

13  
2e



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"ACATLAN"

PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA TORRE  
CONFORT II.

**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:  
**RAFAEL DABBAH HARARI**

SECRETARIA  
DE EDUCACION  
SUPERIOR

12 5 PM 10 JUL 97

SECRETARIA  
DE EDUCACION  
SUPERIOR

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

Estado de México

0 0 5 3 1 3

Julio 1997.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

**Dedico esa tesis**

**A mi abuela**

**Sara Bucay VDA. de Harari**

**Porque es imposible olvidar a  
alguien que lo dio todo por mi,  
gracias por tu cariño, tus sonrisas  
y por darme tu sabiduría, tus  
consejos y apoyo.**

**Que en paz descanse.**

**A mis padres**

**José y Regina Dabbah**

**Por darme la vida, por el simple  
echo de ser mis padres y amigos  
por sembrar y cuidar en mi la  
semilla del camino correcto, esta  
tesis es el fruto de su amor,  
apoyo y comprensión**

**A mi hermano**

**Isaac Dabbah**

**Sin ti esto no hubiera sido  
posible, gracias por tus consejos  
tu amistad, pero sobre todo  
gracias por contagiarme tu coraje  
y ganas de triunfar.**

**A mi hermana**

**Celia Dabbah**

**Por ser mi compañera, por tu  
apoyo y tu cariño. Sigue adelante  
y las puertas del éxito se abrirán  
solas.**

**A mi tío**

**Salomon Harari y su Familia**

**Por estar siempre a mi lado, por  
su apoyo, por su sabiduría, por  
enseñarme el camino bueno de la  
vida.**

**A grupo Hadi**

**Por haberme dado la oportunidad  
de desarrollarme como  
profesionista. Por creer y  
depositar en mi su confianza.  
Esta tesis es el resultado de su  
enseñanza. Gracias por ser y  
dejarme ser parte de un equipo  
de triunfadores.**



ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLÁN"  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

SR. RAFAEL DABBAH HARARI  
ALUMNO DE LA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
P R E S E N T E .

De acuerdo a su solicitud presentada con fecha 11 Junio de 1996, me complace notificarle que esta Jefatura de Programa tuvo a bien asignarle el siguiente tema de tesis titulado "Proceso constructivo de la torre Confort II", el cual se desarrollará como sigue

INTRODUCCION

- I.- GENERALIDADES
  - II. ESTUDIOS REALIZADOS
  - III. EXCAVACION, RELLENO Y CIMENTACION
  - IV. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA ESTRUCTURA
  - V.- PROBLEMATICA Y SOLUCIONES.
- CONCLUSIONES

Así mismo fue designado como asesor de tesis al ING. JORGE URIARTE GARCIA. Ruego a usted, tomar nota en cumplimiento de lo especificado en la Ley de profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses, como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del mismo. Esta comunicación deberá imprimirse en el interior de la tesis.

ATENTAMENTE .  
" POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU "  
Acatlán Edo. de México a 3 de Junio de 1997

Ing. Enrique del Castillo Fragozo  
Jefe del Programa de Ingeniería Civil



ESCUELA NACIONAL  
DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES DE INGENIERIA

## **"PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA TORRE CONFORT II"**

### **• OBJETIVO GENERAL.**

**DESCRIBIR EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA TORRE CONFORT II ASÍ COMO LOS ESTUDIOS REALIZADOS PARA SU EJECUCIÓN HACIENDO MENCIÓN DEL SISTEMA DE LOSAS POSTENSADAS UTILIZADO EN DICHA OBRA RECALCANDO SUS VENTAJAS, ECONÓMICAS, ESTRUCTURALES Y DE TIPO ARQUITECTÓNICAS**

### **CAPITULARIO**

#### **INTRODUCCIÓN**

#### **CAPITULO I**

##### **GENERALIDADES**

##### **1.1 Antecedentes**

###### **1.1.1 Obra Torre Confort I (Breve descripción)**

##### **1.2 Ubicación**

##### **1.3 Necesidades del proyecto**

###### **1.3.1 Entubamiento del río**

###### **1.3.2 Relleno de la barranca**

###### **1.3.3 Aprovechamiento de la barranca**

###### **1.3.4 Permisos requeridos**

##### **1.4 Memoria descriptiva**

###### **1.4.1 Proyecto Arquitectónico**

###### **1.4.2 Proyecto Estructural**

##### **1.5 Programa de ejecución de los trabajos**

###### **1.5.1 Descripción del programa de barras**

###### **1.5.2 Programa de barras**

## **CAPITULO II**

### **ESTUDIOS REALIZADOS**

- 2.1 Estudio de Mecánica de suelos**
  - 2.1.1 Sondeos Realizados y pruebas de laboratorio**
  - 2.1.2 Conclusiones del estudio**
    - 2.1.2.1 Tipo de suelo encontrado**
    - 2.1.2.2 Estratigrafía**
    - 2.1.2.3 Análisis del proceso de anclaje de taludes**
- 2.2 Estudio de impacto ambiental**

## **CAPITULO III**

### **EXCAVACION, RELLENO Y CIMENTACIÓN**

- 3.1 Excavación**
  - 3.1.1 Estrategia de excavación**
  - 3.1.2 Volumen excavado**
  - 3.1.3 Tipo de maquinaria empleada**
- 3.2 Relleno**
  - 3.2.1 Volumen del relleno**
  - 3.2.2 Maquinaria empleada**
  - 3.2.3 Estrategia**
- 3.3 Cimentación**
  - 3.3.1 Tipo de cimentación utilizada**
  - 3.3.2 Análisis de la cimentación**
    - 3.3.2.1 Capacidad de carga**
    - 3.3.2.2 Dimensionamiento de zapatas**

## **CAPITULO IV**

### **PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA ESTRUCTURA**

#### **4.1 Trazo**

#### **4.2 Desplante de elementos estructurales (muros y columnas)**

#### **4.3 Cimbra**

##### **4.3.1 Muros y columnas**

##### **4.3.2 Losas**

#### **4.4 Losas**

##### **4.4.1 Sistema postensado**

##### **4.4.2 Refuerzo**

##### **4.4.3 Preesfuerzo**

##### **4.4.4 Aligeramiento**

##### **4.4.5 Capa de compresión**

#### **4.5 Colados**

##### **4.5.1 Muros y columnas**

##### **4.5.2 Losas**

#### **4.6 Vibrado**

#### **4.7 Tensado de la losa**

#### **4.8 Descimbrado**

##### **4.8.1 Apuntalamiento**

## CAPITULO V

### PROBLEMATICA Y SUS SOLUCIONES

5.1 Diferentes problemáticas presentadas en el transcurso del proceso constructivo de la Torre Confort II

5.2 Soluciones

### CONCLUSIONES

### BIBLIOGRAFIA

# INDICE

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>OBJETIVOS POR CAPÍTULOS .....</b>	<b>15</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>17</b>
<b>GENERALIDADES</b>	<b>17</b>
<b>1.1 Antecedentes</b>	<b>17</b>
<b>1.2 Ubicación</b>	<b>17</b>
<b>1.3 Necesidades del proyecto</b>	<b>17</b>
1.3.1 Intubamiento del río	20
1.3.2 Relleno de la barranca	20
1.3.3 Aproximamiento de la barranca	22
1.3.4 Permisos respectivos	25
<b>1.4 Memoria descriptiva</b>	<b>25</b>
1.4.1 Proyecto Antiproyección	32
1.4.2 Proyecto estructural	32
<b>1.5 Programa de ejecución de los trabajos</b>	<b>41</b>
1.5.1 Descripción del programa de obras	42
1.5.2 Programa de obras	45
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>47</b>
<b>ESTUDIOS REALIZADOS</b>	<b>47</b>
<b>2.1 Estudio de Mecánica de suelos</b>	<b>47</b>
2.1.1 Sondeos Utilizados	47
2.2 Características del estudio	53
2.1.2.1 Tipo de suelo encontrado	53
2.1.2.2 Estratigrafía	56
2.1.2.3 Descripción del proceso de Anclaje de taludes	64
<b>2.2 Estudio de impacto ambiental</b>	<b>64</b>
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>69</b>
<b>EXCAVACION, RELLENO Y CIMENTACION</b>	<b>69</b>
<b>3.1 Excavación</b>	<b>69</b>
3.1.1 Estrategia de excavación	69
3.1.2 Volumen excavado	73
3.1.3 Tipo de maquinaria empleada	74
<b>3.2 Relleno</b>	<b>82</b>
3.2.1 Volumen del relleno	82
3.2.2 Estrategia de relleno	84
3.2.3 Tipo de maquinaria empleada	84
<b>3.3 CIMENTACIÓN</b>	<b>86</b>
3.3.1 Tipo de cimentación utilizada	86
3.3.2 Análisis de la cimentación	86
3.3.2.1 Capacidad de carga	87
3.3.2.2 Dimensionamiento de zapatas	88
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>91</b>
<b>PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA ESTRUCTURA</b>	<b>91</b>
<b>4.1 Trazo</b>	<b>91</b>
<b>4.2 Desplante de elementos estructurales (muros y columnas)</b>	<b>92</b>
<b>4.3 Cimbra</b>	<b>96</b>
4.3.1 Muros y columnas	98
4.3.2 Losas	99

<b>4.4. Losas</b> .....	<b>101</b>
4.4.1 Sistema postensado .....	101
4.4.2 Refuerzo .....	106
4.4.3 Preesfuerzo .....	106
4.4.4 Aligeramiento .....	110
4.4.5 Capsa de compresión .....	111
<b>4.5 Colados</b> .....	<b>113</b>
4.5.1 Muros y columnas .....	113
4.5.2 Losas .....	114
<b>4.6 Trazado</b> .....	<b>115</b>
<b>4.7 Tensado de la losa</b> .....	<b>117</b>
<b>4.8 Descimbrado</b> .....	<b>118</b>
4.8.1 Apuntalamiento .....	118
<b>CAPÍTULO V</b> .....	<b>119</b>
<b>PROBLEMATICA Y SUS SOLUCIONES</b> .....	<b>119</b>
5.1 <i>Diferentes problemáticas presentadas en el transcurso del proceso constructivo de la Torre Comfort II</i> .....	119
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>126</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>132</b>
<b>GLOSARIO DE TERMINOS</b> .....	<b>133</b>

## INTRODUCCIÓN

Dada la situación económica, y política por la cual atraviesa nuestro país, la industria de la construcción a resentido los embates de dicha situación, traduciendo en la falta de recursos económicos para realizar proyectos de infraestructura, los cuales son fuente principal de la ingeniería mexicana. Además con la entrada en vigor del tratado de libre comercio se requerirá de más calidad en el trabajo, una mejor capacitación, experiencia en el campo laboral y la utilización de recursos tecnológicos para poder competir en el ámbito internacional.

Es por eso que presento este trabajo de tesis, el cual está basado en la aplicación de la mayoría de los conceptos teóricos analizados durante mi periodo de preparación en la licenciatura de ingeniero civil, y menciono la aplicación ya que el trabajo cuenta con experiencias propias llevadas a cabo en el campo, algunas con éxito y algunas otras no, pero estas enriqueciendo mi experiencia en el campo para la mejor aplicación de dichos conocimientos.

Además en esta época, dadas las circunstancias que ya mencioné, el desempleo se encuentra en sus niveles más altos, requiriendo solo de aquellos profesionistas más capacitados y con mayor experiencia posible, ya que en esta carrera eso es lo que cuenta en un principio, la experiencia, que solo se adquiere estando en el campo, es por eso que desarrolle este trabajo ya que en él, se encuentra parte de mi experiencia como ingeniero civil que a lo largo de 1 año fui adquiriendo y que resultó vital para mi desarrollo como profesionista.

Este trabajo consiste en el análisis de un proceso constructivo, viéndolo desde un panorama general y profundizando hasta desarrollarlo en sus mínimas partes

Esegi dicho tema por la razón que dicha obra fue mi primera experiencia laboral como ingeniero civil, en la cual tuve la oportunidad de aplicar varios de los conocimientos que adquiri en la licenciatura, ademas contaba con libertad para algunas de las tomas de decisiones que se realizaban a diario, fortaleciendo esta, mi criterio como ingeniero, para el análisis de situaciones futuras

En este trabajo hablaremos de varios temas desglosandolos por capitulos de la siguiente manera

#### CAPITULO I

Se abarcara principalmente, la descripcion arquitectonica del proyecto asi como la descripcion del proyecto desde el punto de vista estructural, su analisis, su concepcion, su comportamiento y finalmente su calculo, se hablara de conceptos del sistema estructural escogido para la realizacion de dicho proyecto "losas postensadas"

#### CAPITULO II

Se analizará el estudio de mecanica de suelos y de impacto ambiental, se hablará de sondeos, pruebas de laboratorio, su interpretacion y analisis, procesos de retención (anclaje de taludes), recimentacion, recomendaciones para la excavación y relleno y todo lo que refiere a mecanica de suelos

Con lo que respecta a impacto ambiental se hablará de reforestacion, niveles de ruido, impacto al entorno ambiental con el desarrollo de la obra, etc

### **CAPITULO III**

**Hablaremos de maquinaria pesada, sus costos, análisis de excavaciones, procedimientos seguidos debido al problema de los taludes, costo por M3 de material excavado y colocado, además se incluye el análisis de la cimentación**

### **CAPITULO IV**

**El tema medular de este trabajo que consiste en el analisis del proceso constructivo de la Torre Confort II**

### **CAPITULO V**

**Se relataran y analizaran algunos problemas ocurridos durante el transcurso del desarrollo de la obra**

Como vemos el material es bastante amplio, se incluyen la mayoría de los temas vistos en la licenciatura, ya que una tesis debe ser el reflejo de que los conocimientos adquiridos y comprendidos satisfactoriamente en su mayoría, para poder ser un profesional capaz de enfrentarse a cualquier situación durante el ejercicio de su profesión

## **OBJETIVOS POR CAPITULOS**

### **CAPITULO I**

#### **GENERALIDADES**

**Mencionar algunos puntos sobre la Torre Confort I, abrir un amplio panorama sobre los aspectos preparatorios para el desarrollo de la obra Torre Confort II**

### **CAPITULO II**

#### **ESTUDIOS REALIZADOS**

**Describir los estudios aplicados a dicha obra, sus conclusiones y aplicaciones en la misma**

### **CAPITULO III**

#### **EXCAVACIÓN, RELLENO Y CIMENTACIÓN**

**Describir el proceso de excavación y relleno de material, mencionando algunos aspectos sobre la maquinaria empleado y volúmenes manejados, Haciendo mención del proceso de cimentación empleado y algunas de sus características**

### **CAPITULO IV**

#### **PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA ESTRUCTURA**

**Describir todo el proceso de construcción seguido en la torre, haciendo mención especial del sistema de losas postensadas utilizado, recalcando sus ventajas estructurales, económicas y arquitectónicas**

## **CAPITULO V**

### **PROBLEMATICA Y SUS SOLUCIONES**

**Mencionar algunos problemas suscitados en el desarrollo de la obra, sus soluciones y conclusiones, haciendo mención del aporte de dicha problemática a la experiencia y formación de criterio propio**

## **CAPITULO I**

### **GENERALIDADES**

#### **1.1 Antecedentes**

Podemos mencionar como antecedente primario la existencia de otra torre denominada Confort I, localizada en la calle de Bosque de Tejocotes, con numero oficial 105 en el fraccionamiento Bosques de las lomas, esta torre se comenzo a construir en el año de 1989, consta aproximadamente de 14,000 metros cuadrados de construccion en una torre de 15 niveles. Cuenta con un amplio jardin de 2,000 metros cuadrados que fue producto del relleno de la barranca posterior al terreno, esta obra se estructura a base de columnas y traveses invertidas, sus losas son aligeradas con un peralte de 60 cm

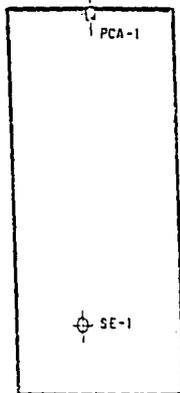
#### **1.2 Ubicación**

Se proyecta la construcción de un edificio de departamentos en condominio en un predio ubicado en la calle de Bosque de Tejocotes, Lote 31, manzana IX, fraccionamiento Bosque de las lomas, delegación Cuajimalpa

La localización se presenta gráficamente en la figura 1

#### **1.3 Necesidades del proyecto**

**Antes de comenzar con los trabajos de excavación se realizaron algunos trabajos para el relleno de la barranca**



SIMBOLOGIA :

- ⊕ PCA - PUNTO A CIELO ABIERTO.
- ⊕ SE - SONDEO EXPLORATORIO.

BOSQUE DE CANELOS

BOSQUE DE TEJOCOTES

LOCALIZACION DEL PREDIO Y SONDEOS .

### **1 3 1 Entubamiento del río**

Se llevaron a cabo las obras hidráulicas que consisten en la continuación del entubamiento en la barranca "El zapote" en un tramo de aproximadamente 46 00 m de longitud. Con tubos de concreto reforzados de 1 22m de diametro, los cuales se tendieron en 2 líneas.

En la boca de los tubos se construyo un muro de contención y aguas arriba, en una separación de 4 00 m se construyeron 2 muros laterales los cuales sujetan una reja hecha con varilla de 1" que sirve como retención para el material que pueda tapar los tubos, esto según se especifica en el plano del proyecto autorizado por la Comisión Nacional del agua.

El tubo de concreto se tendió y se colocó sobre una plantilla de tezontle en greña. Se acostilló con tepetate compactado en capas de 20cm. Hasta llegar a 20 cm arriba del lomo del tubo, teniendo una pendiente en la línea del 1%.

Se muestra planta, corte longitudinal y transversal de la obra realizada.

### **1 3 2 Relleno de la barranca**

Una vez terminados los trabajos de entubamiento del río y teniendo despejada la barranca, se procedió al relleno de la misma con el material producto de la excavación del terreno que alojara a la estructura, dicho relleno se realizó por capas de 35 cm compactando las primeras con compactador tipo bailarina y mejorando los taludes laterales con cemento y colocando malla electrosoldada en dichas capas.



### 1.2.3 Aprovechamiento de la barranca

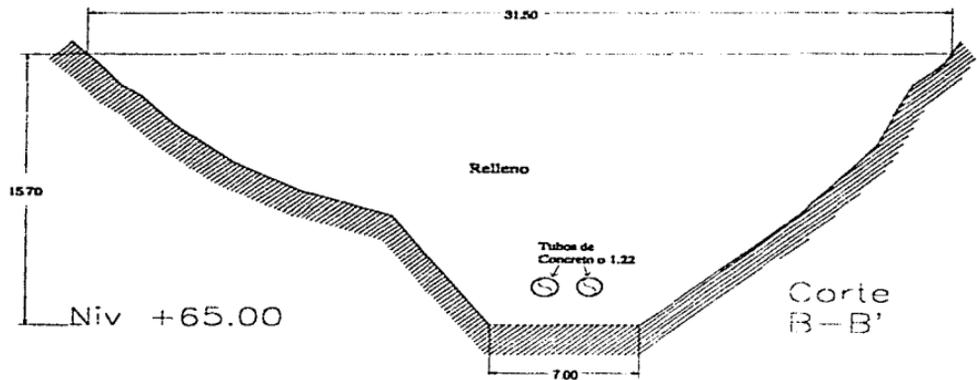
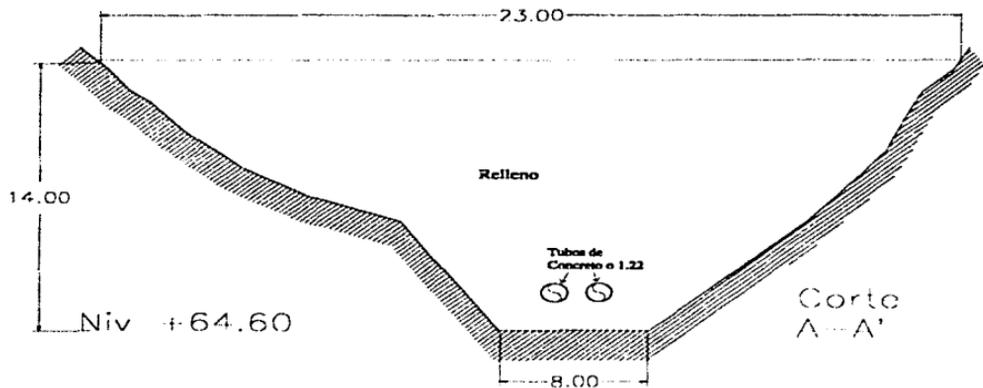
Una vez que se termino la etapa de relleno de la barranca con material producto del corte del talud en el cual se iba a alojar la estructura, se comenzo con los trabajos de estabilización de los taludes del relleno, por un lado hacia el edificio ubicado en la colindancia poniente se realizaron trabajos de mejoramiento del suelo por medio de cemento realizando asi un suelo - cemento con propiedades mejoradas para el talud, aumentando asi la cohesion del material de relleno y por lo tanto aumentando el factor de seguridad de este en cuanto a volteo se refiere

Para la colindancia oriente se dejo un talud del mismo material del relleno con 3 terrazas de 2 metros de ancho cada una esto para mejorar su estabilidad. Ademas se sembraron arboles y arbustos en el talud para que estos tambien ayuden a la estabilidad de dicho talud

