A. de todo el corporativo, no únicamente del edificio sur, debido a esto a la salida de los "schiler" el diámetro es de 15" y va reduciéndose poco a poco conforme se va derivando. Las uniones de los accesorios de esta tubería se soldaron, utilizando soldadura E-6013 y en el caso de las válvulas además de soldarse también van bridadas.

Es importante que estas tuberías mantengan a cierta temperatura el agua que corre por ellas es por eso que se recubrieron, este recubrimiento consistió en adherir a la tubería una membrana de fibra de vidrio y posteriormente esta membrana se forró con una lámina acanalada que se fijó por medio de cinturones también de lámina.

Simultáneamente a los trabajos de instalación de tubería de agua fría y retorno se fué trabajando con los ductos para la distribución del aire.

Estos ductos que tienen una sección rectangular variable se construyeron utilizando lámina galvanizada lisa cal. 24, habiendo trazado previamente las trayectorias de los mismos. Esta lámina se cortó y se habilitó en el mismo sitio de la obra. Para la unión de estas láminas se utilizaron grapas, estas grapas también se fabricaron con la misma lámina de los ductos. Para su colganteo se utilizaron soleras, fijandolas a la losa "Doble T". Los ductos quedaron posteriormente ocultos dentro del plafón.

En los ductos también es importante mantener una cierta temperatura del aire que por ellos circula y es por eso que se recubrieron, el recubrimiento de los ductos se hizo adheriendo una membrana de fibra de vidrio a la lámina del ducto y posteriormente se forró todo con un papel de aluminio.

Las U.M.A. se pudieron montar en los núcleos de servicio una vez que se construyó la losa de entrepiso (losacero explicada en el tema de estructura metálica) ya que sobre esta quedaron ubicadas.

Para montar las U.M.A. se utilizó un malacate, el cual fue situado en la parte de la azotea donde está ubicado el patio de servicios, este montaje se realizó antes de que se colocaran los domos y antes de que se recubrieran los núcleos de servicio.

Una vez montadas y cuando se terminaron los trabajos de instalación de agua fría y retorno, ductería e instalación eléctrica se conectaron estas U.M.A.; la unión entre las U.M.A. y la ductería se hizo por medio de lámina galvanizada lisa en los extremos y lona ahulada en el centro, esto con el fin de evitar la transmisión de ruidos y vibraciones.

Para la difusión y extracción de aire se hicieron unos huecos circulares en los ductos de lámina de 4" de diámetro. El sitio de difusión y extracción es el mismo en el que quedaron colocadas las lámparas fluorescentes, esto es en un espacio de 1.22 x 1.22 mts. (que es el equivalente a 4 placas de plafón de 0.61 x 0.61), es decir, en este sitio no se colocó plafón sino las lámparas. Sobre estas lámparas se montaron unas silletas las cuales están conectadas al ducto. Estas silletas por medio de los huecos circulares que se dejaron y contienen dos difusores uno de inyección y otro de extracción de aire. Estas silletas también se forraron de fibra de vidrio y papel aluminio al igual que los ductos (ver figura).

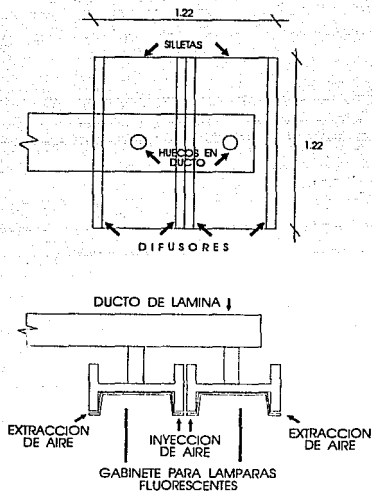


FIGURA 6.5 DETALLE EN PLANTA Y EN CORTE DE LOS DIFUSORES DE AIRE (SILLETAS)

#### VI.4 SISTEMA CONTRA INCENDIO

El sistema contra incendio del edificio es a base de hidrantes. Cada uno de estos hidrantes contiene una manguera de 30 mts. de longitud de 2 1/2" de diámetro y una válvula para poderse operar por cualquier persona en cualquier momento.

Cada núcleo de servicios cuenta con 2 hidrantes, por lo mismo cada planta cuenta con 4 y en total en todo el edificio se colocaron 8 piezas.

Estas piezas se sujetaron a las columnas del concreto por medio de taquetes expansivos.