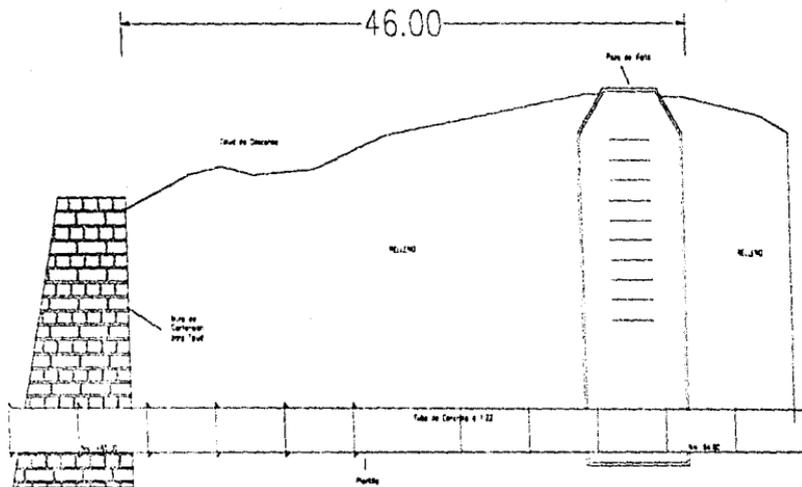
Una vez teniendo seguros los taludes verticales se comenzo a afinar el terreno dandole una pendiente natural

Ya que esta zona es considerada zona federal, solo existe el permiso para la ocupación de esta zona unica y exclusivamente como area verde, por lo tanto se procedio a la siembra de pasto en toda su área (aproximadamente 2000 m2 de jardin) y dado a que el estudio de impacto ambiental nos exigia la plantación de arboles, se procedio a sembrar

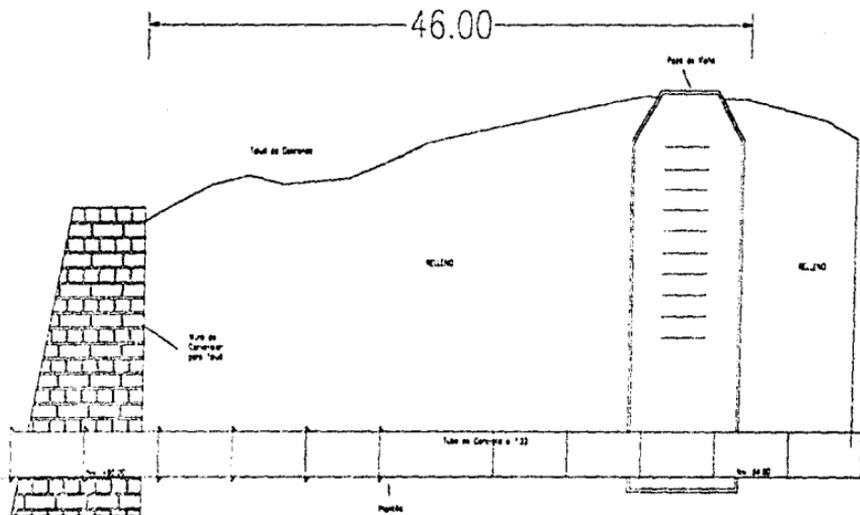
- 250 Retamas
- 265 Liquidambar
- 200 Fresno
- 70 Cedro Blanco



# CORTE LONGITUDINAL C-C'



# CORTE LONGITUDINAL C-C'



#### **1.2.4 Permisos requeridos**

Se necesitaron varios permisos de diferentes dependencias para realizar dicha obra de los que podemos mencionar

- Licencia de Construccion
- Alineamiento y Numero oficial
- Uso de Suelo ante asociacion de Colonos del Fraccionamiento
- Permiso para entubar la barranca ante la DGCOH
- Estudio de impacto ambiental

### **1.4 Memoria descriptiva**

#### **1.4.1 Proyecto Arquitectónico**

I Se trata de un edificio de 14 niveles para 15 departamentos y 2 pent-houses, ubicado en la calle de Bosque de Tejocotes No 61 en Bosques de la Lomas, Delegación Cuajimalpa

II. El proyecto contempla la construcción de

- 15 departamentos y 2 Pent-Houses, la distribución de los departamentos, sera de 3 recamaras con baño- vestidor, hall, family-room, estancia comedor, cocina, baño de visitas, cuarto patio y baño de servicio
- Los Pent-houses se distribuirán en 3 recamaras con baño-vestidor, hall, family-room, estancia-comedor, cocina, baño de visitas, estudio, terraza, cuarto patio y baño de servicio
- Las áreas comunes serán de 5 niveles para estacionamiento con capacidad para 70 automóviles. Vestibulo de acceso principal, vestibulo de acceso a elevadores, escaleras

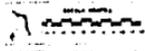
de servicio, 2 elevadores con capacidad para 8 pasajeros cada uno Bodegas para el edificio y para los condóminos Casa club con alberca, cuarto de maquinas, salón de usos múltiples, baños y vestidores

III El edificio al frente de la calle cuenta con cinco niveles habitacionales, y en la fachada posterior con vista a la barranca "el zapote" cuenta con 14 niveles, y en planta baja se ubicara la casa club y en nivel de azotea el cuarto de maquinas para elevadores

IV Debido a que el fraccionamiento de Bosques de las lomas cuenta con lineas de drenaje separado de aguas negras de aguas pluviales, nuestras instalaciones sanitarias para aguas pluviales y negras se instalaran drenajes por separado

V Para la instalación de agua potable se dotara de una cisterna para reserva de consumo de tres días, mas reserva en caso de incendio y para riego La dotacion promedio para cada habitante sera de 220 Lts/dia

VI La superficie del terreno es de 1000 m2, y la superficie de construccion se detalla como sigue



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



FACHADA NOROESTE

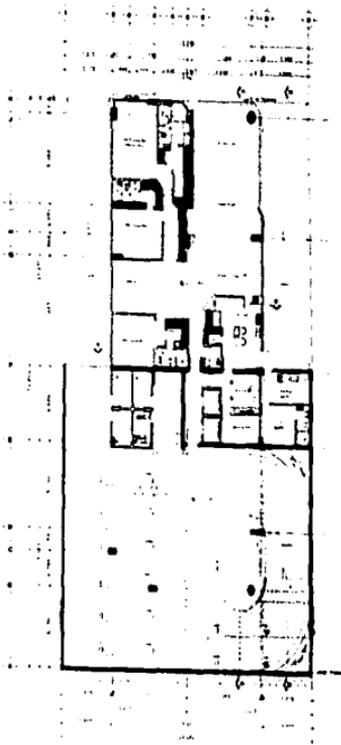


FACHADA SURESTE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



**EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS**  
 Escala: 1:500  
 Autor: [illegible]  
 Año: 1963  
 A11



PLANTA ESTACIONAMIENTO 6º NIVEL  
NIVEL -670

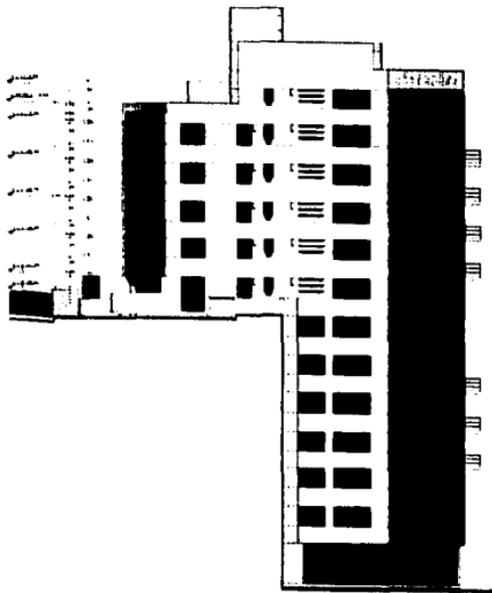


EXPLICACION

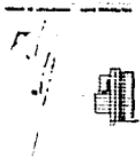


ENCUENTRO DE DEPARTAMENTOS

PROYECTO	...
FECHA	...
...	...
...	...
...	...



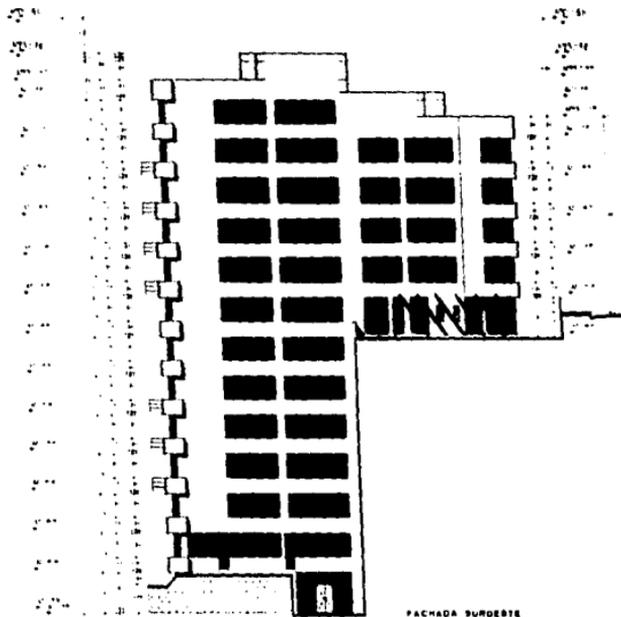
FACHADA NORESTE



ESCUELA DE DEPARTAMENTOS  
 No. 1000  
 No. 1000  
 No. 1000  
 No. 1000



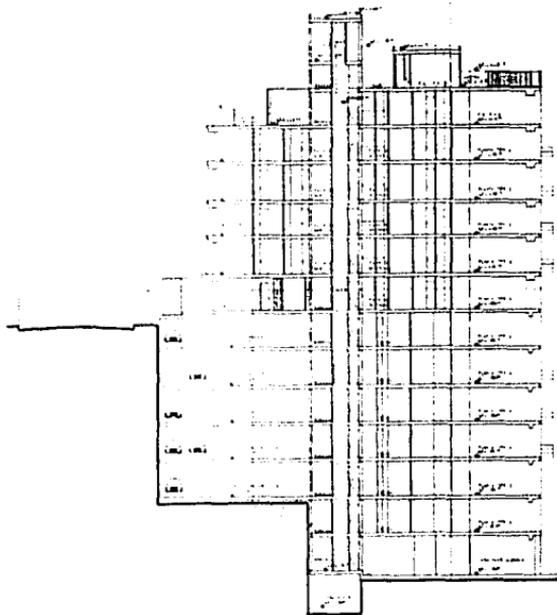
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.



FACHADA BURGESTE



ESCUELA DE DEPARTAMENTO  
 DEPARTAMENTO DE...  
 A 12



CORTE A-A

SECCION DE DEPARTAMENTOS

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|

| TIPO DE SUPERFICIE           | SUPERFICIE EN m2 |
|------------------------------|------------------|
| PLANTA BAJA                  | 403.02           |
| SEGUNDO Y TERCER NIVEL       | 722.38           |
| CUARTO AL OCTAVO NIVEL       | 3,962.92         |
| NOVENO NIVEL                 | 547.15           |
| DECIMO AL DOCEAVO NIVEL      | 1,573.08         |
| DECIMOTERCERO Y DECIMOCUARTO | 623.42           |
| CUARTO DE MAQUINAS           | 62.38            |
| TERRAZAS                     | 35.82            |
| TOTAL                        | 7,930.17         |

#### 1.4.2 Proyecto estructural

##### CARACTERISTICAS ARQUITECTONICAS DEL PROYECTO

El proyecto se ubica en la calle de Bosque de Tejocotes No. 61 en Bosques de la Lomas, Delegación Cuajimalpa, D.F. La construcción consta de 14 niveles, siete de los cuales están bajo el nivel de calle y expuestos al desnivel que existe en la parte norte del predio, los niveles restantes sobresalen del nivel de calle. Cinco de los niveles bajo el nivel de calle son utilizados parcialmente para estacionamiento, el resto del edificio tiene uso habitacional e incluye una zona recreativa común.

## DESCRIPCION DE LOS ENTREPISOS

Los entrepisos están concebidos como una losa maciza de concreto postensado con 25 cm de peralte total apoyada en un solo sentido y apoyada sobre traveses o fajas planas que van de columna a columna y perpendiculares a las nervaduras

Existen también traveses de concreto reforzado en el perímetro de la estructura, la función de estas traveses es parcialmente resistir junto con los muros de concreto las cargas instantáneas debidas a sismo

## COMPORTAMIENTO SISMICO DE LOS ENTREPISOS POSTENSADOS

Los entrepisos de concreto actúan como diafragmas entre los elementos verticales, la rigidez de los mismos es pequeña, razón por la cual el sismo es tomado en su totalidad por los muros, columnas y traveses perimetrales de concreto reforzado

## CARGAS DE DISEÑO

a) Materiales y sobrecargas permanentes:

|                               |                            |
|-------------------------------|----------------------------|
| Concreto                      | 2,400 00 Kg/m <sup>3</sup> |
| Sobrecarga RCDF Art. 197      | 40 00 Kg/m <sup>2</sup>    |
| Pavimento en estacionamientos | 100.00 Kg/cm <sup>2</sup>  |

**Pisos en departamentos** 120.00 Kg/m<sup>2</sup>

**Rellenos y entortados azotea** 250.00 Kg/m<sup>2</sup>

**Muros divisorios** 120.00 Kg/m<sup>2</sup>

**b) Cargas vivas**

**Estacionamientos** 250.00 Kg/m<sup>2</sup>

**Estacionamientos** 1,500.00 Kg adicionales

**Circulaciones** 350.00 Kg/m<sup>2</sup>

**Habitación** 170.00 Kg/m<sup>2</sup>

**Azoteas planas** 100.00 Kg/m<sup>2</sup>

Para el diseño de entrepisos no se contempla la reducción de cargas vivas.

### **CALCULO DE ENTREPISOS**

Los entrepisos son diseñados para soportar las cargas permanentes, que son:

1. El peso propio
2. La acción del preesfuerzo
3. La sobrecarga de muros divisorios
4. Carga de recubrimientos en pisos
5. Cargas vivas del reglamento

Los entrepisos postensados se analizan ante la acción de las cargas permanentes en sus estados de carga iniciales y finales.

Las cargas del estado inicial son las mínimas, es decir, el peso propio y la acción del preesfuerzo, en el estado final de carga actúan todas las cargas vivas y permanentes más el preesfuerzo. El diseño hasta esta etapa se hace elásticamente, revisando que en los estados límite, las deflexiones y los esfuerzos de compresión, tensión y tensión diagonal queden dentro de los límites establecidos en el Reglamento y normas técnicas del D D F.

#### **DISEÑO DE LAS SECCIONES EN LA ETAPA ELÁSTICA**

El cálculo se ha realizado con un sistema de cómputo a base de elementos finitos denominado SAFE de CSI. Este método proporciona unos resultados mucho más apegados a la realidad que los métodos simplificados utilizados comúnmente.

#### **DISEÑO DE LAS SECCIONES A LA RUPTURA**

Las secciones críticas en este caso, se revisan a la resistencia última con los esfuerzos de los diferentes estados de carga más el sismo, sumados en la forma más desfavorable y afectados con el factor de carga correspondiente del Reglamento de construcciones.

#### **CRITERIO PARA LOS ELEMENTOS PREESFORZADOS POSTENSADOS**

El criterio adoptado en el diseño del preesfuerzo, considera al mismo como una fuerza reactiva en la estructura que equilibra la acción de las demás fuerzas. La cantidad de preesfuerzo se diseña para equilibrar la totalidad del peso propio más el 50% de las

sobrecargas y de las cargas vivas, de esta manera la losa trabaja mejor en un estado intermedio de carga que es el más común. Se adoptó la condición del preesfuerzo total evitando esfuerzos de tensión mayores a los de trabajo.

### FLECHAS MAXIMAS

Se utiliza concreto  $f_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ , clase 1,  $f_e = 221,359 \text{ Kg/cm}^2$ . El diseño se realiza para una flecha máxima de  $1/1000$  para las diferentes combinaciones de carga que se utilizan en los estrepisos.

Combinación 1. Peso propio de la estructura + preesfuerzo.

Combinación 2. Carga total más preesfuerzo.

En ambas combinaciones se utiliza un factor de carga igual a uno.

La flecha máxima de la obra no excederá  $1/500$ . La razón de la diferencia con el diseño puede deberse a las variaciones en la calidad de los materiales, espesores finales, colocación de refuerzos y preesfuerzos, etc.

### COMPATIBILIDAD DE ESFUERZO Y DEFORMACIONES

Las losas postensadas quedarán sujetas a deformaciones causadas por acortamientos de los elementos postensados, acortamientos diferenciales de columnas al ir aumentando el peso sobre ellas y momentos y cortantes inducidos por la estructura durante los sismos.

Se analizan estas deformaciones y se revisan las secciones adicionando donde sea necesario acero de refuerzo que absorba dichos esfuerzos

#### NIVELES MINIMOS DE PREESFUERZO

El criterio de diseño de los entrepisos se realiza utilizando el preesfuerzo mas como carga reactiva a las cargas verticales, que como una compresion

Este criterio se puede utilizar debido a que la compresion a niveles altos, produce acortamientos importantes que no son deseables en una estructura continua

#### REFUERZOS NO PREESFORZADOS

Se proporcionan refuerzos no preesforzados con los siguientes criterios

Refuerzo minimo por temperatura en cualquier zona de los elementos estructurales postensados

Refuerzo no preesforzado en cuñas que resulten con tension, este refuerzo se calcula con un esfuerzo de tension máximo de 1,200 Kg/cm<sup>2</sup>

Refuerzo en cantidad de 0.004 Ac (área de concreto bajo el eje neutro) en zonas de máximos momentos

Refuerzo no preesforzado suficiente para soportar un momento último igual a la suma del peso muerto +25% de la carga viva factorizada esta suma con 1.1, en los elementos postensados cuya falla provoque el colapso del entrepiso Este criterio aplica a traves y elementos principales

Refuerzos no preesforzados en anclajes monotonon consistente en 2 varillas de 1/2" de 30 cm de longitud

**Refuerzos no preesforzados en zonas de gran concentración de anclajes cuyo objeto es conducir estos esfuerzos evitando fisuras por cortante**

**Refuerzos no preesforzados por la compatibilidad de deformación-esfuerzo en donde se requieran**

#### **JUNTAS DE COLADO**

Cuando por razones de construcción sea necesario realizar el postensado en un lugar intermedio, se eliga el corte de colado en el lugar donde la traza de los cables coincida con el centro de gravedad de la sección. Se colocará un anclaje intermedio que permita postensar la fracción colada y después continuar dicho preesfuerzo en el resto del elemento a colar.

#### **PERDIDAS DE FRICCIÓN**

El diseño contempla poder sobretensar los cables hasta una tensión instantánea de 0.8 fes para absorber pérdidas de fricción, acunamiento, acortamiento diferido del concreto y relajación del acero. El acortamiento elástico se absorbe instantáneamente.

El coeficiente de fricción se determina en la obra al comparar dos cables de la misma longitud uno de ellos con traza recta y el otro con la traza curva de diseño. Al tensarlos a la misma tensión, los alargamientos son diferentes debido a la diferencia de fricción entre

ellos. Esta prueba permite afinar y ajustar el diseño en su caso y a su vez determinar los alargamientos probables del resto de los cables en función del esfuerzo de tensado

#### **ACERO DE PREESFUERZO**

Para la aplicación y distribución del preesfuerzo se utilizan cables monotorones

Los cables monotorones se harán con torones dentro de una funda de PVC que garantiza el aislamiento del torón contra elementos exteriores y eliminan el riesgo de corrosión al evitar el contacto de los torones con las sales del concreto y con la intemperie. De cualquier manera se siguen en este caso las especificaciones de las normas técnicas complementarias del DDF

#### **DESCRIPCION DEL MODELO PARA EL ANALISIS DE CARGAS GRAVITACIONALES Y SISMICAS**

Para su análisis de cargas gravitacionales y sísmicas, se realizó un modelo estructural en el programa de cómputo RC Buildings Enhancer

El modelo se concibió inicialmente como una retícula ortogonal de ejes formada por 14 ejes en la dirección transversal y nueve en el sentido longitudinal, posteriormente se desplazaron horizontalmente los nodos necesarios para crear los accidentes e irregularidades geométricas propias de la estructura. Verticalmente se consideraron catorce entrepisos, es decir, se modeló el edificio desde su desplante hasta el nivel de azotea

Las propiedades geométricas y dimensionales del modelo corresponden totalmente a las características arquitectónicas del proyecto

Las columnas y muros se consideraron en todos los niveles como elementos de concreto con resistencia  $f_c=250 \text{ Kg/cm}^2$  y módulo de elasticidad  $E=221,359 \text{ Kg/cm}^2$  para los muros se considero un módulo de cortante  $G=88,543 \text{ Kg/cm}^2$ . Las trabes se tomaron con un módulo de elasticidad  $E=221,359 \text{ Kg/cm}^2$  correspondiente al concreto  $f_c=250 \text{ Kg/cm}^2$ . La generación de cargas gravitacionales se efectuó en forma manual para garantizar la presencia de cargas específicas tales como rellenos, circulaciones de vehículos, jardineras, etc

Para cargas gravitacionales se crearon los estados de carga necesarios

- Peso propio de columnas, trabes y muros (DO)
- Carga muerta sobre entresijos (DI.)
- Carga viva máxima (I.I.M)
- Carga viva instantánea (I.I.I)

Una vez definidos los estados de carga vertical se procedió al análisis de los modos de vibración principales de la estructura, para tal efecto se considero una matriz de masa que contuviera el peso propio de los elementos, la carga muerta sobre entresijos y la carga viva instantánea DO+DI.+I.I.I Se obtuvieron doce modos de vibración, es decir, todos los modos que resultaron mayores de 0.4 seg

Se consideraron todos los elementos postensados como libremente apoyados en sus extremos para despreciar por completo su participación en el análisis sísmico

De acuerdo a la situación geográfica del edificio, se adoptó un espectro sísmico de zona I para estructuras de grupo B  $\rho=0.16$ ,  $T_a=0.2$ ,  $T_b=0.6$  y  $r=1/2$  el factor de ductilidad empleado fue  $Q=2$  afectado por un factor de 0.8

A partir de dicho espectro y atendiendo a los resultados del análisis modal se crearon 4 estados de carga sísmicos, tal cantidad de estados de carga corresponde a los requerimientos del Reglamento de construcciones del DF en tanto que se solicita considerar para cada entrepiso una excentricidad accidental igual al 10% de la dimensión mínima en la dirección considerada, el valor de esta excentricidad debe sumarse en un primer caso con la excentricidad estática factorizada por 1.5, en un segundo caso debe restarse a la misma excentricidad estática sin factorizar. Para cada entrepiso se obtuvo la fuerza cortante actuante de cada caso.

Los estados de carga así obtenidos (EQX1, EQX2, EQY1 y EQY2) se combinan con los ya existentes para formar 17 combinaciones de carga factorizadas según los requerimientos estipulados en el RCDF 87 para tal efecto, considerando que las fuerzas sísmicas actúan en un 100% en una dirección y 30% en la otra simultáneamente.

### **1.5 Programa de ejecución de los trabajos**

Como todos sabemos cualquier actividad que se realice de cualquier orden tiene que tener un orden lógico y consecutivo, mas aun cuando se trata de un conjunto de actividades ligadas entre sí, ya que el factor fundamental es el tiempo, el ingeniero civil debe estar capacitado para combinar los recursos monetarios, tecnológicos y humanos para que el resultado sea el producto terminado en el tiempo planeado.

Aquí hablamos de planeación y programación de la obra, sus diferentes actividades, sus tiempos, sus ejecuciones, para obtener esta serie de datos es fundamental la observación por experiencia del ingeniero civil para poder determinar los rendimientos de sus diferentes cuadrillas así como también de sus materiales y su maquinaria, es por eso que en esta tesis

hablaremos de los rendimientos de las cuadrillas, se analizaran costos horarios de maquinaria y algunos rendimientos de materiales. Una vez que se cuentan con estos datos se comienza a analizar la programación de las diferentes actividades, sus ordenes y las actividades que les son consecutivas o aquellas en las cuales dependan de algunas otras para su desarrollo

El programa de obra es una herramienta que le permite al ingeniero determinar los tiempos de ejecución de la obra, anticiparse a los problemas que pudieran surgir, analizar los flujos de materiales y de costos, analizar cuando se va a requerir de mas mano de obra o de equipo, y cuando estas se deben de recortar, para que al final la obra se ejecutada en el tiempo y costos planeados

#### 1.5.1 Descripción del programa de barras

A continuación se muestra un programa de obra detallado de las actividades que se realizaron para la ejecución de la obra denominada Torre Confort II.

Los trabajos comenzaron el día 16 de Octubre de 1995 y terminaron la ultima semana del mes de noviembre del año 1996, teniendo los trabajos una duración de 13 meses y 3 semanas

El programa se puede dividir en 3 grandes categorías

- Excavación, anclaje y relleno
- Proceso constructivo de la estructura (obra negra)
- Acabados

De la primera etapa podemos mencionar que se llevo a cabo con un orden especifico (el cual se describe en los capitulo II y III) y lo podemos subdividir en 2.

1. Primera plataforma
2. Segunda Plataforma

La segunda etapa y la medular en el desarrollo de esta tesis, trata del proceso constructivo de la estructura, en la cual se analizan la utilización de los recursos tecnológicos (como el caso de la utilización del sistema de losas postensadas, del cual se hablara en el capitulo IV)

El desarrollo de esta etapa la podemos catalogar como un ciclo repetitivo ya que se colaba 1 losa por semana, cuando las losas eran mas grandes, se duplicaba la fuerza de trabajo con mas cuadrillas de trabajo para poder mantener el ritmo de trabajo

Para ejemplificar el ciclo a continuación se muestra una lista de las actividades que se desarrollaban diariamente para el colado de la losa, los colados se realizaban los días viernes, suponiendo que ya se contaba con 1 losa colada el ciclo seria el siguiente:

#### **DIA 1 SABADO (MEDIO DIA)**

1. Trazo de ejes sobre la losa
2. Cimbrado del 50% de las columnas
3. Instalación eléctrica por columnas
4. Colado del las columnas cimbradas
5. Habilitado de estribos para columnas
6. Armado de muros

## **DIA 2 LUNES**

- 1. Descimbrado de columnas coladas**
- 2. Cimbrado del 50% restante de columnas**
- 3. Instalación eléctrica por columnas**
- 4. Colado de columnas**
- 5. Cimbra de muros**
- 6. Armado del 50% de columnas del siguiente nivel**
- 7. Ensaye de cilindros de concreto a 72 hrs (3 días) del colado de la losa anterior (viernes)**

## **DIA 3 MARTES**

- 1. Tensado de la losa (60% de los cables)**
- 2. Descimbrado columnas coladas**
- 3. Colado de muros**
- 4. Armado del 50% restante de columnas del siguiente nivel**
- 5. Descimbrado de losa al 30%**
- 6. Habilitado de nervaduras para losa**

## **DIA 4 MIÉRCOLES**

- 1. Descimbrado de muros**
- 2. Descimbrado de losa (70% restante)**
- 3. Apuntalado de losa**
- 4. Cimbra traveses**
- 5. Cimbra de losa (60%)**
- 6. Armado traveses principales**

#### **DIA 5 JUEVES**

1. Cimbrado de losa (60% restante)
2. Colocación de nervaduras
3. Armado de capiteles
4. Colocación de instalación eléctrica (botes y salidas para contactos, apagadores e instalaciones especiales)
5. Instalación hidráulica por losa
6. Colocación de pasos para instalación sanitaria
7. Inspección y supervisión general (armados, niveles de cimbra etc.)
8. Limpieza general
9. Colocación de la malla de refuerzo para capa de compresión (20 %)

#### **DIA 6 VIERNES**

1. Colocación de la malla de refuerzo para capa de compresión (80 % restante)
2. Colado y pulido de losa

Este ciclo se repetía tantas veces como el número de losas se colaban, la función del ingeniero residente era saber el momento justo de aumentar o disminuir la fuerza de trabajo para mantener el ciclo y poder realizar el colado 1 vez por semana.

### **1.5.2 Programa de barras**



## **CAPITULO II**

### ***ESTUDIOS REALIZADOS***

#### **2.1 Estudio de Mecánica de suelos**

Debido a que el predio se ubica en el talud de una barranca y debido a la magnitud de la obra, se requirió de la elaboración de un estudio de mecánica de suelos, el cual nos arroja datos que serán de mucha utilidad para el proceso de dicha obra

##### **2.1.1 Sondeos realizados**

Para conocer las características estratigráficas y físicas del subsuelo en el sitio de interés se realizó un sondeo de tipo exploratorio a 25.35 m de profundidad, denominado SE-1

En el sondeo exploratorio se obtuvieron muestras representativas alteradas mediante la ejecución de la prueba de penetración estándar, la cual consiste en hincar 65 cm el penetrometro estándar de 3.5 cm de diámetro interior, por medio de golpes que le proporciona un martinete de 63.5 Kg, que cae desde una altura de 76 cm, el índice de resistencia a la penetración de los materiales atravesados, se mide contando el número de golpes necesario para avanzar los 30 cm intermedios

La investigación de las características de los depósitos superficiales del subsuelo, en la parte baja del predio, se realizó mediante la excavación de un pozo a cielo abierto de 5 m

de profundidad, denominado PCA-1, obteniendo muestras cúbicas inalteradas de los materiales

Representativos y registrando la estratigrafía en las paredes del pozo mediante la clasificación de los suelos empleando técnicas de campo

La localización en planta del sondeo exploratorio y pozo a cielo abierto se presenta en la figura 1

#### PRUEBAS DE LABORATORIO

Todas las muestras obtenidas se clasificaron en forma visual y al tacto, en estado húmedo y seco, mediante pruebas del Sistema Unificado de Clasificación de suelos (SUCS), se determinó también su contenido natural de agua

En los estratos representativos se hicieron límites de plasticidad o granulometría por mallas, según se tratara de suelos finos o gruesos, se obtuvo en ambos casos la densidad de sólidos

Para conocer en los depósitos superficiales de la parte baja del predio los parámetros de resistencia del suelo, se efectuaron en las muestras cúbicas inalteradas extraídas del pozo a cielo abierto, ensayos de compresión axial no confinada y compresión triaxial no consolidada no drenada, se determinó asimismo el peso volumétrico en estado natural

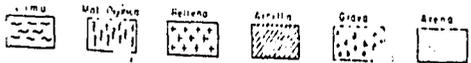
En las figuras 4 y 5 se presentan los resultados de las pruebas de laboratorio efectuadas, incluyendo en el caso del sondeo exploratorio los valores del índice de resistencia a la penetración estándar de los depósitos atravesados.



POZO A CIELO ABIERTO.

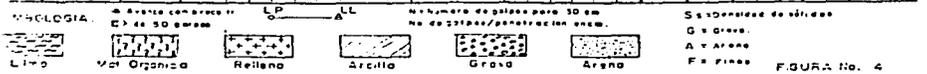
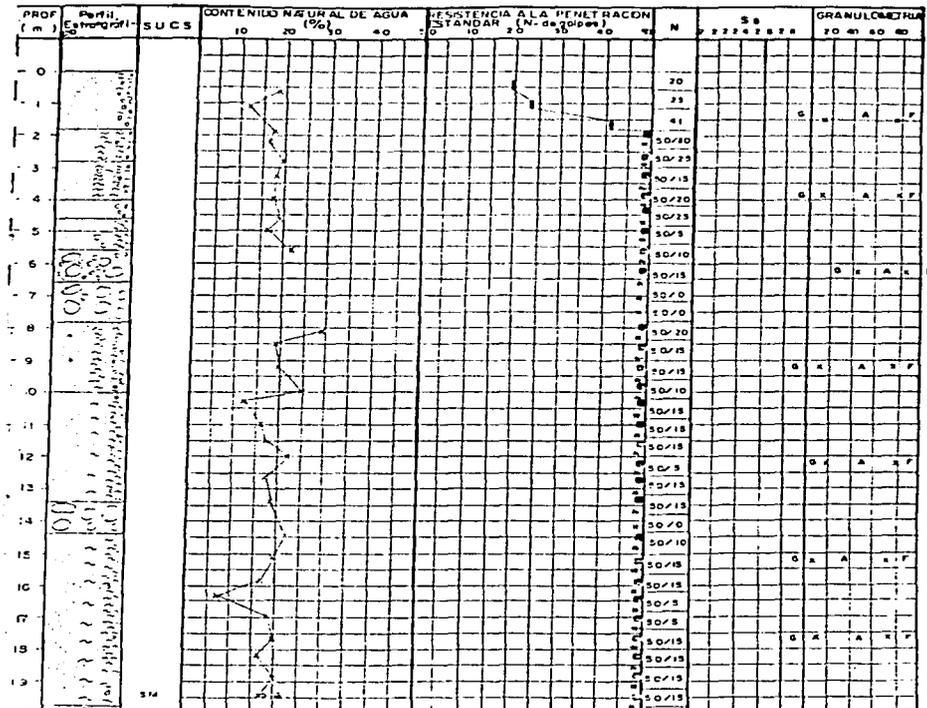
POZO A CIELO ABIERTO, PCA - 1

| Profundidad<br>m | Diagrama<br>Estadístico | Descripción  | Profundidad<br>estración<br>m. Cuello | contenido<br>de agua<br>w, % | Límite<br>líquido<br>L, % | Límite<br>plástico<br>P, % | Grava<br>% | arena<br>% | Finos<br>% | S <sub>p</sub> | SUCS<br>Clasificación | Peso<br>Volumétrico<br>ton/m <sup>3</sup> | Cohesión<br>ton/m <sup>2</sup> | φ<br>grados |
|------------------|-------------------------|--|---------------------------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------------|------------|------------|------------|----------------|-----------------------|---|--------------------------------|-------------|
| 0                |                         | Material de relleno.                                     |                                       |                              |                           |                            |            |            |            |                |                       |   |                                |             |
| 0.5              |                         |  |                                       |                              |                           |                            |            |            |            |                |                       |   |                                |             |
| 1.0              |                         |  |                                       |                              |                           |                            |            |            |            |                |                       |   |                                |             |
| 1.5              |                         |  |                                       |                              |                           |                            |            |            |            |                |                       |   |                                |             |
| 2.0              |                         | Arena arcillo-limosa,<br>calé, con gravas pum-<br>licas. | 1.8 - 2.0                             | 17.1                         | 22.3                      | 16.2                       | 18         | 60         | 22         |                | SC - SM               | 1.65                                      | 10.9 *                         |             |
| 2.5              |                         |  |                                       |                              |                           |                            |            |            |            |                |                       |   |                                |             |
| 3.0              |                         |  |                                       |                              |                           |                            |            |            |            |                |                       |   |                                |             |
| 3.5              |                         |  | 3.4 - 3.6                             | 17.1                         | 23.5                      | 16.5                       | 18         | 59         | 23         |                | SC - SM               | 1.77                                      | 22<br>28.7 *                   | 35          |
| 4.0              |                         |  |                                       |                              |                           |                            |            |            |            |                |                       |   |                                |             |
| 4.5              |                         |  |                                       |                              |                           |                            |            |            |            |                |                       |   |                                |             |
| 5.0              |                         |  | 4.8 - 5.0                             | 15.8                         | 20.9                      | 15.1                       | 13         | 67         | 20         |                | SC - SM               | 1.64                                      | 15.7 *                         |             |



\*Obtenido en compresión simple.





La ley de resistencia definida por la envolvente de círculos de Mohr correspondiente a los estados de esfuerzos máximos, determinados en el ensaye de compresión triaxial, se presenta en la figura 6

## 2.2.2 Conclusiones del estudio

Las conclusiones que se pueden desprender de este estudio y las pruebas de laboratorio realizadas a las muestras obtenidas en los sondeos nos determinan:

- Tipo de suelo encontrado
- Estratigrafía del lugar
- Tipo de estructura para el desarrollo de la excavación (anclaje)

### 2.1.2.1 Tipo de suelo encontrado

El predio de interés se localiza al poniente de la Ciudad de México, en la Zona de Lomas de acuerdo a la regionalización hecha por Marrase y Mazari basada en las características del subsuelo y geotécnicamente conocida como la formación Tarango

En General los depósitos que constituyen esta formación presentan una estratificación regular en algunas zonas, en otras irregular y hasta reticular, constituidos por materiales producto de erupciones violentas, formando tobas y lahares principalmente. La estructura

de la formación Tarango está constituida por la superposición de varios abanicos volcánicos,

NO CONSOLIDADA NO DRENADA   CONSOLIDADA NO DRENADA   CU  CONSOLIDADA DRENADA  CO

| PRUEBA No | C <sub>v</sub> % | C <sub>u</sub> % | e <sub>i</sub> | e <sub>f</sub> | S <sub>r</sub>   e <sub>i</sub> % | S <sub>r</sub>   e <sub>f</sub> % | σ <sub>vj</sub> ton/m <sup>2</sup> | σ <sub>1</sub> - σ <sub>3</sub> ton/m <sup>2</sup> | γ ton/m <sup>3</sup> | PARAMETROS DE RESISTENCIA AL FFS CORTANTE |
|-----------|------------------|------------------|----------------|----------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--|----------------------|---|
| 1         | 17.7             |                  |                |                |                                   |                                   | 25                                 | 32.4   | 1.70                 | φ: 35°<br>c: 22 ton/m <sup>2</sup>        |
| 2         | 18.4             |                  |                |                |                                   |                                   | 50                                 | 99.4   | 1.76                 |   |
| 3         | 15.2             |                  |                |                |                                   |                                   | 100                                | 112.4  | 1.86                 |   |
| 4         |                  |                  |                |                |                                   |                                   |                                    |  |                      |   |
| 5         |                  |                  |                |                |                                   |                                   |                                    |  |                      |   |

OBRA No GHI 94290  
LOCALIZACION BOSQUE DE TEJOCOTES

TIPO DE SONDEO PCA-1  
MUESTRA No 2 PROF. 3.40-3.60m.  
DESCRIPCION Arena arcillosa, con gravas  
(ista)

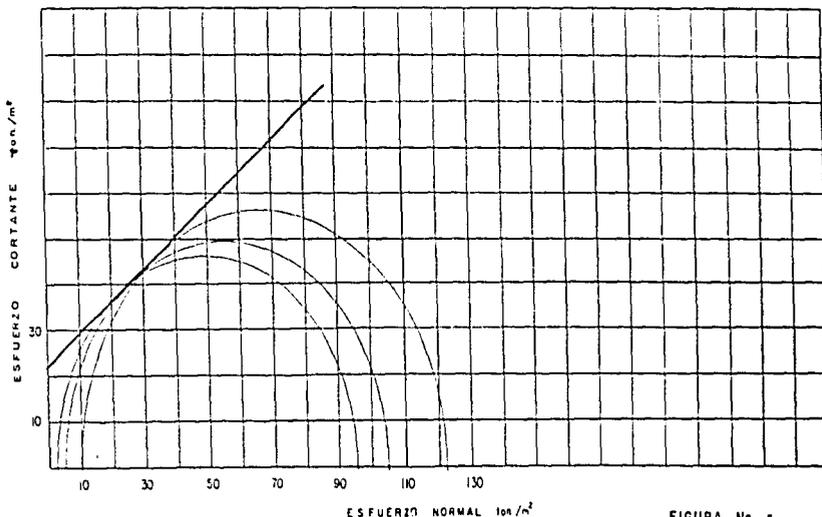


FIGURA No. 6

correspondiendo cada uno a la vida activa de un volcan, surcados superficialmente por barrancas y cañadas producto de la erosión debida al escurrimiento del agua de lluvia

Los resultados de los trabajos de campo y laboratorio efectuados indican que prácticamente desde la superficie del terreno aparecen materiales resistentes de tipo toba, constituidos por arena, lomo, arcilla y gravas en diferentes proporciones

#### 2.1.2.2 Estratigrafía

La secuencia estratigráfica detallada definida en el sondeo exploratorio realizado es la siguiente:

## SONDEO EXPLORATORIO SE-1

| Profundidad | Descripción  |
|-------------|--|
| 0.00-1.80   | Arena limosa, Café claro, con gravas, con contenido de agua medio de 16%, índice de resistencia a la penetración estándar (IRPE) variable entre 20 y 41 golpes, de compacidad entre media y alta |
| 1.80-5.00   | Arena limosa, café y gris, claro, con contenido de agua medio de 18%, IRPE mayor a 50 golpes, de muy alta compacidad. Con 11% de gravas, 67% de arena y 22% de finos, del grupo SM según SUCS    |
| 5.00-6.00   | Arena poco limosa, café con fragmentos de roca, con contenido de agua de 21%, IRPE mayor a 50 golpes, de muy alta compacidad   |
| 6.00-7.80   | Fragmentos de roca y gravas, con arena poco limosa, gris con IRPE de más de 50 golpes de muy alta compacidad   |

| <b>Profundidad</b> | <b>Descripción</b>  |
|--------------------|---|
| <b>7.80-10.00</b>  | Arena limosa, café con gravas pumíticas aisladas, con contenido de agua variable entre 14 y 29% IRPE superior a 50 golpes, de muy alta compacidad Con 10% de gravas, 65% de arena y 25% finos, del grupo SM de acuerdo al SUCS  |
| <b>10.00-13.40</b> | Arena limosa, Café Claro, con gravas, con contenido de agua medio de 17%, IRPE de más de 50 golpes, de muy alta compacidad Con 18% de gravas, 61% de arena y 21% de finos, del grupo SM según SUCS.   |
| <b>13.40-14.40</b> | Fragmentos de roca, con arena poco limosa, gris   |
| <b>14.40-19.80</b> | Arena limosa, café claro, con gravas aisladas, con contenido de agua variable entre 7 y 21%, IRPE mayor a 50 golpes, de muy alta compacidad Con 9% de gravas, 65% de arena y 26% de finos, con limite liquido de 21%, limite plástico de 17% del grupo SM de acuerdo al SUCS. |
| <b>Profundidad</b> | <b>Descripción</b>  |

|             |   |
|-------------|---|
| 19.80-22.00 | Arcilla limo arenosa, café, grumosa, con contenido de agua medio de 35%, IRPE superior a 50 golpes, de consistencia dura. Con 15% de arena, 85% finos   |
| 22.00-23.20 | Arcilla arenosa, café claro, grumosa, con contenido de agua medio de 18%, IRPE de más de 50 golpes, de consistencia dura. Con 38% de arena, 62% de finos, límite líquido de 37%, límite plástico de 18%, del grupo C1, según SUCS |
| 23.2-25.35  | Arena limosa, café claro con contenido de agua medio de 18%, IRPE mayor a 50 golpes,  |

No se encontró el nivel freático hasta la máxima profundidad alcanzada en la fecha en la que se realizó la exploración

Durante los recorridos efectuados se pudo detectar en cortes cercanos al predio de interés, la existencia en los depósitos del subsuelo, de planos verticales de fracturamiento aislados, que afectan las condiciones de estabilidad de los cortes, pues se ha observado en sitios próximos al de estudio, problemas de falla por deslizamiento del suelo cuando las excavaciones se han realizado sin tomar en cuenta la presencia de dichos planos de fracturamiento.