La alimentación de agua a los hidrantes proviene del "Casa de máquinas". En casa de máquinas se encuentran 2 bombas una denominada bomba primaria que es de motor eléctrico y la otra es una bomba de emergencia con motor de combustión interna diesel.

Cabe mencionar que estas bombas no únicamente suministran agua a los hidrantes del edificio sur sino a todo el corporativo.

La tubería que se instaló para el sistema contra incendio es tubería de acero al carbón, y su diámetro al entrar al edificio sur es de 4" derivandose con una "T" hacia cada hidrante y una reducción a 2 1/2" que es con lo que entra a estos. Las uniones de los accesorios de esta tubería algunos van soldados, otros roscados y en el caso de las válvulas van bridadas.

#### *VI.5 ELEVADORES*

El Edificio cuenta con dos elevadores, uno en cada nucleo de servicios, cada uno con capacidad para 10 personas (750 Kgms.).

Para el montaje de los elevadores fue necesario previamente realizar trabajos de obra civil, estos fueron los siguientes:

- a) Construcción de una fosa con dimensiones libres de 2.15 x 2.45 x 1.22 metros de profundidad, con paredes y losa de fondo de concreto reforzado de 40 cms. y 20 cms. de espesor respectivamente. Estos trabajos se hicieron paralelamente a la cimentación del edificio.
- b) Cubo del elevador; construido a base de estructura metálica, tiene dimensiones de 2.15 x 2.45 mts. y una altura de 15.86 mts., que es la altura que va de la parte superior de la fosa al nivel de azotea. Este cubo

se construyó paralelamente a la estructura metálica de todo el núcleo de servicios

- c) Cuarto de máquinas del elevador; este cuarto se encuentra en la azotea y sirve para alojar toda la maquinaria del elevador, tiene dimensiones de 2.85 x 5.50 mts. y una altura de 2.44 mts., también se construyó a base de estructura metálica y está revestido con el mismo panel con el que se revistieron las fachadas del edificio.

En la losa de azotea donde se localiza el cuarto de máquinas del elevador se hicieron unas perforaciones de 10 x 10 cms. para que sirvieran como pasos para el cableado y guías de los elevadores.

Una vez terminados todos estos trabajos se procedió al montaje e instalación de los elevadores por parte de una compañía especializada. ( La compañía que suministro los elevadores)

#### *VI.6 INSTALACION ELECTRICA*

El suministro de energía eléctrica como mencionamos anteriormente viene de el edificio "Casa de máquinas", al igual que el resto de las instalaciones. En "Casa de máquinas" se encuentran los transformadores que sirven a todo el corporativo. La conducción de la energía eléctrica para el edificio sur se hace a través del pórtico a base de tubería conduit para alojar los conductores.

En la unión entre el pórtico y el edificio sur se utilizó tubería liquatite ya que esta tubería es muy flexible a diferencia de la tubería conduit que es rígida, de tal manera que permite cierto movimiento. La entrada de la tubería al edificio llega a la azotea y es por medio de tubos de 4", y ahí la canalización cambia de tubería conduit a charolas, el calibre de los conductores a la entrada del edificio es del número 250 MCM, este cable tiene un diámetro exterior de 1.8 cms.



En la azotea del edificio en la zona del núcleo de servicio oriente se habilitó un cuarto en el que quedaron instalados 2 transformadores, el seccionador y 2 tableros principales del edificio, este equipo es muy pesado y se tuvo que elevar hasta la azotea por medio de una grúa y posteriormente rodarlos hasta el cuarto, el peso de cada transformador es de 1.7 tons., el de el seccionador es de 1.3 tons. y el de cada tablero es de 0.7 tons aproximadamente.

De los tableros principales ubicados en la azotea continúa la canalización hasta los tableros ubicados en los núcleos de servicio y esto también se hizo con tubería conduit.

Las uniones de la tubería conduit se hicieron con coples que son roscados, y para los cambios en la dirección de la tubería se utilizaron los "condulets" que también son roscados.

Cada núcleo de servicio cuenta con 5 tableros, 3 de alumbrado, 1 de fuerza y 1 de clima, y estos tableros alojan los interruptores termomagnéticos que se colocaron una vez que ya se tenía el cableado.

A partir de los tableros se utiliza charola para la conducción de los conductores eléctricos. Las charolas más grandes son de 60 cms. y las más pequeñas de 20 cms. Cabe mencionar que al utilizar las charolas ya no tenemos que utilizar registros eléctricos.