## 2.1 2.4 Descripción del proceso de Anclaje de taludes

El predio de interés se ubica en el talud de una barranca, presenta una pendiente máxima del orden de  $30^\circ$ , y para alcanzar los niveles de desplante del edificio será necesario efectuar cortes importantes en el terreno. El predio colinda al Norte con el fondo de la barranca, al sur con la calle Bosque de Tejocotes, al oriente con un edificio constituido por dos cuerpos de seis y nueve niveles y al poniente con un edificio constituido por dos cuerpos de seis y once niveles, la excavación para alojar a los sótanos del primer cuerpo tendrá su mayor altura (16m) en la colindancia con la vía pública.

Los depósitos del subsuelo en la zona presentan planos verticales de fracturamiento, aislados, paralelos al plano de corte de la excavación en la colindancia con la calle Bosque de Tejocotes, que afectarán sus condiciones de estabilidad.

Tomando en cuenta las características estratigráficas y físicas de los materiales del subsuelo, los planos de fracturamiento existentes y las características de las estructuras colindantes, se efectuaron diversos análisis de mecánica de suelos que permitieran definir el procedimiento de excavación adecuado para mantener estables las paredes de los cortes.

Como resultado de los análisis realizados y que más adelante se presentan, se establece que para garantizar la estabilidad de la excavación proyectada deberán llevarse a cabo las siguientes acciones:

### a) Colindancia con la vía pública

Para mantener estable con un factor de seguridad adecuado, la pared del corte necesario para alcanzar el nivel de desplante de la planta inferior del cuerpo de estacionamiento, se requiere retener el talud vertical mediante anclas de fricción, el corte se realizara a plomo a una altura de 3m colocando malla electrosoldada empalmada 1 cuadro ,anclada al talud con trozos de varilla de 3/8" de 20 cm, realizando un repellido con cemento - arena con regla y plomo Las anclas tendran una inclinacion de 15° respecto a la horizontal, una longitud de 16m, una capacidad de 30 ton/ancla considerando una presion de inyeccion de 3 Kg/cm2 y la distribucion que se muestra en la figura 1-4

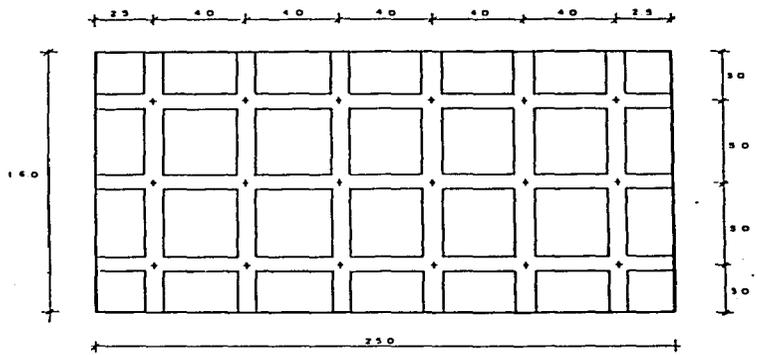
**b) Colindancia oriente (Bosque de Tejocotes No. 57)**

En la colindancia oriente se encuentra un edificio de departamentos formado por dos cuerpos de seis y nueve niveles, excavación que se requiere para construir los cinco niveles de estacionamiento, podria afectar solo al cuerpo del edificio mas cercano a la calle el cual cuenta con dos niveles de estacionamiento bajo la banqueta, desplantado a una profundidad aproximada de 7m De acuerdo a los planos estructurales, el muro colindante de este cuerpo se encuentra cimentado en una zapata corrida de 1.20 m de ancho, desplantada a 0.80 m de profundidad, respecto al nivel de piso del estacionamiento inferior

La excavación en esta zona podrá efectuarse con talud vertical, en toda la profundidad del corte, protegiendo la estructura existente mediante la construcción de un muro de concreto, anclado, el cual iniciara al nivel de piso del estacionamiento inferior y alcanzará una profundidad de 2m bajo el nivel de desplante del cimiento, las anclas se colocaran en un solo nivel, en la parte media del muro, tendran una inclinación de 15° respecto a la horizontal, una longitud de 8m, una capacidad de 12 ton/ancla considerando una presión de inyección de 1.5 Kg/cm<sup>2</sup> y la distribución que se muestra en la figura 15. La restante superficie del talud bien perfilada y afinada sera protegida contra la acción del intemperismo mediante la aplicación de un mortero de cemento - arena, con un espesor de 3 cm, colocando sobre una malla tipo gallinero anclada a la superficie del talud con varillas de 1/2", terminadas en punta, de 30 cm de longitud, en una reticula de 2m x 2m

**c) Colindancia poniente (Bosque de Tejoctes No. 63)**

En la colindancia poniente se tiene un edificio de departamentos constituido por dos cuerpos de seis y once niveles, la excavación necesaria para la construcción de los cinco niveles de estacionamiento, podrían afectar solo el cuerpo del edificio mas próximo a la calle, el cual cuenta con un nivel de estacionamiento bajo la banqueta, desplantado a una profundidad aproximada de 3m. De acuerdo a los planos estructurales, el muro colindante de este cuerpo se prolonga 1m por abajo del nivel de piso del estacionamiento sin que se apoye en cimiento alguno



ACOT: Mts.  
DISTRIBUCION DE ANCLAS ( COLINDANCIA SUR ) .

La excavación en esta zona podrá efectuarse con talud vertical, en toda la profundidad del corte, protegiendo la estructura existente mediante la construcción de un muro de concreto, anclado, el cual iniciará al nivel de piso del estacionamiento y alcanzará una profundidad de 2m bajo el nivel, en la parte media del muro, tendrán una inclinación de 15° con respecto a la horizontal, una longitud de 8m, una capacidad de 10 ton/ancla considerando una presión de inyección de 1 Kg/cm<sup>2</sup> y la distribución que se muestra en la figura 16. La superficie restante del talud bien perfilada y afinada será protegida contra la acción del intemperismo mediante la aplicación de un mortero cemento - arena, con espesor de 3 cm, colocando sobre una malla tipo gallinero anclada a la superficie del talud con varillas de 1/2", terminadas en punta, de 30 cm de longitud, en una retícula de 2m x 2m

El cuerpo requerido para alcanzar el nivel de desplante del segundo cuerpo del edificio podrá efectuarse con talud 0.3:1 (horizontal:vertical)

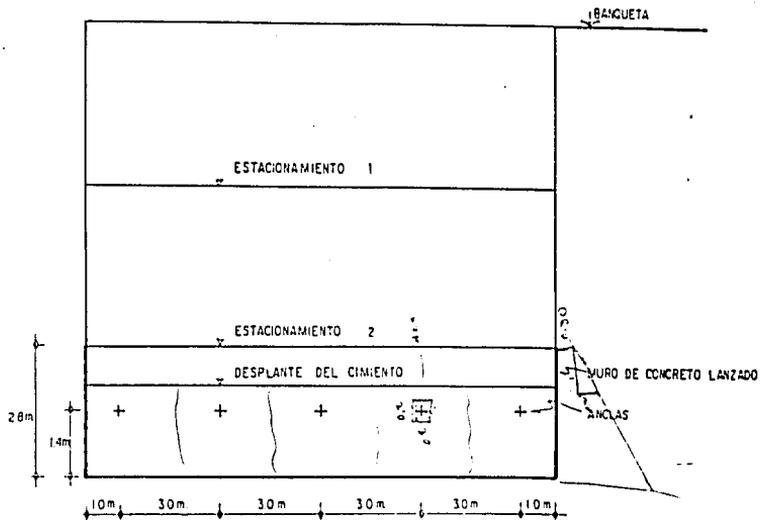
#### Instalación de anclas

##### Perforación de barrenos

Las perforaciones en que se alojarán los tensores se harán con un diámetro de 10 cm, usando agua o aire como elemento extractor de rezaga

La longitud y niveles de las anclas se muestra en las figuras 22 a 24. Realizada la perforación se insertará el tensor e inyectará

OBRA No GHI- 94290  
BOSQUE DE TEJOCOTES



DISTRIBUCION DE LAS ANCLAS (COLINDANCIA ORIENTE).

### **Características de las anclas**

**Las anclas de fricción consistirán en unas varillas o un paquete de cables de alta resistencia, capaces de resistir las tensiones anotadas en las figuras 22 a 24**

**Para ayudar a transmitir la carga del tensor al cuerpo del ancla, se empleará en el caso de barras una placa de 1/2" de espesor, fija al extremo**

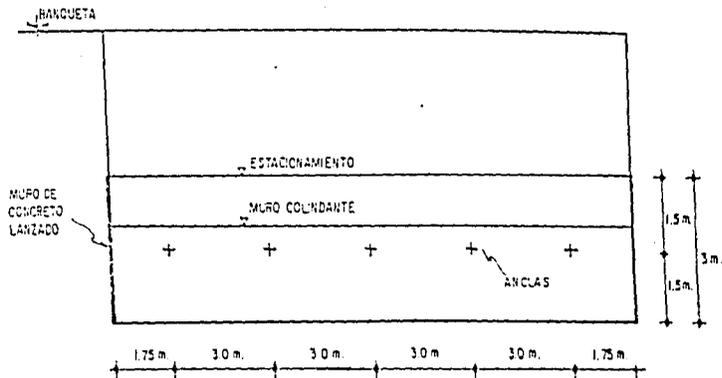
**Las anclas deberán tener centradores distribuidos en su longitud para lograr una adecuada posición del ancla en el barreno de manera que se logre un espesor de lechada uniforme en el perímetro. Los centradores tendrán una separación de 2m**

### **Inyección del barreno**

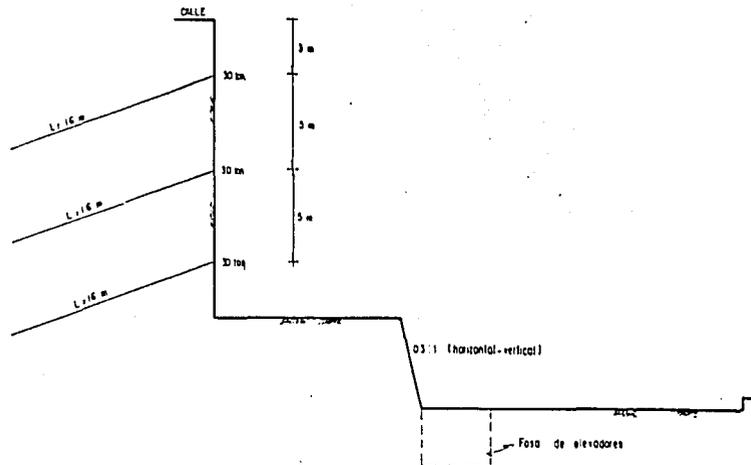
**La mezcla a inyectar consistirá en una lechada compuesta por agua cemento en proporción 1-2.**

**Para lograr la resistencia adecuada y fácil bombeo de la lechada, se deberá usar una proporción agua - cemento de 20 litros de agua - por saco de cemento**

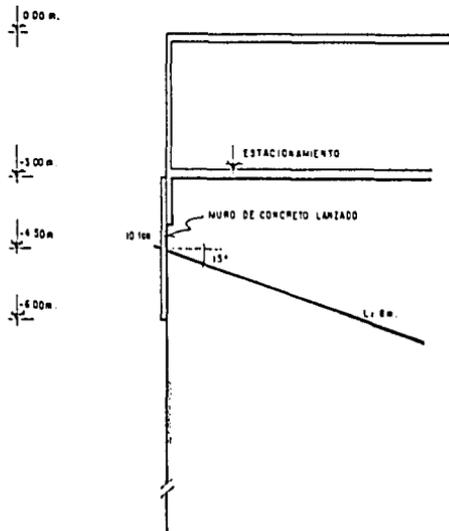
**El agua a utilizar será limpia y deberá mezclarse perfectamente con el cemento para disolver todos los grumos y obtener una mezcla homogénea, una vez logrado esto, se colocará la lechada en el recipiente de la bomba de inyección**



DISTRIBUCION DE LAS ANCLAS ( COLINDANCIA PONIENTE ).

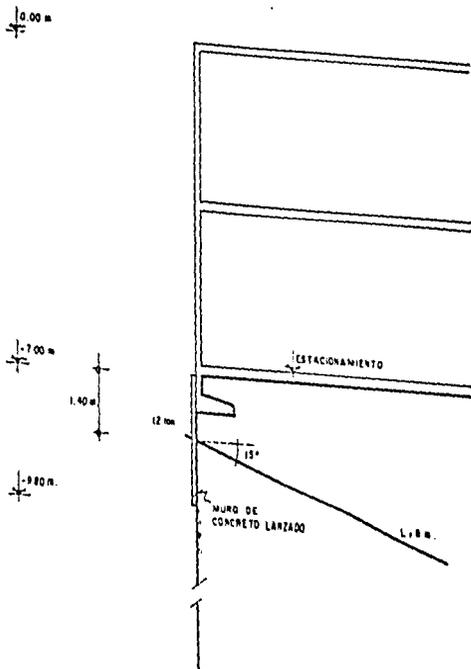


CAPACIDAD Y LONGITUD DE LAS ANCLAS  
COLINDANCIA CON VIA PUBLICA.



CAPACIDAD Y LONGITUD DE LAS ANCLAS  
COLINDANCIA PONIENTE .

OBRA NO GHI- 94290  
BOSQUE DE TEJOCOTES



CAPACIDAD Y LONGITUD DE LAS ANCLAS  
COLINDANCIA ORIENTE .

FIGURA No. 24

**Para efectuar la inyección se empleará una bomba de propulsión o neumática que tenga un rendimiento tal que permita inyectar con economía y eficiencia el volumen de lechada que requieran las anclas**

**La inyección se deberá realizar a una presión de 3.0, 1.5 y 1.0 Kg/cm<sup>2</sup> en las colindancias sur, oriente y poniente, respectivamente, en la siguiente forma**

- a) Adaptar la manguera de la bomba al tubo integrado al tensor, iniciando la inyección desde el fondo de la perforación**
- b) Accionar la válvula de salida de la bomba para iniciar la inyección, verificando mediante un manómetro que la presión no exceda el valor especificado**
- c) Debido a las características granulométricas de los materiales que alojarán los tensores, el volumen de inyección no es posible precisarlo, por lo que al detectarse alguna fuga, en función del volumen calculado, se suspenderá la inyección y se reinyectará 24 horas después, hasta que la lechada retorne**
- d) Antes del tensado, únicamente se inyectará la parte activa del ancla**

**En la longitud no activa se proporcionará una protección a los elementos metálicos, contra la oxidación**

### **Tensado de anclas**

La carga de tensión que se realiza en cada una de las anclas y el método de aplicación de la carga será el siguiente

1. Se aplicara la tensión en incrementos de 25% de la tensión de proyecto hasta alcanzar el 125% de tensión de diseño
2. Se descargara en su totalidad el ancla, después de 5 minutos
3. Se volverá a tensar las anclas en incrementos del 25% de la tensión de proyecto hasta alcanzar esta y se sujetará en el ancla al muro de concreto
4. Se inyectara la parte no activa, a través de preparaciones dejadas expresamente para ello

### **2.2 Estudio de impacto ambiental**

Como sabemos actualmente las cuestiones ambientalista tienen gran importancia no solo en nuestro país si no en todo el mundo debido a las condiciones en las cuales este se encuentra, contaminación, derribo de árboles, deforestación, ruido etc

Dadas estas condiciones es obligado realizar un estudio de impacto ambiental para cualquier obra civil que se desarrolle, es por eso que se acudió a la Secretaría del Medio Ambiente para contar con su apoyo y su consentimiento en el desarrollo de dicha obra civil, a esta instancia se le otorgaron planos detallados y memorias descriptivas del proyecto,

dando como fallo "aprobatorio al desarrollo de dicha obra denominada Torre Confort II" siempre y cuando se cumpla con algunas disposiciones impuestas por dicha secretaria para cumplir con el proyecto y no afectar en ningun punto al medio ambiente y si asi fuere tratar de mitigar sus efectos llevando a cabo diferentes actividades que tambien se mencionan en dichas disposiciones, que a continuacion se expresan

#### GENERALES

El responsable del proyecto sera responsable de la seleccion y/o aplicacion de todas y cada una de las medidas de prevencion y/o mitigacion de los impactos ambientales generados durante la construccion y operacion del proyecto, asi como todas y cada una de las medidas de mitigacion, prevencion vo compensacion derivadas del presente documento

Debido a que se contempla el derribo de 35 arboles

- 27 encinos
- 3 del tipo topetan
- 5 ficus

El responsable debera llevar a cabo un Programa para la plantacion de 175 arboles, con altura de 2.5 a 3.00 metros dentro del area del proyecto, como medida de compensacion por los impactos generados. En caso de requerir plantacion fuera de este, el Programa debera realizar en coordinacion con la Delegacion Cuajimalpa, con el fin de que la Delegacion designe los sitios de plantacion

Dicho programa deberá presentarse ante la Dirección General de Ecología para su evaluación, previo inicio de obras y deberá incluir por lo menos

- Clima de la zona
- Tipo de suelo
- Condiciones del suelo
- Necesidades de riego
- Tipo de raíz
- Distancia entre cada uno de los individuos
- Resistencia a las enfermedades
- Resistencia a la contaminación
- Lugar y sitios de ubicación
- Especies y cantidad de cada una de ellas

Actividades que serán desarrolladas para asegurar el éxito a largo plazo de la reforestación.

Calendario de actividades

## PREPARACION DEL SITIO Y CONSTRUCCION

Todas las actividades de derribo, limpieza, excavación, nivelación, relleno, cimentación, colados, construcción y operación, se deberán realizar sin rebasar los niveles permisibles de 68 dB(A) diurnos y 65dB(A) nocturnos, como lo establece el Artículo 11 del Reglamento

para la protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la emisión de ruido.

Durante la etapa de construcción, el responsable de la obra deberá dar cumplimiento a lo establecido en el Artículo 254 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, respecto al número de letrinas que deberá ser de por lo menos una por cada 25 trabajadores.

El responsable del proyecto deberá obtener la autorización emitida por la Delegación correspondiente para la disposición final del producto de la excavación en el predio y los residuos propios de la construcción. Asimismo, los vehículos que se empleen para el traslado de este material hacia el sitio de disposición final, deberán circular cubiertos con lonas para evitar las fugas de material y la emisión de polvos.

El retiro de residuos sólidos, así como el suministro de materiales a la obra, deberá realizarse de tal forma que se eviten conflictos viales. Por otra parte, los vehículos utilizados deberán cumplir con las normas NOM-CCAT-003-ECOL/1993, NOM-CCAT-ECOL/1993 Y NOM-CCAT-014-ECOL/1993 que establecen los límites máximos permitidos de emisiones a la atmósfera de vehículos automotores.

Queda estrictamente prohibida la disposición de residuos de cualquier tipo, generados durante las actividades de preparación del sitio y construcción de la obra, dentro y fuera de la zona del proyecto alterando el paisaje.

**El responsable de la obra, deberá informar a esta Dirección de Ecología, sobre el inicio y finalización de las obras de construcción**

#### **OPERACION Y MANTENIMIENTO**

**El responsable de la obra deberá presentar ante esta Dirección de Ecología previo inicio de operacion, un programa de evaluacion en caso de contingencia Asimismo deberá de realizar un programa de autoinspeccion y mantenimiento de sus instalaciones eléctricas, dando seguimiento a estas actividades mediante su registro en bitácoras**

## **CAPITULO III**

### **EXCAVACIÓN, RELLENO Y CIMENTACIÓN**

#### **3.1 Excavación**

Para poder alojar a los 2 cuerpos del edificio fue necesario retirar el material existente, realizando cortes y acarreo de material, en este inciso hablare de como se logro llegar a los niveles de desplante de la cimentacion de las 2 plataformas y su procedimiento, asi como los volúmenes cortados como el tipo de maquinaria con la que se realizo el trabajo analizando el costo horario de dicha maquina

##### **3 1 1. Estrategia de excavación**

A continuación se indica el procedimiento que se siguió para la excavación del talud ,para alcanzar los niveles de desplante de la plataforma de estacionamientos y el segundo nivel para el desplante de la estructura

##### **Colindancia con la via pública**

- a) Inicialmente se realizo la excavación a talud vertical hasta 4.5 m de profundidad respecto al nivel medio de la calle (esto es ya que la calle tiene un desnivel de 1.2 m ), dejando dicho talud bien perfilado y afinado
- b) Se comienza con los trabajos de repellado del talud, en primer lugar colocando el refuerzo consistente en una malla electrosoldada 6x6/4-4 con un traslape minimo de 2 reticulas de malla es decir 12" una vez colocada la malla se comenzó con la aplicación

de una mezcla consistente en cemento - arena aplicada al talud con cuchara, a regla. Esta capa no permite que el talud sufra los efectos de interperismo

- c) A continuacion se realizo el tensado de las anclas como se indico en el capitulo anterior, y se continuo con la excavacion a talud vertical hasta 9.5 m de profundidad
- d) Se realizo la instalacion de las anclas del segundo nivel y se continuo con la colocacion de la malla , cubriendo esta con la mezcla
- e) Una vez tensadas las anclas del segundo nivel, se excavo a talud vertical hasta 14.5 m de profundidad
- f) Se realizo la instalacion de las anclas del tercer nivel y se continuo con la colocacion de la malla , cubriendo esta con la mezcla
- g) Una vez tensadas las anclas del tercer nivel, se excavo a talud vertical hasta llegar a nivel de desplante del cuerpo de estacionamiento
- h) Se procedio a la construccion de las zapatas de cimentacion efectuando las excavaciones necesarias con taludes verticales
- i) Una vez armadas y coladas las zapatas se procedio al relleno de las excavaciones con materiales producto del corte, colocado en capas de 20 cm de espesor, compactadas con pison de mano

#### Colindancia oriente

- a) Se excavo a talud vertical hasta 6.5 m de profundidad con respecto al nivel medio de la calle
- b) Entre 6.5 y 10 m de profundidad, la excavacion se hizo dejando una banqueta de 0.5 m de ancho y un talud con una inclinacion 0.5 : 1 (horizontal : vertical)

- c) A continuación se realizaron los trabajos de instalación de las anclas, ubicándolas en el talud en una posición tal que una vez excavado a talud vertical, el ancla tenga el nivel de proyecto
- d) Una vez excavadas a talud vertical las zonas antes señaladas se procedió a colocar el armado del muro de contención cuya función primordial es la de servir como muro de recimentación para la zapata corrida del muro colindante, una vez armado y colado se procedió a la instalación del ancla, más tarde se inyectaría el barreno y cuando el muro adquiriera un 70% de su  $f_c$  se procedió al tensado de la misma. Este trabajo de recimentación se requirió a lo largo del muro colindante, dadas las características del suelo no se nos permitía colar todo el tramo del muro, la solución que se dio fue la de colar 5 tramos de muro intercalados (uno sí y otro no) para no afectar a la cimentación del muro colindante, una vez que se tenía tensado un tramo de muro se procedía al siguiente tramo, y así sucesivamente hasta completar la longitud de la zapata del muro colindante
- e) Una vez concluido este trabajo, se profundizó la excavación a talud vertical hasta 16 m respecto al nivel medio de calle, protegiendo la superficie contra la acción del intemperismo mediante la aplicación de un mortero de cemento - arena, con espesor de 3 cm colocado sobre una malla tipo gallinero a la superficie del talud con varillas de  $\frac{1}{2}$ " terminadas en punta, de 30 cm de longitud, en una retícula de 2m x 2m
- f) La distribución de las anclas se muestra en la figura NO 15

### **Colindancia Poniente**

- a) Esta colindancia al igual que la oriente cuenta con un muro de colindancia el cual esta cimentado sobre una zapata corrida, de igual manera se realizaron trabajos para recimentar dicho muro, estos trabajos fueron exactamente los mismos que en la colindancia oriente, con la variante que la excavacion inicial se realizo hasta 3m de profundidad con respecto al nivel medio de calle
- b) De igual manera una vez colados todos los tramos de muro y tensado sus anclas se procedió a profundizar la excavacion a talud vertical hasta 16 m respecto al nivel medio de calle, protegiendo la superficie contra la accion del intemperismo mediante la aplicacion de un mortero de cemento - arena, con espesor de 3 cm colocado sobre una malla tipo gallineto a la superficie del talud con varillas de  $\varnothing 10$ , terminadas en punta, de 30 cm de longitud, un una reticula de 2m x 2m
- c) La distribucion de las anclas se muestra en la figura No. 16

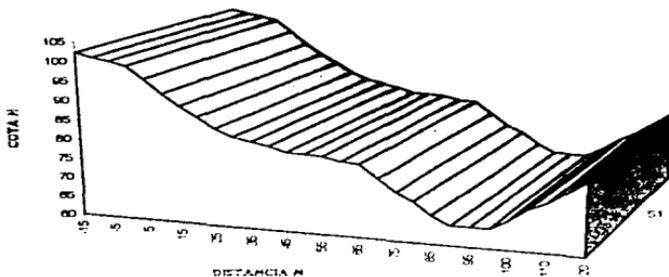
Una vez en la que se llevo al nivel de desplante de la plataforma de estacionamientos (nivel 84.70) se comenzo a realizar la excavacion de las zapatas comenzando con la perimetral, mas adelante con la cisterna y terminando con las demas zapatas en dicha plataforma

Al finalizar la primera etapa de excavacion se continuo con la segunda etapa consistente en llegar al nivel de desplante de la torre de departamentos (nivel 79.20) , en esa zona se realizo el corte del talud a plomo hasta llegar al nivel deseado, una vez que la excavacion alcanzo dicho nivel se comenzo con la excavacion de zapatas , concluyendo los trabajos con la excavacion de la alberca y la zanja que alojaria a nuestro drenaje

### 3 1.2 Volumen excavado

A continuación se muestra el perfil topográfico del terreno para analizar los cortes que se realizaron

PERFIL TOPOGRAFICO BITEJOCOTES NO. 61



Haciendo un calculo a mano alzada tomando en cuenta que la primera plataforma se aloja en el nivel 84.70 existe un desnivel entre la calle y esta plataforma de 15.30 m a lo largo la plataforma se extiende 23 metros, y por los 25 m que cuenta el terreno de frente nos da un total de  $4,400 \text{ m}^3 + 50 \text{ m}^3$  de material proveniente de las zapatas nos da un total de 4450  $\text{m}^3$  de material excavado de la primera plataforma

Para la segunda plataforma tomamos como nivel de arranque el 84.70 para llegar al nivel 79.20 esto nos da un desnivel de 5.50 m por los 17 metros que se extiende esta plataforma

por los 25 metros de frente del terreno, mas el volumen de zapatas y de alberca nos dan un total de 1250 m<sup>3</sup> de material de la segunda plataforma

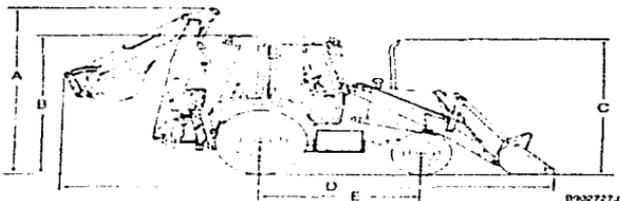
En total haciendo la sumatoria encontramos que el volumen aproximado de material excavado fue de 5,700 M<sup>3</sup> este volumen es medido en banco por lo tanto tenemos que afectarlo por el abudamiento de 30% esto representa 7,410 M<sup>3</sup> de material, en viajes de camiones de volteo de 7 m<sup>3</sup> serian 1060 viajes aproximadamente, esto representa una gran volumen de material

### 3 1 3 Tipo de maquinaria empleada

Para realizar este movimiento de tierras se penso en varios tipos de maquinaria, pero dadas las características del tamaño del terreno, espacio, versatilidad y otras características se lleo a la conclusión de optar por una retroexcavadora pequeña conocida en el ambiente de la construcción como "Mano de Chango", se habia pensado en retroexcavadoras de orugas pero debido a su tamaño y a que las maquinas tendrian que salir por un pequeño camino se opto por la pequeña

A continuación se muestra un perfil de la maquina, así como algunas de sus propiedades fundamentales y sus dimensiones, para que mas adelante con los datos de dicha tabla se proceda al calculo del costo horario de la maquina

## DIMENSIONES DE LA RETROEXCAVADORA CASE 4T-390



|   |        |
|---|--------|
| A : Altura total  | 3 30 m |
| B : Altura hasta la cabina del operador                 | 2 64 m |
| C : Altura hasta el escape de humos                     | 2 68 m |
| D : Longitud total                                      | 6 91 m |
| E : Distancia entre ejes de llantas delantera y trasera | 2 13 m |

| Tipo de maquina             | Retroexcavadora con bote cargador |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| Modelo con turbo cargador   | Case 4T-390                       |
| Potencia neta               | 70 HP                             |
| Capacidad del cucharon      | 0 67 M3                           |
| Capacidad del bote cargador | 0 79 M3                           |

## CALCULO DEL COSTO HORARIO

### Cargo por depreciación

Es el que resulta por la disminución del valor original de la maquinaria, como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica. Se considera una depreciación lineal.

$$D = \frac{V_a - V_r}{V_e}$$

Donde

- $V_a$  representa el valor inicial de la máquina, considerándose como tal, el precio comercial de adquisición de la máquina nueva en el mercado nacional, descontando el precio de las llantas en su caso.
- $V_r$  representa el valor de rescate de la máquina, es decir, el valor comercial que tiene la misma al final de su vida económica.
- $V_e$  representa la vida económica de la máquina, expresada en horas efectivas de trabajo, o sea el tiempo que puede mantenerse en condiciones de operar y producir trabajo en forma económica siempre y cuando se le proporcione el mantenimiento adecuado.

### Cargo por inversión

Es el equivalente a los intereses del capital invertido en maquinaria, está dado por:

$$I = \frac{(V_a + V_r)}{211a} \cdot i$$

donde

- $V_a$ : valor inicial de la máquina
- $V_r$ : valor de rescate

- $H_a$ : número de horas efectivas que el equipo trabaja durante el año
- $i$ : representa la tasa de interés anual expresada en decimales

#### Cargo por seguros

Es el que cubre los riesgos a que está sujeta la maquinaria de construcción durante su vida económica, por los accidentes que sufra. Este cargo forma parte del precio unitario, ya sea que la maquinaria se asegure por una compañía de seguros, o que la empresa constructora decida hacer frente, con sus propios recursos, a los posibles riesgos de la maquinaria.

Esta dado por

$$S = \frac{(V_a + V_r)}{2H_a} \cdot i$$

- $V_a$ : valor inicial de la máquina
- $V_r$ : valor de rescate
- $S$ : representa la prima anual promedio, fijada como porcentaje del valor de la máquina y expresada en decimales
- $H_a$ : representa el número de horas efectivas que el equipo trabaja durante el año

#### Cargo por mantenimiento

Estos cargos son originados por las erogaciones necesarias para conservar la máquina en buenas condiciones, a efecto de que trabaje con rendimiento normal durante su vida económica. El mantenimiento se divide en dos tipos: mantenimiento mayor y menor.

**Mantenimiento mayor:** Es el referente a reparaciones completas o sustitución de uno o más conjuntos de la máquina, que debido a su complejidad requieren de personal y

herramienta especializada, por lo que la maquina es retirada del frente de trabajo, por varios días. Los cargos se derivan de la mano de obra, refacciones y demás materiales empleados así como de la facturación de talleres externos.

**Mantenimiento menor:** Es el referente a las reparaciones, ajustes o sustituciones de repuestos de uno a mas conjuntos, que debido a su relativa sencillez, pueden ser afectados en obra. También comprende grasas, la sustitución de lubricantes, y líquidos para el sistema hidráulico. Los cargos por esos conceptos se derivan de los materiales y mano de obra.

Este cargo esta representado por

$$M \cdot Q \cdot D$$

donde

- Q es un coeficiente que considera tanto el mantenimiento mayor como el menor. Varía según el tipo de maquina y las características del trabajo, y se fija en base a la experiencia estadística.
- D representa la depreciación de la maquina.

**Cargos por consumos**

Son los que se derivan de las erogaciones que resultan por el uso de combustibles u otras fuentes de energía y en su caso lubricantes y llantas.

#### Cargo por combustibles

Es el derivado de todas las erogaciones originadas por los consumo de gasolina y diesel para el funcionamiento de los motores. El cargo por combustibles "E" se obtendrá, mediante la ecuación

$$E = c \times P_c$$

donde

- $c$ : representa la cantidad de combustible necesario por hora efectiva de trabajo. Este coeficiente esta en funcion de la potencia del motor, del factor de operación de la máquina y de un coeficiente determinado por la experiencia, que varia de acuerdo con el combustible que se utilice
- $P_c$ : representa el precio del combustible puesto en la maquina

#### Cargo por lubricantes

Son los motivados por el consumo y los cambios periodicos de aceites lubricantes de los conjuntos que componen la maquinaria. Se obtendra de la ecuación

$$AL = (c+a) \times P_l$$

donde

- $a$ : representa la cantidad de aceites lubricantes necesaria por hora efectiva de trabajo, de acuerdo con las condiciones medidas de operacion, esta determinada por la capacidad del recipiente dentro de la máquina y los tiempos entre cambios sucesivos de aceites.
- $P_l$ : representa el precio de los aceites lubricantes puestos en las máquinas
- $c$ : representa el consumo entre cambios sucesivos de lubricantes (del motor)

ESTA TESIS <sup>79</sup> NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

### Cargo por llantas

Es el correspondiente por desgaste de las llantas. Cuando se considere este cargo, al calcular la depreciación de la maquinaria deberá deducirse del valor inicial de la misma, el valor de las llantas.

Se obtiene de la siguiente ecuación:

$$N = \frac{Vn}{Hv}$$

donde:

- $Vn$ : representa el precio de adquisición de las llantas, considerando el precio en el mercado nacional de llantas nuevas de las características indicadas por el fabricante de la máquina.
- $Hv$ : representa las horas de vida económica de las llantas, tomando en cuenta las condiciones de trabajo impuestas a las mismas. Se determinará de acuerdo con la experiencia, considerando entre otros, los factores siguientes: velocidad máxima de trabajo, condiciones relativas del camino que transite, tales como pendientes, curvaturas, superficie de rodamiento, posición en la maquinaria, cargas que soporte, y clima en que operen.

### Cargos por salario para la operación

Es el que resulta por concepto del pago de los salarios del personal encargado de la operación de la máquina, por hora efectiva de trabajo en la misma. Esta dado por

$$Co = \frac{So}{H}$$

donde

- So: representa los salarios por turno del personal necesario para operar la máquina.
- H: representa las horas efectivas de trabajo de la máquina dentro del turno

Calculo de costo horario para una retroexcavadora CASE 4T-390

|                             |              |
|-----------------------------|--------------|
| Valor de adquisición (Va) = | \$379,687.00 |
| Horas anuales de uso (Ha) = | 1,600.00     |
| Vida económica (V) =        | 10.00        |
| Tasa de seguro (s) =        | 2.00         |
| % de mantenimiento (Q) =    | 60.00        |
| % de rescate (r) =          | 20.00        |
| Tasa de interés (i) =       | 16.00        |
| $Vr = Va \times r$          | \$75,937.40  |
| $Ve = V \times Ha$          | 16,000.00    |

### Cargos fijos

|                                 |                   |
|---------------------------------|-------------------|
| a) Depreciación .....           | \$18.98/Hr        |
| b) Inversión .....              | \$22.78/Hr        |
| c) Seguros .....                | \$2.85/Hr         |
| d) Mantenimiento .....          | \$11.39/Hr        |
| <b>TOTAL CARGOS FIJOS .....</b> | <b>\$56.00/Hr</b> |

### Consumos

| Descripción              | Unidad | Cantidad | Costo     | Importe        |
|--------------------------|--------|----------|-----------|----------------|
| Diesel                   | lt     | 7.3500   | \$1.51    | \$11.10        |
| Aceite lubricante        | lt     | 0.0900   | \$10.41   | \$0.94         |
| 2 Llantas                | Jgo    | 0.0005   | \$8455.20 | \$4.23         |
| <b>Total de consumos</b> |        |          |           | <b>\$16.26</b> |

### Operación

| Descripción               | Unidad | Cantidad | Costo    | Importe        |
|---------------------------|--------|----------|----------|----------------|
| Operador                  | Jor    | 0.1500   | \$178.04 | \$26.71        |
| <b>Total de operación</b> |        |          |          | <b>\$26.71</b> |

**Total costo horario** → **\$98.97/Hr**

## 3.2 Relleno

En este subcapítulo se expondrán los detalles en cuanto al relleno realizado en la barranca posterior al terreno, hablaremos del tipo de maquinaria empleada, el volumen del relleno y el costo que significa el realizar estos trabajos.

### 3.2.1 Volumen del relleno

### Cargos fijos

|                                 |                   |
|---------------------------------|-------------------|
| a) Depreciación .....           | \$18 98/Hr        |
| b) Inversión .....              | \$22 78/Hr        |
| c) Seguros .....                | \$2 85/Hr         |
| d) Mantenimiento .....          | \$11 39/Hr        |
| <b>TOTAL CARGOS FIJOS .....</b> | <b>\$56,00/Hr</b> |

### Consumos

| Descripción              | Unidad | Cantidad | Costo     | Importe        |
|--------------------------|--------|----------|-----------|----------------|
| Diesel                   | lt     | 7 3500   | \$1 51    | \$11 10        |
| Aceite lubricante        | lt     | 0 0900   | \$10 43   | \$0 94         |
| 2 Llantas                | Jgo    | 0 0005   | \$8455 20 | \$4 23         |
| <b>Total de consumos</b> |        |          |           | <b>\$16.26</b> |

### Operación

| Descripción               | Unidad | Cantidad | Costo    | Importe        |
|---------------------------|--------|----------|----------|----------------|
| Operador                  | Jor    | 0 1500   | \$178 04 | \$26 71        |
| <b>Total de operación</b> |        |          |          | <b>\$26.71</b> |

**Total costo horario**  $\longrightarrow$  **\$98.97/Hr**

## 3.2 Relleno

En este subcapítulo se expondrán los detalles en cuanto al relleno realizado en la barranca posterior al terreno, hablaremos del tipo de maquinaria empleada ,el volumen del relleno y el costo que significo el realizar estos trabajos

### 3.2.1 Volumen del relleno

Dado que el material producto de la excavación no se podía extraer de la obra dadas las características de esta (es decir sacar el material) ,todo ese volumen se tendría que depositar en algún otro lado y ese lado era la barranca, esta fue la primera razón por la cual se llevo a cabo el relleno y la segunda era para poder proveer a los condóminos de una area extensa jardinada, como conclusión podemos decir que el 90% del volumen excavado fue depositado en la barranca y sus alrededores formando los taludes de descanso del mismo relleno y decimos que si obtuvimos 7410 m3 de la excavación, el volumen del telleno fue de 6670 m3 aproximadamente de relleno, fue suficiente para cubrir la cuenca que se aprecia en el perfil topográfico que se mostró con anterioridad

### 3.2.2 Estrategia de relleno

Conforme el material proveniente de la excavación se depositaba, la maquina encargada que era un Cargador sobre orugas (traccavo) marca Caterpillar modelo 955L se encargaba de empujar el material hacia la barranca, en un principio como ya se comento por encima del lomo del tubo necesitábamos una buena compactación del terreno ya que todo el demas relleno iba a realizarse a puro volteo, en esta etapa se tubo mucha precaución para que las personas que estaban laborando en la barranca no sufrieran ningún tipo de accidente mas adelante cuando ya contábamos con aproximadamente 3 metros de relleno, se terminaron los trabajos de compactación y se procedió al relleno a volteo

En ocasiones que no habia un volumen considerable de material para mover, la maquina se sumaba a los trabajos de corte ya que la maquina contaba con rippers y así el trabajo se aceleraba.