Para el montaje de las charolas primeramente se colocaron los taquetes en la losa "Doble T" que sirven para sujetar los espárragos que a su vez soportan la charola. Posteriormente se procedió al montaje de las charolas uniendo estas a los espárragos por medio de los dispositivos de sujeción de la charola, como se muestra en la figura:

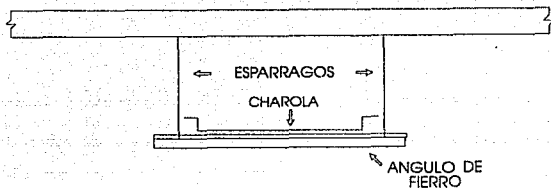


FIGURA 6.6 DETALLE DE COLGANTEO DE CHAROLAS

Una vez montadas las charolas se procedió a su cableado.

Estas charolas que llevan los conductores a través de la losa quedan escondidas al igual que los ductos de aire acondicionado dentro del plafón y son dos niveles de charola por piso, uno para fuerza y otro para alumbrado, la charola superior es para fuerza ya que los conductores suben alojados con tubería conduit al nivel superior de la losa hasta los contactos, mientras que de la charola inferior bajan los conductores también por medio de tubería conduit hasta los apagadores. En la losa de azotea únicamente hay charola para alimentación de apagadores, mientras que para la alimentación de contactos en P.B. la charola corre a través del piso de la P.B. quedando oculta posteriormente por un piso falso. La tubería conduit que va de las charolas a los apagadores o contactos quedó oculta dentro de los muros de tablaroca.

Vale la pena mencionar que aproximadamente el 40% de la energía eléctrica es para abastecer al aire acondicionado, otro 40% es para alumbrado y fuerza y el 20% restante es para el suministro a los equipos de cómputo.

## VI.7 SISTEMA DE PARARRAYOS

El sistema de pararrayos del edificio sur consiste en puntas de 60 cms. colocadas en todo el perímetro del edificio conectadas todas con cable de cobre desnudo del No. 2/0, el cual descarga en tierra a través de una varilla de tierra. El proceso constructivo para la instalación de este sistema fue el siguiente:

### a) Trabajos en azotea:

- 1.- Se colocaron las puntas para la captación de los rayos en todo el perímetro de la azotea del edificio, cada una con una separación de 5 mts., estas se colocaron el prétil y su base se fijó con taquetes expansivos y tornillos (ver figura).

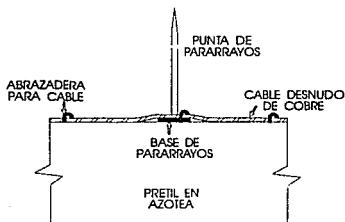


FIGURA 6.7 PUNTA DEL SISTEMA DE PARARRAYOS

- 2.- Se ligaron todas las puntas con el cable desnudo de cobre del No. 2/0 sujetando este en cada base de punta.
- 3.- La parte final del cable se guió hasta la P.B. del edificio, en donde se encuentra la tierra física.

### b) Trabajos en tierra

En la parte inferior del edificio, donde se encuentra la tierra física, se hizo un sistema de tierras el cual consistió en 6 registros donde quedaron ahogadas las

varillas de tierra, el proceso constructivo para cada varilla de tierra fue el siguiente:

- 1.- Se hizo una excavación de 1.00 mt. de profundidad, que pudiera alojar un tramo de tubería de concreto de 30 cms. de diámetro.
- 2.- Posteriormente se penetró la varilla de tierra que tiene una longitud de 3.05 mts. 2.05 mts. de profundidad, quedando libre 1.00 mt. de varilla dentro de un tubo de concreto de 30 cms. de diámetro (ver figura).
- 3.- Se conectó el cable desnudo de cobre a la varilla de tierra por medio de un conector.
- 4.- Se rellenó este tubo de carbon activado y sal en piedras, esto es para una mejor conducción de la descarga eléctrica hacia la tierra.
- 5.- Por último se construyó una tapa de registro para cada varilla.

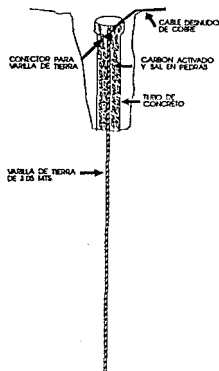


FIGURA 6.8 DETALLE DE COLOCACION DE VARILLA DE TIERRA

## CAPITULO VII: CONCLUSIONES

### VII.1 COMENTARIOS RESPECTO AL PROYECTO

Consideramos de suma importancia que antes de la ejecución de cualquier obra y más en una obra de esta magnitud quede perfectamente bien definido el proyecto. En este edificio tuvimos la oportunidad de observar los problemas existentes en la ejecución de una obra cuando no se tiene el proyecto bien definido.