### 3.2.3 Tipo de maquina empleada

Como ya se menciona se empleo un cargador sobre orugas marca Caterpillar modelo 955 L. realmente esta maquina era la ideal para realizar dicho trabajo ya que necesitabamos de que en cada movimiento se acarreará el mayor volumen de material para así optimizar tiempos en cuanto a horas - maquina se refiere esta maquina contaba con un bote el cual le facilitaba los trabajos de acarreo, además por su gran peso ayudaba a que el relleno se compactara

Calculo del costo horario del Cargador sobre orugas marca Caterpillar modelo 955 L.

|                             |                |
|-----------------------------|----------------|
| Valor de adquisición (Va) = | \$1'269,619.40 |
| Horas anuales de uso (Ha) = | 1,600.00       |
| Vida económica (V) =        | 10.00          |
| Tasa de seguro (s) =        | 2.00           |
| % de mantenimiento (Q) =    | 60.00          |
| % de rescate (r) =          | 20.00          |
| Tasa de interés (s) =       | 16.00          |
| Vr = Va x r                 | \$259,523.88   |
| Ve = V x Ha                 | 16,000.00      |

Cargos fijos:

|                 |            |
|-----------------|------------|
| a) Depreciación | \$64.88/Hr |
| b) Inversión    | \$77.86/Hr |

|                                 |                    |
|---------------------------------|--------------------|
| c) Seguros .....                | \$9.73/Hr          |
| d) Mantenimiento .....          | \$38.93/Hr         |
| <b>TOTAL CARGOS FIJOS .....</b> | <b>\$191.40/Hr</b> |

Consumos

| Descripción              | Unidad | Cantidad | Costo   | Importe        |
|--------------------------|--------|----------|---------|----------------|
| Diesel                   | lt     | 11 0000  | \$1 51  | \$16 61        |
| Aceite lubricante        | lt     | 0 1600   | \$10 43 | \$1 67         |
| <b>Total de consumos</b> |        |          |         | <b>\$18.28</b> |

Operación

| Descripción               | Unidad | Cantidad | Costo    | Importe        |
|---------------------------|--------|----------|----------|----------------|
| Operador                  | Jor    | 0 1500   | \$190 75 | \$28 61        |
| <b>Total de operación</b> |        |          |          | <b>\$28.61</b> |

**Total costo horario**  $\longrightarrow$  **\$238.29/Hr**

Teniendo los costos horario de la maquinaria que intervino en las tareas de excavación y relleno y teniendo el numero de horas que se utilizaron dichas maquinas podemos obtener el costo del m3 de material excavado y colocado para su uso como relleno de la siguiente manera

Horas efectivas de trabajo :

- Retroexcavadora = 725 Horas x \$98 97/Hr = \$71,753 25
- Traxcavo=370 Horas x \$191.40/Hr = \$70,818.00
- Total :  $\longrightarrow$  **\$142,571.25**

Si el volumen total fue de 7410 M3 entonces :

$$\frac{\$142,571.25}{7410M3} \cong \$19.24 / M3$$

Con este dato podemos afirmar que el haber realizado el relleno de la barranca fue mas barato que haber sacado todo el ese material de la obra ya que si tomamos el viaje de tierra a \$200 00 el costo hubiera sido de \$28 57/M3 solo el acarreo del material sin contar el corte ni las maniobras para cargar los camiones

### **3.3 CIMENTACIÓN**

#### **3 3 1 Tipo de cimentación utilizada**

Tomando en cuenta la topografía del terreno, las propiedades estratigráficas y físicas del subsuelo y las características del proyecto arquitectónico el cual contemplo la realización de cortes importantes para alcanzar los niveles de piso terminado en los edificios, que dieran lugar a que inmediatamente, bajo el nivel del piso inferior se encuentren tobas de alta resistencia y baja compresibilidad, teniendo las plataformas de apoyo, en todos los casos, una superficie horizontal suficientemente alejada del talud, se juzgo que el tipo de cimentación más adecuado para el edificio seria por medio de zapatas aisladas, rigidizadas con contratraves de liga, desplantadas a 1.5m de profundidad, bajo el nivel del piso inferior del edificio, considerando una capacidad de carga admisible para diseño de 90 ton/m2

#### **3.3.2 Análisis de la cimentación**

El análisis de la cimentación se refiere a la deducción de la capacidad de carga del suelo en el cual se apoyara la estructura, para obtener este dato se baso en la información recabada en el estudio de mecánica de suelos y en las pruebas de laboratorio que se realizaron a las

muestras inalteradas obtenidas en el lugar, las conclusiones de dichos análisis se presentan a continuación

### 3.3.2.1 Capacidad de carga

La capacidad de carga admisible para zapatas apoyadas en terreno horizontal, suficientemente alejadas del talud para que esta no resulte disminuida por él, se calculó considerando que los materiales afectados por la superficie potencial de falla son de tipo cohesivo - friccionante, y aplicando el criterio especificado en el Reglamento de construcciones para el Distrito Federal, dado por la siguiente expresión

$$R = [cN_c + P_v(N_q - 1) + \frac{\gamma B N_\gamma}{2}] FR + P_v$$

donde :

R : capacidad de carga admisible del suelo de apoyo de la zapata en ton/m<sup>2</sup>

c : cohesión del material de apoyo, en ton/m<sup>2</sup>

P<sub>v</sub> : presión vertical efectiva a la profundidad de desplante de las zapatas en ton/m<sup>2</sup>

γ : peso volumétrico del suelo en ton/m<sup>3</sup>

B : ancho de la zapata, en m

FR : factor de resistencia, adimensional e igual a 0.35

P<sub>v</sub> : Presión vertical total a la profundidad de desplante de las zapatas en ton/m<sup>2</sup>

N<sub>c</sub> : coeficiente de capacidad de carga, adimensional, dado por:

$$N_c = 5.14(1 + 0.25 D/B + 0.25 B/L)$$

siendo :

**Df** : profundidad de desplante, en m

**L** : largo del cimiento, en m

**Nq** : coeficiente de capacidad de carga, adimensional, dado por :

$$Nq = c^{1.3} \tan^2(45 + \frac{\phi}{2})$$

siendo :

$\phi$  : ángulo de fricción interna del suelo de apoyo

El coeficiente **Nq** se multiplica por  $1 + (B/L) \tan \phi$  para cimientos rectangulares y por  $1 + \tan \phi$  para zapatas cuadradas

**Ny** : coeficiente de capacidad de carga, adimensional, dado por

$$Ny = 2 (Nq + 1) \tan \phi$$

El coeficiente **Ny** se multiplica por  $1 - 4(B/L)$  para cimientos rectangulares y por  $0.6$  para zapatas cuadradas

Considerando una cohesión de 15 ton/m<sup>2</sup>, un ángulo de fricción interna de 33° y un peso volumétrico de 1.7 ton/m<sup>3</sup>, obtenidos tanto de las correlaciones entre estos y las propiedades índice de los materiales de apoyo, como en el ensaye de compresión triaxial realizado, se obtuvo una capacidad de carga admisible para diseño de 90 ton/m<sup>2</sup>

### 3.3.2.2 Dimensionamiento de zapatas

Para el dimensionamiento de zapatas se tomo en cuenta que el Reglamento de construcciones para el Distrito Federal indica utilizar la carga que resulte mayor de las siguientes condiciones

- Condiciones estaticas, que considera la combinacion de cargas permanentes (incluye el peso de la cimentacion) mas carga viva con intensidad maxima, afectadas por un factor de carga de 1.4
- Condiciones dinamicas, que considera la combinacion de cargas permanentes (incluye peso de la cimentacion) mas carga viva con intensidad instantanea y accion accidental más critica (incremento de carga provocado por el momento de volteo debido al sismo), afectadas por un factor de carga de 1.1

En el caso de combinacion de cargas (en particular las que incluyen sollicitaciones sismicas) que dan lugar a excentricidades actuando a una distancia "e" del eje centroidal del cimiento, el ancho efectivo de este, debera considerarse igual a

$$B' = B - 2e$$

donde

B' : ancho reducido, en m

B : ancho del cimiento, en m

e : excentricidad con respecto al centroide del área de cimentación

El coeficiente sismico que debera considerarse sera igual a 0.16

De la sustitucion de datos obtenemos las dimensiones de las zapatas que se requeriran para el desplante del edificio. A continuacion se muestra el plano estructural CE-01 el cual muestra la planta de cimentacion, asi como los cortes de dichas zapatas, para analizar dimensiones de las zapatas, su armado correspondiente asi como su nivel de desplante.

**El procedimiento utilizado para realizar la etapa de cimentación fue el siguiente**

**Se comenzó con 2 frentes de trabajo**

El primero de ellos era la primera plataforma con nivel de desplante de 84 70 sobre el nivel de la losa como se observa en el plano esta plataforma cuneta con zapatas aisladas y la zapata de mayor longitud que alojara al muro perimetral y en el centro podemos ubicar la cisterna, se excavaron las zanjas partiendo del eje 9 hasta llegar al eje 1 es decir de derecha a izquierda, se habilito el acero correspondiente para cada una de las zapatas y se fue colando en el orden en que se habian excavado, hasta llegar a la cisterna una vez completado los colados de dicha plataforma se procedio al colado de la losa tapa de la cisterna

En el segundo frente como trabajo simultaneo al colado de las zapatas se procedia a la excavacion de las zapatas de la segunda plataforma con nivel 78 80 sobre nivel de losa en esa plataforma se alojarian el cubo de elevadores entre el eje F y E y la piscina el procedimiento de armado y colado era el mismo utilizado en la plataforma anterior, asi hasta completar con la planta de cimentación







1. NAME  
 2. ADDRESS  
 3. CITY  
 4. STATE  
 5. ZIP  
 6. PHONE  
 7. FAX  
 8. TELETYPE  
 9. TELEFAX  
 10. TELEVISION  
 11. RADIO  
 12. CABLE  
 13. INTERNET  
 14. E-MAIL  
 15. OTHER

16. OCCUPATION  
 17. EDUCATION  
 18. MARITAL STATUS  
 19. NUMBER OF CHILDREN  
 20. NUMBER OF DEPENDENTS  
 21. NUMBER OF VEHICLES  
 22. NUMBER OF BOATS  
 23. NUMBER OF AIRCRAFT  
 24. NUMBER OF OTHER VEHICLES  
 25. NUMBER OF OTHER BOATS  
 26. NUMBER OF OTHER AIRCRAFT  
 27. NUMBER OF OTHER VEHICLES  
 28. NUMBER OF OTHER BOATS  
 29. NUMBER OF OTHER AIRCRAFT  
 30. NUMBER OF OTHER VEHICLES

31. SIGNATURE  
 32. DATE



| NO. | DESCRIPTION | QTY. | UNIT | PRICE | TOTAL |
|-----|-------------|------|------|-------|-------|
| 1   | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 2   | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 3   | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 4   | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 5   | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 6   | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 7   | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 8   | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 9   | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 10  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 11  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 12  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 13  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 14  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 15  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 16  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 17  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 18  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 19  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 20  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 21  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 22  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 23  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 24  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 25  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 26  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 27  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 28  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 29  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 30  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 31  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 32  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 33  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 34  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 35  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 36  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 37  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 38  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 39  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 40  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 41  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 42  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 43  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 44  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 45  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 46  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 47  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 48  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 49  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 50  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 51  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 52  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 53  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 54  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 55  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 56  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 57  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 58  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 59  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 60  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 61  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 62  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 63  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 64  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 65  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 66  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 67  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 68  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 69  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 70  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 71  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 72  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 73  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 74  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 75  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 76  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 77  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 78  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 79  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 80  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 81  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 82  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 83  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 84  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 85  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 86  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 87  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 88  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 89  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 90  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 91  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 92  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 93  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 94  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 95  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 96  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 97  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 98  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 99  | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |
| 100 | ...         | ...  | ...  | ...   | ...   |

1. NAME  
 2. ADDRESS  
 3. CITY  
 4. STATE  
 5. ZIP  
 6. PHONE  
 7. FAX  
 8. TELETYPE  
 9. TELEFAX  
 10. TELEVISION  
 11. RADIO  
 12. CABLE  
 13. INTERNET  
 14. E-MAIL  
 15. OTHER

16. OCCUPATION  
 17. EDUCATION  
 18. MARITAL STATUS  
 19. NUMBER OF CHILDREN  
 20. NUMBER OF DEPENDENTS  
 21. NUMBER OF VEHICLES  
 22. NUMBER OF BOATS  
 23. NUMBER OF AIRCRAFT  
 24. NUMBER OF OTHER VEHICLES  
 25. NUMBER OF OTHER BOATS  
 26. NUMBER OF OTHER AIRCRAFT  
 27. NUMBER OF OTHER VEHICLES  
 28. NUMBER OF OTHER BOATS  
 29. NUMBER OF OTHER AIRCRAFT  
 30. NUMBER OF OTHER VEHICLES

31. SIGNATURE  
 32. DATE



1 1 1

## **CAPITULO IV**

### ***PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA ESTRUCTURA***

#### **4.1 Trazo**

**Definición de trazo** Delineación de la planta o diseño de una obra

Así como esta simple definición nos dice que es delinear la planta de la obra pues en realidad es así de sencillo, es una actividad importantísima en el desarrollo de cualquier obra de tipo ingenieril ya que de ella depende que la obra sea exactamente como se planteó en el papel

Cualquier error por mínimo que sea cometido durante este proceso puede aumentar sus dimensiones conforme la obra se vaya desarrollando hasta llegar a errores catastróficos si no se detectan a tiempo

Ya que mencioné algunos aspectos del trazo procedere a realizar la descripción de dicho proceso en la construcción de la obra Torre Confort II

Una vez que se llegó a nivel de desplante de la primera y segunda plataforma de cimentación y con el termino de las actividades de relleno, se comenzó con el trazo de la cimentación de la primera plataforma (estacionamientos), para poder realizar un trazo correcto y eficiente se optó por partir la planta de trazo en 2 partes divididas por un eje al cual se le denominó eje central, además de los ejes correspondientes a los elementos estructurales, una vez trazado dicho eje , se contaba con información y referencias de coordenadas para el trazo de los demás ejes, es decir a partir del eje central se tenían

distancias horizontales y verticales en el momento en que estas líneas se cortaran en dicho centro se localizaría el eje o centro del elemento estructural

Con este simple procedimiento se procedió al trazo de la planta de cimentación de la primera plataforma, el equipo que se utilizó fue un tránsito y cinta

Una vez que se tenía dicho trazo se comenzó con la excavación de cepas las cuales alojarían a la cimentación. En forma simultánea se realizaba el trazo de la planta de cimentación para la segunda plataforma, y una vez terminado el trazo se iniciaban los trabajos de excavación

Finalmente se procedió al trazo de la piscina este fue un poco más complicado debido a su forma un poco irregular pero con los datos necesarios como radios de curva y algunas otras distancias se logró realizar esta actividad, al igual que el trazo de las rampas de estacionamiento ya que estos elementos son de suma importancia ya que algún error en cuanto a radios de giro, alturas etc. hubiese provocado que algún tipo de vehículo no pudiera entrar al estacionamiento

Conforme se avanzaba en el colado de las losas en c/u de ellas se procedía a realizar el trazo y su rectificación para llevar un control estricto y ningún elemento quedara en un lugar equivocado.

#### **4.2 Desplante de elementos estructurales (muros y columnas)**

Como se puede observar en el plano de la planta de cimentación el edificio está estructurado a base de columnas y muros de carga de concreto armado

## **Muros**

Algunos muros además de cumplir con la función de transmitir cargas cumplen la función de ser elementos rigidizantes de la estructura en caso de sismo, debido a que como se explico en el capitulo 1 la edificación sufría de una fuerte fuerza torsionante en caso de existir solicitaciones sismicas con esto podemos notar el espesor de algunos muros como por ejemplo el MC-4 (ver plano CE-03) ubicado en el eje I que cuenta con 40 cm de espesor al igual que el MC-5 ubicado en el eje K.

Otro aspecto importante de los muros que podemos hacer notar es la cantidad de armado que requieren especialmente en sus cabeceras, en este plano podemos observar las 2-4 diferentes cabeceras y sus diferentes armados, la justificación de la cantidad de acero es precisamente, por el efecto del sismo en el edificio, debido a las fuertes torsiones presentadas en el análisis de cargas. Este armado era necesario para la seguridad de la estructura.

Otro aspecto importante se refiere al muro ubicado en el eje A de la planta, este muro tiene una singular característica, una parte de él tiene la función de transmitir cargas y la otra es la de funcionar como muro de contención debido a que como ya mencionamos se realizó un corte a plomo del talud colindante con la calle, y para llegar a la profundidad de desplante se requirió de anclar este talud, pero como ya mencione estas anclas eran provisionales es decir solo nos servirían para realizar el corte del talud es por eso que se debía de contar con una estructura contenedora y es el caso del muro del eje A. Para no causar problemas a la estructura este muro estaba desligado del muro de carga por una junta de 2.5 cm a los lados y 2.5 cm con la losa (ver plano CE-01A). Estas juntas posteriormente se cubrieron con poliestireno para realizar la función de amortiguamiento y flexibilidad en caso de algún movimiento de la estructura.

**FALTA PAGINA**

No. 94



### **Columnas**

En el plano CE-02 se puede observar la planta de localización de las columnas y sus diferentes armados

Un dato importante sobre las columnas es la reducción de la separación de los estribos la cual se reduce a la mitad en una longitud  $L$ , no menor que

- a) Dimensión transversal máxima de la columna
- b)  $h/8$   $h$ = altura libre
- c) 60 cm

arriba y abajo de cada unión de columna con trabe o losa medida a partir del respectivo plano de intersección (ver figura 2 plano CE-02)

Los materiales y especificaciones de los elementos estructurales son los siguientes

- Concreto  $f'c$  250 kg/cm<sup>2</sup> estructural Clase 1 con un modulo de elasticidad  $E = 14000\sqrt{f'c}$  y una agregado "1/2" desde el desplante hasta el nivel tope de cada elemento estructural
- Todo el acero de refuerzo será de  $f_y$  4200 Kg/cm<sup>2</sup>

### **4.3 Cimbra**

Con el fin de conservar el concreto en su sitio hasta que haya alcanzado su fraguado final, se emplean formas de madera o metal denominadas comúnmente cimbras

El diseñar una cimbra correctamente, creemos sea tan importante para el costo, como la misma estructura, debido al número de veces que podamos usarla y que su valor podrá reducirse en una forma proporcional a dicho número de veces



### **Cimbra metálica**

Principalmente en losas y para colados repetitivos, la cimbra metálica proporciona ventajas adicionales sobre los métodos tradicionales como mayor rapidez de colocación (33% menos) y mayor número de usos, su principal inconveniente es su valor inicial de inversión. El deterioro de las piezas que integran una cimbra, es función del buen o mal trato de la misma, así como de las dimensiones de la pieza y de su uso específico en la cimbra en cuestión. El fabricar una cimbra para usarla una sola vez es antieconómico, desde cualquier punto de vista, por lo cual trataremos de emplearla tantas veces como sea posible, sin olvidar que no todos los elementos de la misma, pueden resistir el mismo número de usos.

### **4.3.1 Muros y columnas**

Para el cimbrado de muros y columnas se recurrió al sistema tradicional de cimbra es decir se utilizó la madera como material principal.

Para el cimbrado de muros se habilitaron hojas de triplay de 16 mm con un marco fabricado con barrotes, estas se colocaban en serie (una tras otra) hasta cubrir la extensión del muro, después se reforzaba la cimbra con polines (madrinas) amarrados con alambres y finalmente se realizaba la estructura contenedora (pies derechos) con polines atrancados en la losa.

Para la cimbra del muro perimetral en el eje 1, 9 y A dadas las dimensiones de este se requería de una estructura capaz de contener al concreto, que no se botara y que no causara irregularidades en el momento del vaciado del concreto.

Para el cimbrado de columnas también se habilitaron hojas de triplay con un marco de barrotes para su colocación se necesitaban 4 hojas llamadas tapas, se colocaban las 4 tapas

y una vez que se cerraba la columna se reforzaba con madrinan y pies derechos a su alrededor amarrados con alambreon, finalmente se colocaban a cada lado los plomos para checar que no estuviera inclinada la cimbra y con esto propiciar que la columna quedara con algún desplome o inclinacion

#### 4 3 2 Losas

Dadas las características del sistema constructivo para las losas (postensadas), y el programa de obra fijado para la terminación de la obra, se debía de contar con un sistema de cimbra el cual se adaptara a algunas necesidades como lo son el tiempo de habilitado, seguridad, rentabilidad económica y de fácil manejo. Con estas condiciones se analizaron varios tipos de cimbras llegando a la conclusión, que la cimbra metálica basada en andamios formados por marcos rígidos sería la más conveniente.

##### Cimbra metálica (andamaje)

Los marcos de apuntalamiento en combinación con las vigas metálicas proveen torres de apuntalamiento independientes para soportar la madera de contacto

- Rápido ajuste

Gatos roscados en la parte inferior de los marcos y/o sobre los tubos de extensión proveen exactitud en los ajustes de altura

- Movilidad

Después de su primer uso los marcos y las vigas pueden ser fácilmente trasladados con la cimbra armada en su lugar, para su nuevo sitio de utilización y así sucesivamente

- Reduce los requerimientos de materiales

**La cantidad de madera necesaria para vigas y soporteria horizontal se reduce efectivamente**

- **La simplicidad ahorra tiempo y dinero**

Los marcos y vigas metalicas son faciles de armar y alinear. Requieren muy pocas horas - hombre comparados con los metodos convencionales

#### Colocacion de la cimbra

Como ya sabemos la torre cuenta con 2 losas de 400 m<sup>2</sup>, mas adelante 5 losas de 850 m<sup>2</sup> y 5 losas de 700 m<sup>2</sup> por ultimo 2 losas de 500 m<sup>2</sup> y un cuarto de maquinas. Dado el programa de obra el tiempo con el cual se contaba era de 2 dias para cimbrar las losas de 850 y 700 m<sup>2</sup> por lo tanto contabamos con una holgura de tiempo en las losas pequenas.

El proceso de colocacion de la cimbra consistia en subir con la grua torre los marcos de los andamios, las vigas metalicas, las crucetas y todos los accesorios al nivel por cimbrar, mas adelante se arman los andamios y se colocan las vigas en los gatos, estos se nivelan hasta el nivel indicado de la losa, mas adelante se colocan en sentido contrario a las vigas metalicas, los polines que sirven de sosten para las hojas de triplay que se colocan sobre los estos una vez tendidas las hojas de triplay se bañan con diesel o con algun tipo de desmoldante para aumentar el numero de usos de dicha madera, finalmente se nivela toda la cimbra para que no existe desniveles en la losa.

Este proceso se repite durante todo el proceso de colado, descimbrando y elevando al siguiente nivel la cimbra para poder cimbrar la siguiente losa.

En caso de que existieran trabes con peraltes que queden debajo de la losa es conveniente para el proceso de cimbra, cimbrar estas trabes primero, dandoles su fondo y recubrirlas con la cimbra para que mas adelante se cierre la cimbra con la correspondiente a la losa a este proceso se le conoce en obra como fondear las trabes.

La calendarización de la obra obligaba a cumplir el ciclo de cimbrado entre losa y losa en solo 1 semana para que conjuntamente el colado de cada losa se realice con un intervalo igual es decir de 1 semana

#### **4.4. Losas**

Como mencione en el Capítulo I las losas estan concebidas como una losa maciza de concreto postensado con 25 cm de peralte total, apoyada en un solo sentido sobre trabes o fajas planas que van de columna a columna y perpendiculares a las nervaduras

La característica fundamental de estas losas es su sistema llamado postensado, como siguiente punto desarrollare las características de dicho sistema, sus etapas y proceso de construcción seguido para realización de la obra Torre Confort II

##### **4.4.1 Sistema postensado**

###### **Características del acero de alta resistencia**

El método mas común para inducir un esfuerzo de impresión en el concreto es tensar un toron y anclarlo al mismo toron, se puede localizar dentro de la seccion transversal del concreto , ya sea empotrado directamente , o dentro de un ducto una alternativa se puede localizar fuera de la seccion , ya sea junto , o a determinada distancia de ella ( por ejemplo , como el tirante de un arco) El toron debe tener alta resistencia a la tension y capacidad

para mantener indefinidamente un alto estado de esfuerzos con escasas pérdidas por relajamiento, corrosión o fatiga. El alambre y las varillas de acero estirados en frío tienen estos atributos y son materiales más comunes para la fabricación de cables torón.

Sin embargo existen otros materiales (Filamentos metálicos y no metálicos como la fibra de vidrio) que tienen potencialmente mejores propiedades de resistencia su utilización práctica depende de aspectos técnicos como su estabilidad química y de los aspectos económicos de costo de materiales e instalación.

El alambre de acero estirado en frío se fabrica en diámetros de 7 mm (0.276 pulgadas) y tiene resistencias que varían de 17 000 a 21000 Kg/cm<sup>2</sup> (220 000 a 300 000 lb/p12) con módulos de elasticidad de 2 000 000 a 2 100 000 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, la adherencia entre los alambres lisos y el concreto es baja, lo cual requiere gran cantidad de alambres pequeños para pretensado o bien, medios de anclaje adecuados para el postensado. Entrelazando varios alambres para formar un torón o cable se puede lograr un torón de capacidad considerable y excelentes propiedades de adherencia aunque existe una pequeña reducción en el módulo de elasticidad (del 5 al 10 %) el cable de 7 alambres se usa ampliamente en el pretensado. En algunas losas de pisos pretensadas, presforzadas ligeramente y producidas en Serie se utilizan torones de 19 alambres, similares al cable de acero de alta resistencia.

#### Relajación de esfuerzos

Los torones de acero tensados sufren una pérdida de esfuerzo debida al flujo de plástico en aplicaciones comunes se pueden esperar pérdidas del 6 al 13 %.

El alambre de acero puede recibir un tratamiento mediante un proceso conocido como estabilización en el que se combina temperatura y esforzado lo cual, al parecer, reduce considerablemente la relajacion de esfuerzos largo plazo

Si durante la operacion de preesfuerzo se sobreesfuerza un toron (hasta el 75 U 80% de su resistencia maxima) y se mantiene asi durante 1 o 2 minutos a temperaturas normales (20 °C) se inducira un efecto similar al de suavizado de esfuerzos

Algunas autoridades europeas prefieren limitar el esfuerzo inicial al 50 % de la resistencia maxima lo cual elimina practicamente la relajacion, mientras que otras lo limitan hasta el 80 %. En los Estados Unidos la practica normal la normal es utilizar un 70 %.

#### Ductilidad

La ductilidad es un requisito esencial para los tendones, su objetivo es evitar que se rompan fácilmente durante su instalacion y servicio. Para medirla se utilizan por lo general pruebas de doblado y alargamiento. Estas ultimas deben hacerse con tramo de toron suficientemente largos para compensar el area de estrangulamiento. La mayoria de las especificaciones requieren un alargamiento del 2 % mas

#### Corrosion

Es esencial proteger los tendones contra una corrosion considerable, pues esta puede afectar su ductilidad o simplemente reducir su seccion transversal, reduciendo asi el preesfuerzo y por tanto la resistencia maxima. La corrosion puede reducir también la resistencia a la fatiga. Se pretende colocar un tendón en servicio y mantenerlo asi aproximadamente en las mismas condiciones que cuando salio de la planta del fabricante

Este periodo comprende las etapas del transporte, almacenamiento en la obra , manejo , instalación, esforzado y colado o relleno. Para lograr mejor este objetivo, se recomienda las reglas que se mencionan a continuación, aunque no todas ellas se aplican en la practica actual. no significa necesariamente que la corrosion se presentara, pues esta depende de las probabilidades y siguiendo las reglas que mencionare, dichas probabilidades se reducirán al minimo.

#### Embarque

Los torones se deben envolver con papel impermeable, y colocar cristales dentro de la envoltura para impedir la produccion de vapor, los rollos deben de apretarse mucho, pues al tener radios de dobles muy pequeños se presentan grietas microscopicas en la superficie del acero, lo cual ocasiona corrosion por esfuerzos.

#### Almacenamiento

Es preferible que el lugar de almacenamiento sea cerrado y tenga clima artificial para mantener una humedad relativa menor del 20 %, nunca se deben almacenar en el lodo y se debe evitar el almacenamiento abierto cerca de refinarias y plantas industriales especialmente aquellas en las, que se quema carbon o aceite y que emiten sulfatos a la atmósfera.

#### Manejo

Los torones no se deben arrastrar sobre el piso, ni doblarse a radios muy cortos.

#### Instalación

Cuando los tendones se usan para pretensado, no hay que exponerlos a la atmósfera por mas de 24 horas y menos aun en las cercanias de refinarias, u otro tipos de plantas que

emitan aunque sea cantidades mínimas de gases sulfurosos, una vez esforzados el tiempo de exposición a la intemperie debe ser el mínimo posible

#### Adherencia

La adherencia (y la longitud de transferencia) es un mecanismo complejo en el cual influyen la contracción del concreto alrededor del tendón, la dilatación del tendón debido al efecto de

Poisson, la liga mecánica de las corrugaciones o vueltas del cable torón

La adherencia todavía no se entiende completamente el fenómeno, pero al menos se sabe que depende en gran parte de las diminutas variaciones de la superficie. Una superficie muy pulida ofrece mucho menos adherencia, de manera similar cualquier lubricante que se deje en los alambres después de colocarlos reducirá la adherencia

La reducción de la adherencia en realidad puede ser beneficiosa para trabes, pilotes, etcétera, por que reduce los esfuerzos de tensión en los extremos, a continuación se mencionan algunos medios para reducir intencionalmente la adherencia

- Usar una envoltura de plástico
- Recubrir con ceras o materiales bituminosos y envolver en papel
- Engrasar

En los Estados Unidos se utiliza para este objeto una sustancia comercial llamada lubabond

#### 4.4.2 Refuerzo

Una vez cimbrada la losa, se procede a la colocación del acero de refuerzo, por facilidad se coloca el acero de todas las traveses y mas adelante el de las nervaduras

El refuerzo se refiere a la cantidad de acero necesaria en el concreto del elemento estructural el cual tomara la mayoría de los esfuerzos tensionantes y por efectos de temperatura de dicho elemento, en simples palabras es el armado de varilla corrugada que necesita la losa, como se trata de losa aligerada nervada, el acero importante se encuentra en las nervaduras que atraviesan en ambos sentidos a la losa, tenemos otros elementos importantes que son las traveses de apoyo de dicha losa

Como podemos observar en el plano E-02 correspondiente al armado de las losas del nivel 87 45 a 92 95, se cuenta con la información del armado de cada traveses y como complemento en el plano E-02A podemos observar el refuerzo de cada nervadura, este refuerzo en la mayoría de las nervaduras consta de 4 varillas corridas del No 3 y estribos del No 2 a cada 20 cm

Todo el acero de refuerzo para las losas tiene un  $F_y = 4,200.00 \text{ Kg/cm}^2$ , como mencione al principio de este subtema primeramente se coloca el acero de refuerzo de las traveses, esto es ya que las nervaduras ya deben de estar habilitadas con anterioridad, lo unico que se debe de hacer es subirlas a la losa con la ayuda de la grua torre y amarrarlas en sus lugares correspondientes

Una vez colocado el acero en su sitio se debe de calzar para contar con el debido recubrimiento de concreto, terminando esta etapa comienza la de la colocación del preesfuerzo



#### 4 4.3 Preesfuerzo

Una vez colocado y calzado y acero de refuerzo se procede a la colocación del preesfuerzo que consiste en colocar los cables toron dentro de las trabes o nervaduras que lo requieran esta información se encuentra en los planos de la losa E-02 y E-02A al lado de la especificación del armado de cada elemento ya sea trabe o nervadura se encuentra la especificación del o los torones que se deben de colocar dentro de dicho elemento

Los torones deben de llegar a la obra habilitados, es decir, en un taller se cortan los cables a las medidas requeridas, se les colocan las placas que sirvan de anclaje y por último se les etiqueta con la información de la longitud del cable, su diámetro y donde debe de ser colocado, más tarde se transporta a la obra y se procede a su colocación

Para su colocación debemos de saber que existen 2 tipos de anclajes

- Anclaje vivo Se le denomina así debido a que en ese anclaje se procederá a colocar el gato que realizará la labor de tensar dicho cable, para este anclaje se debe de colocar un cono de plástico que junto con el concreto nos formará un hueco que nos servirá para colocar la cuña
- Anclaje muerto Se le denomina así debido a que en ese sitio permanecerá abogado el cable toron

Cada toron debe de contar con 1 anclaje vivo y otro muerto es decir un sitio donde se detenga y otro donde se tense

Si observamos los planos del preesfuerzo notariamos que el cable denota una serie de curvas a esta curva se le denomina catenaria, en cada sección de los elementos estructurales que contengan preesfuerzo se denota esta curva y las diferentes alturas que sigue referidas



al fondo del elemento, esta elevación se debe de respetar al momento de colocar el cable dentro del elemento, haciendo que su colocación sea de la siguiente manera

1. Se identifica el cable y el lugar en donde se va a colocar, en el un extremo se coloca una persona introduciendo el cable a lo largo del recorrido del cable otra persona con la ayuda de un gancho agiliza el deslizamiento del cable para que al otro extremo una tercera persona lo reciba y lo coloque en su lugar
2. Una vez colocado el cable se procede a tomar distancias y elevaciones del cable
3. Con un pedazo de varilla del No 3 y alambrcn se procede a elevar el cable a la distancia establecida en el plano y finalmente se amarra en dicho punto
4. El paso 3 se repite hasta concluir con toda la longitud del cable
5. Finalmente se coloca en el anclaje vivo el cono correspondiente al cable y se asegura que el anclaje muerto se encuentre bien amarrado
6. Los pasos de 1 a 5 se repiten para cada cable

Finalmente se verifica que las elevaciones del cable este correctas, asi como el numero de cables necesarios en cada elemento estn colocados correctamente

Conforme se valla avanzando en la colocación del preesfuerzo se va colocando el aligeramiento

#### **4.4.4. Aligeramiento**

Este tipo de losas además de ser postensadas son aligeradas, es decir esta formada por nervaduras transversales y longitudinales entre nervadura y nervadura existen huecos que no cumplen ninguna función estructural de carga por lo tanto se debe de rellenar dichos

huecos, debido al costo y al peso del concreto se opta por un material ligero de gran volumen que pueda rellenar dichos huecos, de ahí el calificativo de losa aligerada

El material utilizado es el poliestireno, este material de peso volumétrico de alrededor de 10 Kg/m<sup>3</sup> se fabrica a base de productos derivados del petróleo, y se fabrica en bloques denominados casetones, los casetones son colocados entre las nervaduras para cubrir los huecos, el despiece de este se puede dar en un plano o se puede cuantificar directamente en el plano de refuerzo no preesforzado, revisando las nervaduras y el espaciamiento entre estos, su espesor será del total de la losa menos 5 cm siendo estos los correspondientes a que la capa de compresión, la medida típica de los casetones pudiera ser de 1 25 X 1 25 X 0 20 cm sin embargo esta medida deberá de revisarse en cada proyecto o tipo de losa. Los casetones son colocados después de finalizar con el armado del acero, después de colocados los casetones en seguida siguen las instalaciones eléctricas, las tuberías para agua se colocan por debajo del caseton por seguridad ya que si es necesaria alguna reparación, gran porcentaje de la tubería se tendrá acceso (con excepción de los cruces entre nervaduras) en cuanto a las instalaciones eléctricas, el tendido del puliducto se realiza a través de los casetones, evitando lo más posible no ocupar el área de las nervaduras, para la colocación del puliducto simplemente se agujera el espacio necesario en el caseton

#### 4.4.5 Capa de compresión

Una vez colocados los casetones y las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias, se procede a una última revisión de toda la losa, se debe de revisar lo siguiente

- Nivel correcto de la cimbra así como la estructura este bien colocada y apuntalada

- Conforme marca los planos revisar que el armado (acero de refuerzo) sea el correcto y este colocado en su lugar correcto
- Calzado de trabes y nervaduras
- Instalación eléctrica completa es decir, salidas, así como estén unidas correctamente con poliducto
- Instalación hidráulica, ubicación correcta de tuberías, así como pasos para bajadas de agua
- Colocación de cables torones, así como sus curvas correspondientes
- Limpieza general de la losa

Una vez completada esta minuciosa revisión se procede a colocar el refuerzo de la capa de compresión

Esta es una capa de concreto de 5 cm de espesor armada ya sea con una retícula de varilla del No. 3 @ 20 cm o utilizando malla electrosoldada 6x6/6-6 (el primer par de números se refiere a la separación entre alambres dado en pulgadas y el segundo par de números nos dan el diámetro del cable de acero de alta resistencia con un  $f_y = 6,000.00 \text{ Kg/cm}^2$ ) En nuestro caso utilizamos siempre la malla electrosoldada debido a su bajo costo en comparación con la parrilla de varilla, además por su facilidad para colocarse nos ahorra bastante tiempo

La función que cumple el refuerzo de la capa de compresión es evitar el fisuramiento de la losa debido a cambios de temperatura que se pudieran presentar

La función estructural de la capa de compresión en conjunto es la de unir y repartir las cargas uniformemente a nervaduras o trabes y estas a columnas y muros

## 4.5 Colados

Como sabemos esta es la etapa culminante de un proceso se refiere al vaciado del concreto dentro de la cimbra o molde preparado para una vez fraguado el concreto se convierta en el elemento estructural. Es de vital importancia su supervisión ya que generalmente se presentan contratiempos que deben ser solucionados en ese preciso momento ya que el concreto comienza a fraguar.

Para todos los colados se utilizó concreto premezclado proporcionado en ollas de 7 m<sup>3</sup>, la compañía concretera contratada fue Concretos Apasco, las características del concreto dadas por las especificaciones en los planos estructurales es la siguiente:

Concreto estructural Clase 1 con un  $f_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$  con un tamaño máximo de agregado de  $\frac{3}{4}$ " con un revenimiento de 10 cm.

### 4.5.1 Muros y columnas

Para el colado de muros y columnas se requirió aumentar el revenimiento del concreto debido a que los armados estaban demasiado cerrados e impedían la entrada del concreto y dificultaban la labor de vibrado, el problema era que para aumentar el revenimiento a 14 cm se requería de algún aditivo fluidificante esto representaba un costo extra en el concreto, por lo tanto se tomó la decisión de aumentar el revenimiento solo a 12 cm.

Los colados se desarrollaron de forma normal con la variación del intervalo entre olla y olla debido a lo lento que era este proceso. Las ollas se vaciaban en un tiempo no mayor a 50 minutos ya que si tardáramos más, el concreto comenzaría a fraguar y por lo tanto ya no serviría dicho concreto.

#### 4.5.2 Losas

Una vez que se tenían revisados todos los armados de la losa y verificar que estuviera limpia se procedía a su colado, el colado de la losa tenía que ser monolítico, es decir todo el conjunto en un solo día, para evitar las posibles juntas frías, en caso de no poder realizar el colado en una sola parte se procedía a realizar cortes estratégicos a 1/5 de los ejes, y así al día siguiente continuar con el colado

El volumen mayor de concreto lo tenían las losas de 750 y 500 m<sup>2</sup> las cuales requerían de un volumen de concreto de 110 m<sup>3</sup>, de este volumen estamos hablando de 16 ollas las cuales se descargaban en un promedio de 30 min lo cual nos daba la duración del colado de 8 horas continuas. El colado se realizaba con ayuda de la grúa torre con la que se contaba, la cual tenía una capacidad de carga de 3 ton a la punta por lo que las bachas debían de ser de 1/2 m<sup>3</sup>, se optó por contar con 2 bachas de esta magnitud para agilizar el trabajo, ya que mientras una de las bachas era descargada en la losa, la otra se estaba cargando con la olla, la única maniobra que se debía de realizar era el cambio de bacha por medio del gancho sujetador con el que contaba la grúa

Conjuntamente con el vaciado del concreto se procedía al vibrado y al pulido, dándole el espesor requerido (25 cm) y dejando la losa con un aparente pulido, en lo que cabe a las losas de estacionamiento, estas contaban con cierto número de coladeras para desalojar el agua y se debía dejar la pendiente adecuada, (2%) para que el agua corriera, esta pendiente se le daba en el momento del pulido, dándole mayor peralte en las zonas necesarias para cumplir con dicha pendiente

El programa de obra nos marcaba que el intervalo entre colado y colado de losas debía de ser de 1 semana el cual se cumplía satisfactoriamente. Para que no hubiera contratiempos en las entregas de materiales y esto nos causara retrasos en los colados se optó por tener un stock de material para 2 losas, así en dado caso que fallaran las entregas estaríamos protegidos durante 1 semana.

#### **4.6 Vibrado**

El concreto deberá compactarse y acomodarse en su lugar. Con este procedimiento se deberían de eliminar los grupos de agregados y el aire atrapado. Se deberá consolidar cada una de las capas con la capa que se ha colocado previamente, embeber completamente el acero de refuerzo y hacer que exista la cantidad suficiente de material fino en las caras y superficies superiores para producir el acabado que se busca. El vibrado es el mejor método para consolidar el concreto.

##### **VENTAJAS DEL VIBRADO**

Las ventajas que se obtienen al consolidar el concreto por medio de vibrado son las siguientes: menor costo del concreto por la facilidad de colocación, mayor densidad y homogeneidad en el concreto, mayor resistencia, mejor adherencia con el acero de refuerzo, mejor adherencia en las juntas de construcción, mayor durabilidad y disminución del cambio de volumen o contracción. Los ahorros que se consiguen y las mejores propiedades del concreto están tan bien comprobadas que el vibrado se ha convertido en un procedimiento aceptado en prácticamente todo tipo de obra de concreto. El hecho de que tantas ventajas se puedan atribuir a una sola innovación han hecho que el vibrado sea uno de los principales avances en la tecnología del concreto.

## VIBRADORES

Se usan distintos tipos de vibradores para diferentes tipos de construcciones. El equipo se puede clasificar en algunos de los siguientes grupos

- 1 Vibradores de inmersión para sumergirlos directamente en el concreto
- 2 Vibradores de cimbra, que se sujetan a las cimbras o moldes
- 3 Placas o charolas vibratorias, que se aplican a la superficie del concreto
- 4 Pisones superficiales
- 5 Pisones varios y agitadores

### COMO VIBRAR EL CONCRETO

Cuando se emplea la vibración, la cimbra deberá ser completamente hermética porque de otra manera se perderán cantidades apreciables de mortero a través de grietas y aberturas cuando esto sucede, la pérdida de material hará que se formen grumos de agregados que perjudicarán el acabado de la estructura. Los vibradores de inmersión son los que más se usan en concreto estructural. Deberán operar a velocidades de no menos de 7 000 r.p.m. El vibrador de inmersión se deberá introducir verticalmente en puntos separados de 40 a 60 cm entre sí, y extraerse lentamente. En capas de poco espesor o en lugares inaccesibles la consolidación del concreto se puede lograr aplicando el vibrador en posición inclinada u horizontal. La separación sistemática de los puntos de vibración deberá ser tal que exista un cierto traslape del área vibrada en cada penetración y ninguna parte dejara de ser vibrada.

Generalmente serán suficientes periodos de vibración de 5 a 15 segundos. El tiempo de vibrado en un punto se puede ajustar observando el movimiento de la superficie y la textura del concreto, por la apariencia de la pasta de cemento donde el concreto está en contacto con la cimbra cercana o con las partes ahogadas, al acercarse el sonido del vibrador a un tono constante, y por la sensación del vibrador en las manos del operador.

Los vibradores no se deberán usar para desplazar el concreto lateralmente a grandes distancias dentro de la cimbra, esta es una operación impropia que se emplea con demasiada frecuencia. Las mezclas que se puedan consolidar a mano no se deberán vibrar, ya que se presentará segregación durante el vibrado. El efecto de vibrado se deberá usar para colocar mezclas más secas que permitan una mejor calidad o un concreto más económico.

#### **4.7 Tensado de la losa**

Después de cumplidas las 72 horas del colado de la losa debemos rectificar la resistencia del concreto de la losa por lo que es importante que nuestro laboratorio cuente con un servicio

eficiente que nos proporcione la resistencia obtenida en el laboratorio de las muestras obtenidas el día del colado de la losa. Ya que para poder tensar los cables toron debemos contar con una resistencia del concreto de por lo menos el 65 % del  $f'c$  del concreto por lo que en este caso al utilizar concreto con una resistencia de 250 Kg/cm<sup>2</sup> la resistencia que requerimos para tensar la losa a las 72 horas es de mínimo 165 Kg/cm<sup>2</sup>. Esta resistencia se requiere ya que al aplicarle tensión al concreto fresco pueden ocurrir fracturamientos o fisuras que pueden ser nocivas para la losa.