El proceso constructivo de este edificio se vió modificado en varias etapas de la construcción. Esto se debió en muchos casos a la carencia de un proyecto definitivo y en otras a que el cliente pedía cambios al proyecto o sugería nuevos materiales. Es decir, sobre la marcha se tuvieron que definir varias cosas.

El no tener el proyecto definido al 100% llevó en el caso de esta obra a que se tuviera que elevar el costo y que se alargara el tiempo de ejecución, originando esto la dificultad de tener un programa definitivo.

Creemos interesante mencionar la serie de cambios que se hicieron en el proyecto original:

- 1.- Techumbre a base de lámina en azotea; en el proyecto original se tenía pensada la colocación de una techumbre a base de lámina. Este tipo de techumbre se pensaba colocar en todos los edificios que forman el corporativo y de esta manera no utilizar ningún sistema de impermeabilización tradicional. La decisión de adoptar un sistema de impermeabilización tradicional en el edificio sur se debió a la experiencia que se tuvo en el edificio denominado "Centro de Cómputo" del corporativo. En este edificio se utilizó dicho sistema que en teoría debiera funcionar, el problema es que este es muy delicado y una de las recomendaciones más importantes es el evitar el tránsito de gente en la techumbre, esta sugerencia no fue seguida ya que el tránsito de personas en la azotea fue muy elevado, esto debido a los trabajos que se estaban desarrollando paralelamente. Finalmente se tuvo que llevar a cabo en dicho

edificio una impermeabilización de "apoyo" a la techumbre con la colocación de una membrana de 4 mm de espesor. Este fue el motivo por el cual se optó por un sistema de impermeabilización tradicional en el edificio sur modificando de esta manera el proyecto original.

- 2.- Alfombra en Planta Baja; el acabado que se tenía pensado utilizar en la Planta Baja era alfombra, pero debido a que el firme de ésta planta quedaba en el nivel -0.03 m. y el N.P.T. estaba en 0.00 m. complicaba la colocación de la tubería de instalación eléctrica, ya que este espacio era insuficiente para colocar la charola eléctrica. Se tuvo que optar entonces por la colocación de un "piso falso" que elevara el N.P.T. a +0.30 m. de tal manera que con este margen las instalaciones a base de charola pudieran ser colocadas.
- 3.- Elevación de todos los N.P.T. del edificio; el elevar el N.P.T. de Planta Baja a +0.30 m. originó que la zona del núcleo de servicios quedara muy baja, de tal manera que en núcleos de servicio se tuvo que elevar el N.P.T. 0.15 m. para que no hubiera problemas en el desembarque de la escalera y no se modificara el número de escalones del proyecto original. Para elevar los niveles se tuvo que colocar una capa de tezontle originando esto un costo adicional.
- 4.- Cambio de paso porticado en planta baja; en el proyecto original se tenía pensada la construcción de un "paso porticado", este se comunicaría con el pórtico existente que va de norte a sur sobre el cual corren las instalaciones. Debido a necesidades propias del cliente determinaron que la construcción de este paso implicaría un costo elevado de tal manera que se optó por no construirlo.

Nos pareció importante mencionar el hecho de que se hubieran realizado estas modificaciones al proyecto original, debido a que nos muestra la cantidad de criterios que entran en juego en una obra de esta magnitud; entre estos criterios están el de gente de instalaciones, el arquitectónico, el estructural y el del propietario.

## ***VII.2 COMENTARIOS RESPECTO A LA ESTRUCTURA PREFABRICADA***

En lo concerniente a los prefabricados nos pareció en nuestra opinión una buena alternativa para construir por las siguientes razones:

- 1.- Abatió los tiempos de construcción
- 2.- Debido al acabado que se eligió en la fachada a base de láminas esmaltadas que se sujetaron por un bastidor metálico a base de PTR se requirió que las columnas y traveses tuvieran las dimensiones exactas de los planos ya que la modulación que requiere la soportería metálica casi no admite variaciones en las dimensiones de las piezas ni en la distancia entre estas.
- 3.- Debido a la amplitud del terreno en el que se iba a construir no se dificultaron tanto las maniobras de transporte, descarga y montaje de las piezas, problema que en algunas ocasiones resulta muy difícil de resolver en el caso de las estructuras prefabricadas.
- 4.- En lo que se refiere a la calidad de los materiales, resultó más fácil de controlar en la planta que si se hubiera colado en el sitio de la obra.

## ***VII.3 COMENTARIOS RESPECTO A LA INTERRELACION DE LA INGENIERIA CIVIL CON OTRAS AREAS DE LA EDIFICACION***

Consideramos de suma que el ingeniero civil dedicado a la construcción de edificios domine los diferentes procesos constructivos referentes a cimentación y estructura y entienda al menos en términos básicos cuestiones arquitectónicas y de instalaciones, ya que estas actividades están interrelacionadas. Pudimos observar que conciliar los diferentes intereses que intervienen en un proyecto no es tarea fácil, por lo que una buena labor de coordinación es de suma importancia.

# ***ANEXOS***



# TIEMPOS REALES DE EJECUCION POR PARTIDA

1992

1993

F M A M J J A S O N D E F M A M J J

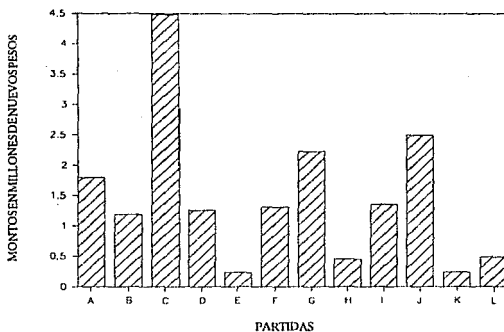
	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	
CIMENTACION PROFUNDA	█																		
CIMENTACION SUPERFICIAL		█	█																
ESTRUCTURA DE CONCRETO				█	█	█													
ESTRUCTURA DE ACERO													█	█	█	█	█	█	█
ALBAÑILERIA	█						█	█				█	█	█	█	█	█	█	█
INSTAL. HIDROSANITARIA		█	█										█	█	█	█	█	█	█
INSTALACION ELECTRICA														█	█	█	█	█	█
AIRE ACONDICIONADO													█	█	█	█	█	█	█
SISTEMA CONTRA INCENDIO																	█	█	█
ACABADOS EXTERIORES									█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
ACABADOS INTERIORES																	█	█	█
ELEVADORES																			█

69

ESTADO DE LA OBRA  
 1992  
 1993  
 1994  
 1995  
 1996  
 1997  
 1998  
 1999  
 2000  
 2001  
 2002  
 2003  
 2004  
 2005  
 2006  
 2007  
 2008  
 2009  
 2010  
 2011  
 2012  
 2013  
 2014  
 2015  
 2016  
 2017  
 2018  
 2019  
 2020  
 2021  
 2022  
 2023  
 2024  
 2025  
 2026  
 2027  
 2028  
 2029  
 2030

## COSTO DEL EDIFICIO POR PARTIDAS

<i>PARTIDA</i>	<i>COSTO (N\$)</i>
A CIMENTACION PROFUNDA	1'798,120
B CIMENTACION SUPERFICIAL	1'190,458
C ESTRUCTURA DE CONCRETO	4'476,252
D ESTRUCTURA DE ACERO	1'258,640
E ALBAÑILERIA	238,456
F ACABADOS EXTERIORES	1'314,304
G ACABADOS INTERIORES	2,228,602
H INSTALACION HIDROSANITARIA	457,895
I INSTALACION ELECTRICA	1'355,700
J AIRE ACONDICIONADO	2'495,272
K SISTEMA CONTRA INCENDIO	242,760
L ELEVADORES	484,223
	17'540,682



## ***BIBLIOGRAFIA***

1. ALLEN, A.H. Introducción al concreto presforzado. Ed. Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto.
2. DAVIDIAN, Zaven. Pilotes y cimentaciones sobre pilotes. Ed. Editores Técnicos Asociados.
3. DIAZ INFANTE, Luis Armando. Curso de edificación. Ed. UNAM, Facultad de Ingeniería.
4. FRITZ, Leonhardt. Estructuras de hormigón armado. Ed. El Ateneo.
5. GUSTIN, Ernest. Estructuras metálicas. Ed. Editores Técnicos Asociados.
6. ORTEGA GONZALEZ, Javier. Análisis geotécnico estructural de una cimentación profunda. Tesis profesional, UNAM, Facultad de Ingeniería.
7. PAEZ, Alfredo. Hormigón armado. Ed. Reverte.
8. PAYA PEINADO, M. Prefabricados de hormigón. Ed. Ediciones CEAC. Barcelona.
9. SHULZE. Cimentaciones. Ed. CECSA.