Ciertos trabajos para la preparación del tensado se pueden adelantar cumplidas las 24 horas del colado, primeramente se quita frontera de toda la losa colada y a continuación se comienza con la limpieza de los conos de tensado.

## 4.8 Descimbrado

Después de tensada completamente la losa se puede comenzar a descimbrar por lo que es importante que antes de descimbrar un gran porcentaje de los muros y columnas del nivel superior deberán de estar colados (si no es así no se logra ningún provecho de este sistema) inmediatamente se deberá de apuntalar la losa de la siguiente manera

### 4.8.1 Apuntalamiento

Se colocaran puntales en forma de tresholillo en los cruces de nervaduras, es decir un cruce deberá de estar apuntalado y el siguiente no, podemos generalizar que  $\forall 1$  o  $1.25$  m deberá de haber un puntal y en la losa inferior seran la mitad de los puntales por lo que resumiendo tendremos

- Losa cimbrada y preparada para colar
- Losa inferior apuntalada  $\forall 1$  o  $1.25$  m
- Segunda losa inferior apuntalada  $\forall 2$  o  $2.5$  m

Los puntales a utilizar pueden ser metalicos o polines de madera

## **CAPITULO V**

### ***PROBLEMÁTICA Y SUS SOLUCIONES***

En toda obra ingenieril, durante su proceso de construcción se presentan diferentes problemáticas, es deber del Ingeniero Civil y de los responsables de dicha obra resolver todo tipo de problemática que se presente durante el desarrollo de la obra, para esto, el Ingeniero Civil debe contar con ciertas características para que la toma de decisiones siempre sea la correcta.

El desarrollo de la obra Torre Confort II no fue la excepción, durante su ejecución se presentaron diversas situaciones, que algunas por su gravedad se resolvieron en ese preciso momento, tomando en cuenta todas las soluciones posibles y eligiendo la más adecuada para el caso, otras se fueron resolviendo a su debido tiempo de igual manera tratando siempre de tomar la mejor decisión que se adaptara a las circunstancias de la situación.

Es por eso que he dedicado este capítulo a la narración de diferentes situaciones, presentadas durante el desarrollo de dicha obra, las cuales me aportaron más conocimientos sobre mi profesión, con esos nuevos conocimientos amplíe mi experiencia y mi toma de decisiones su fue haciendo más acertada y oportuna.

#### **5.1 Diferentes problemáticas presentadas en el transcurso del proceso constructivo de la Torre Confort II**

La toma de decisiones es vital para un Ingeniero Civil, durante el desarrollo de la obra Torre confort II diariamente se tomaban decisiones, desde la más insignificante hasta la de

mayor importancia, mencionaré 5 de las situaciones que a mi juicio fueron de mayor importancia para la residencia de la obra, incluyéndome en el análisis del problema y asumiendo mi compromiso por tomar la decisión adecuada el momento preciso

- 1 Evaluación de la necesidad de utilizar una grúa torre y su ubicación en la obra
- 2 Estabilización de taludes del relleno
- 3 Desvío del drenaje del fraccionamiento
- 4 Almacenamiento de materiales
- 5 Lugar de salida de maquinaria

1 Evaluación de la necesidad de utilizar una grúa torre y su ubicación en la obra

Por la experiencia de haber construido una torre con anterioridad en este mismo fraccionamiento y en la misma calle, se evaluó la necesidad de contar con una grúa torre que nos sirviera para transportar o elevar material de un lado a otro, realizar los colados con bacha, y en general para acelerar el proceso de construcción de la obra

En la Torre Confort I se utilizó una grúa torre con 30m de altura, una flecha de 25 m y con capacidad de carga a la punta de 1 ton, y dio excelentes resultados, existía la posibilidad para la Torre Confort II eliminar la grúa y utilizar malacates para el transporte de los materiales y una bomba estacionaria para realizar los colados, ya que todos los edificios construidos alrededor así lo hicieron

Analizando las 2 alternativas se tenía que el malacate era más lento para la elevación de los materiales y por la topografía del terreno y las características del terreno se necesitarían mínimo 2 malacates, 1 en cada plataforma, por otro lado los colados se realizarían en menores tiempos debido a que se contaría con una bomba estacionaria, pero el costo sería mayor. En lo que respecta a la grúa torre, nos ayudaría a elevar una cantidad considerable

de material en menor tiempo que los malacates, el problema sería en los colados, debido a la capacidad de carga de la grúa, en los colados se requeriría de una bacha de  $\frac{1}{2}$  M3 de capacidad, descargando ollas de 7 M3 en 1-4 viajes aproximadamente en 45 min cuando se tratara de muros y columnas y de 35 min cuando se tratara de losas, mientras que con la bomba estacionaria la olla se descargaría en aproximadamente 12 min (en el caso de losas), otro inconveniente de la grúa era el que los vecinos nos otorgaran el permiso para que nuestra grúa este pasando por las azoteas de sus edificios, debido a que para librar los 30 m de flecha que se proponían debíamos elevar la grúa para que sobrepasara la altura de los edificios vecinos

Finalmente evaluando costos, y beneficios contra dificultades tomamos la decisión de utilizar la grúa, debido a sus ventajas económicas y de tiempo ya que el programa de obra nos determinaba un tiempo que cumplir

Una vez tomada la decisión de que utilizaríamos la grúa, debíamos decidir el lugar estratégico de su colocación, para que con su radio cubriéramos todo el campo de acción de la obra. Como su altura máxima era de 30 m, su ubicación debía de ser en la primera plataforma del corte, ya que de lo contrario no nos serviría para los últimos niveles entonces se decidió colocarla justo en el comienzo de las rampas de los estacionamientos, de ahí se hicieron pruebas a escala, y el radio de la grúa cubría un 90% de la obra, que fue suficiente para el buen desarrollo de la obra

## 2 Estabilización de taludes del relleno

Como ya mencione en el capítulo I y III se realizó un relleno en toda la extensión de la barranca posterior al terreno, debido a que a los costados la barranca continua el relleno debería de descansar sobre taludes, los cuales fueron analizados por los especialistas en

Mecánica de Suelos y los resultados que arrojó ese estudio nos indicaban realizar un talud con una pendiente de 1:0.5. Hasta ese momento todo era correcto, pero el tiempo se nos vino encima y llegó el tiempo de lluvias, el cual fue desastroso, ya que deslavó la base de uno de los taludes llevándose una parte de él. La decisión fue rápida y certera, consistía en realizar una base maciza de suelo-cemento compactada en capas de 20 cm de espesor armada con malla electrosoldada, se utilizaron 20 Ton de cemento gris 3 compactadoras tipo bailarina y 3 semanas de intenso trabajo logrando el objetivo, mas adelante se opto por reforzar dicho talud, realizando 3 terrazas intermedias de 1 metro de ancho, finalmente se colocaron arboles pequeños y pasto en todo el talud, ademas de una malla flexible (malla antigranizo) que impide que la tierra se deslice, realizando así un trabajo de calidad, que garantizara la seguridad de los residentes de la zona.

### 3 Desvío del drenaje del fraccionamiento

Debido a los niveles de desplante de la torre, el drenaje del fraccionamiento quedaba arriba del nivel de casa club, que era el nivel por donde saldría nuestro drenaje, y no solo eso sino que los tubos quedarían arriba del jardín que habíamos logrado con el relleno de la barranca, este era un grave problema, el cual causo atraso en la excavacion de la segunda plataforma, y hasta una inundacion causada por la ruptura de una de los tubos de la linea de drenaje, se analizo el problema y se plantearon varias soluciones, una de las mas aceptadas pero con riesgo de infringir algun reglamento de la comision de aguas era la de desviar el drenaje hacia el entubamiento del rio que habíamos realizado con anterioridad, no se tenían conocimiento de si era o no valido hacer este desvío, que finalmente la linea de entubamiento fue diseñada para esa función, otro problema de realizar el desvío era la

fuerte pendiente existente entre el pozo de donde saldría la nueva línea y los pozos fabricados a lo largo del entubamiento del río

Finalmente se tomó la decisión de consultar con las autoridades del fraccionamiento, para que dieras su visto bueno, y se pudiera realizar el desvío, para realizar el desvío, debido a la pendiente se elaboraron 7 cajas de concreto para los cambios de pendiente y se tendió la línea con tubo de albañal de 30 cm de diámetro, el procedimiento era tener la línea nueva, colocándola en sentido desde el pozo del entubamiento del río, hasta el pozo del desvío, cuando esta línea estuviera terminada se procedería a realizar el desvío del agua por medio de un pozo auxiliar, una vez desviada la línea se procedió a remover el tubo de la línea existente, y continuar con la excavación

#### 4 Almacenamiento de materiales

Debido a las características del proyecto arquitectónico, y a la topografía del terreno, el almacenamiento de materiales para el desarrollo de la obra era de vital importancia, deberían de colocarse en un lugar óptimo que fuese seguro, de fácil acceso y que fuese un punto en el cual el acarreo del mismo fuese el mínimo posible. Ya que no se tenían muchas opciones, se optó por utilizar parte de la vía pública para el almacenamiento de algunos materiales como el acero, y el tabique, más adelante en este sitio se convirtió en un patio de maniobras en el cual solo podían permanecer los materiales no más de 24 horas ya que deberían de ser trasladados lo más antes posible al lugar de su destino

Se tuvieron varios problemas respecto a este almacenamiento, principalmente con los vecinos de la zona ya que al invadir la vía pública, en ocasiones se tenía material almacenado, camiones descargando algún otro material y además ollas descargando

concreto, todo esto al mismo tiempo, ocasionando que solo existiera un carril de acceso en la vía pública y esto ocasionaba malestares a los vecinos de la colonia

Entonces para solucionar dicho problema se requirió de un programa de trabajo bien estructurado el cual se apoyaría en, cuantificaciones de materiales y sus lugares en los cuales se ocuparían, programas de entrega de materiales, horarios específicos de ocupación de la grúa torre para descarga y maniobras de materiales y por último un programa de colados, para no interferir con ellos.

Finalmente lograr un acuerdo con los proveedores de materiales para que las entregas de materiales se realizaran respetando nuestros programas de entregas.

En ocasiones esto no era posible, pero se trataba de organizar lo más oportuno posible y tratar de que todo el programa se llevara a cabo, sin contratiempos.

#### 5 Lugar de salida de maquinaria

De igual manera que el problema anterior en el que la totalidad del terreno disponible para la construcción sería ocupado, y al programa de obra para la ejecución de los trabajos, no podríamos dejar una rampa de salida para la maquinaria ya que esto causaría un atraso en la ejecución de los trabajos.

Contando con una gran visión de los trabajos que se iban a realizar (tomando en cuenta que el desnivel entre la calle y el nivel de la segunda plataforma de cimentación era de 20 metros, la primera opción disponible consistían en, una vez terminados los trabajos de excavación y relleno, se comenzaría a desarmar las 2 máquinas, y con la ayuda de una grúa telescópica subir las partes a un camión y así regresar las máquinas a su lugar de origen, el inconveniente de esta operación era el tiempo de desarmado de las máquinas, el alto costo de las maniobras de la grúa, y el tiempo para volver a armar las máquinas.

Cuando el avance del relleno de la barranca era del 70% nos dimos cuenta que podriamos llegar con el relleno asi el lote posterior de la barranca el cual contaba con acceso a una vialidad, se hablo con los propietarios de dicho lote para que se nos otorgara el permiso de trasladar la maquinaria por ese lugar v posteriormente sacarlas hacia la vialidad, el permiso se nos otorgo a cambios de la repavimentacion de la avenida por la cual pasaria la maquinaria, se evaluo el costo de dicho trabajo y resulto ser mas economico, que la opcion de rentar la grua telescopica por lo cual accedimos a dicha proposicion, y finalmente las maquinas salieron por ese lugar

Con todo esto nos damos cuenta la cantidad de problemas que se pueden suscitar en el desarrollo de una obra, y observamos que la intuicion, la experiencia, la vision y la comprension son factores cruciales para una buena resolucion de los problemas, tambien observamos que los problemas se deben de resolver y no tratar de esquivarlos o eludiendolos con algunas excusas o acciones que a corto plazo son buenas y que al paso del tiempo traerán problemas a otras personas v no a nosotros, es ahi donde la etica profesional del Ingeniero Civil debe destacar, teniendo vision hacia el futuro, proyectando obras en el presente pero que en el futuro lejano sean siendo de utilidad y por supuesto un punto importante que sean eficientes y funcionales

## CONCLUSIONES

A lo largo de la realización de este trabajo, he llegado a obtener varias conclusiones, con respecto al proceso constructivo de una obra ingenieril, y más específicamente en las obras de edificación en las cuales me desenvuelvo profesionalmente

El Ingeniero Civil debe de contar con un amplio criterio para la toma de decisiones las cuales deben ser siempre certeras buscando optimizar recursos tanto materiales como humanos para la obtención del fin buscado al inicio del desarrollo de la obra, este fin pueden ser las utilidades económicas o el beneficio a una población. Resumiendo en una frase, el objetivo del Ingeniero Civil es realizar una obra que obtenga grandes beneficios a costos reducidos sin escatimar la calidad de estos. Hoy en día el factor de calidad total es de suma importancia no solo para el desarrollo de una obra ingenieril, si no para cualquier actividad que el hombre practique la cual debe de realizarse con un alto grado de calidad y profesionalismo

Este trabajo fue muy importante, ya que en él, plasme experiencias propias obtenidas del campo de trabajo, aplicando los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de la licenciatura, adquiriendo un criterio profesional en cada acción llevada a cabo en el campo.

En este trabajo se analizaron varios temas como son

- Aspectos de la Mecánica de suelos (teórica y aplicada)
- Aspectos arquitectónicos y estructurales
- Aspectos de costos, rendimientos y estrategias del uso de maquinaria pesada
- Procesos constructivos
- Utilización de nuevos métodos en la edificación (postensado de losas).

- **Análisis de problemáticas y sus soluciones (perfil del Ingeniero Civil)**

En los cuales se analizan las diversas situaciones presentadas durante la ejecución de dicha etapa haciendo mención de las teorías en las cuales se basan sus principios y tratando de demostrarlas a lo largo de la práctica en el trabajo y ejecución de dichas etapas constructivas

Tomando el concepto de trabajo de tesis como aquel trabajo elaborado por el pasante de alguna licenciatura, para sustentar los conocimientos adquiridos durante el transcurso de sus estudios en la licenciatura, concluyo que este trabajo cumple con dichas metas y objetivos, tratando de analizar pequeños temas, pero llegando a conclusiones importantes para la comprensión total de dicho tema y que mejor que un ejemplo práctico de la vida profesional para ilustrar dicho tema, analizándolo directamente en el campo de acción, es por eso que al escoger este tema de tesis pienso en el gran valor de este trabajo ya que afianzo mis conocimientos como Ingeniero Civil y me dio paso para el desarrollo de mi profesión ya en el campo

Además con este trabajo podemos darnos cuenta del perfil que debe tener el Ingeniero Civil para desempeñarse en una obra determinada y los podemos definir de la siguiente manera

El Ingeniero Civil es el profesional capacitado para aplicar la tecnología adecuada, aprovechando los recursos físicos y humanos en forma óptima, en la realización de obras de servicio colectivo, colaborando ampliamente en sus etapas de desarrollo, planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento. Sus actividades abarcan los estudios básicos para el diseño de cualquier proyecto, la planeación, proyecto, construcción y supervisión de estructuras destinadas a satisfacer diversas necesidades, vías de

comunicación, obras hidráulicas y sanitarias servicios públicos Y la ejecución de las actividades propias de investigación básica requeridas para el desarrollo de la misma disciplina. Al colaborar en proyectos de carácter interdisciplinario, el Ingeniero Civil aporta los conocimientos específicos adquiridos durante su formación. Sin embargo, cuenta con los elementos necesarios para tener una visión general de diferentes áreas de conocimiento como Economía, Sociología, Administración y Derecho, lo que permite interactuar eficientemente con los profesionales de diversas áreas que intervienen en el desarrollo de cualquier proyecto.

Todo este trabajo se resume en el párrafo anterior, realmente el fondo está contenido en esas palabras, aplicándolo al "Proceso constructivo de la Torre Confort II" puedo decir que en el se analizaron que ya antes mencione, en los cuales se aporte todos mis conocimientos adquiridos durante mi formación, y de los cuales concluyo lo siguiente:

## CAPITULO I

Se analizaron los aspectos preparatorios para la ejecución de la obra, los cuales incluyen la descripción del proyecto arquitectónico y estructural, como se observo el proyecto era de dimensiones considerables y su importancia radicaba en los beneficios para las personas que habitarían dicha torre, el proyecto estructural se concibió de la mejor manera, tratando de adaptarse a las necesidades del proyecto arquitectónico, y aprovechando los nuevos procesos para adaptarse a los recursos económicos con los cuales se contaban para el desarrollo de dicha obra.

## CAPITULO II

Se analizaron los estudios practicados para el desarrollo de la obra, (Mecánica de suelos y ambiental) Del estudio de mecánica de suelos podemos concluir que gracias a el se pudo dar un panorama amplio del proceso de excavación y anclaje para así realizar una buena planeación y ejecución de los trabajos, visualizando desde un inicio todos los inconvenientes posibles que pudieran sucitarse, ahorrando recursos humanos y materiales, y lo mas importante salvaguardar la seguridad de todos los que laboraron en dicha obra, y de las personas que en un futura habitarian dicha obra

## CAPITULO III

Lo mas importante de destacar de este capitulo, es la experiencia con la cual contaba el Ingeniero responsable para la ejecución de los trabajos, analizando todo el proceso y todas las vialidades para el mejor aprovechamiento de las horas - maquina con las cuales se contaban, la visualización de actividades futuras, estando en las actividades del presente

Otro aspecto importantisimo fue el concepto del relleno de la barranca, que le dio vida al proyecto, convirtiéndose esta en un verde jardín Para realizar todas estas actividades se necesita visión y romper con las viejas ideas

## CAPITULO IV

En el objetivo general de esta tesis se menciona la utilización del las losas postensadas, mencionare algunas de sus ventajas

- Tiempo

En esta década y de cara al nuevo siglo el ahorro de este factor su vuelve casi vital, con este sistema se puede ahorra bastante tiempo ya que despues de las 72 horas posteriores al

colado de la losa, esta se tensa y se descimbra, por lo tanto se aprovecha mas la cimbra, se puede colar inmediatamente la siguiente losa sin tener que esperar a los 28 o 14 días para que el concreto obtenga el 100 % de su  $f_c$ . Por lo que los ciclos de los colados de las losas disminuyen considerablemente

- Ahorro de acero

Con la utilización de los cables toron el acero de refuerzo se reduce considerablemente teniendo unicamente nervaduras armadas con varilla del No 3 y algunas trabes mayores

- Arquitectura

Con el uso de este sistema se pueden librar claros de grandes longitudes (como ejemplo los puentes) dejando al arquitecto o diseñador la libertad para crear espacios abiertos, sin preocupacion de los elementos de apoyo

- Reduccion de la mano de obra

Debido a lo sencillo de este sistema se requiere de menos personal para su ejecucion, reduciendo asi los costos de mano de obra

Estas son algunas de las ventajas de este sistema, existen muchas otras mas que ya han sido analizadas y estudiadas por otras personas

## CAPITULO V

Por último en este capitulo mencione y analice algunas de las problemáticas que se suscitaron durante el desarrollo de la obra, este capitulo aunque breve es muy importante ya que en el plasmó todas mis experiencias como participe en el desarrollo de la obra, puedo concluir, que no es fácil la tarea del Ingeniero Civil, se cuentan con muchas responsabilidades de todo tipo, las cuales deben saberse tomar, la ética en esta profesional

Es fundamental para el buen desarrollo de todas las actividades, la toma de decisiones es crucial, se debe de estar siempre alerta, trabajando con una actitud positiva y en conjunto ya que la obra es un gran equipo, se debe ser lider, canalizar todos los esfuerzos de todos los que se involucren en la obra, para que todos lleguen al objetivo planteado el termino de la obra tal y como se plasmó en los planos, con el 100% de calidad puesto en cada actividad realizada

## GLOSARIO DE TERMINOS

A continuación se presenta una pequeña lista de terminos para facilitar la comprensión de esta tesis para personas que no conocen el ramo de la construcción, la explicación de cada termino es muy breve y sencillo con lo que se sugiere que si despues de leer el termino la comprensión de este no es muy clara , se dirija a un diccionario tecnico

### *ACOMETIDA*

Ramal de atarjea que se une al colector

### *ADITIVO*

Producto que se añade a los concretos y morteros para mejorar sus cualidades

### *AISLANTE*

Material que impide el paso del calor, frio, humedad ruido, etc

### *ALBAÑAL :*

Canal que da salida a las aguas residuales

### *ANDAMIO*

Armazón de tablas y vigas ( madera o metálicas ) que se desliza , adaptandolo a la altura del muro que se construye , para la edificación y reparación de edificios

### *ARENA:*

Conjunto de pequeñas particulas de piedras que se emplean para el mezclado con cal, cemento, como mortero para las obras de albañilería, hidráulicas, etc

### *CAL:*

Oxide de calcio. Es blanca y alcalina, al contacto con el agua se hidrata o paga, aumentando el volumen y desprendiendo calor

***CEMENTO:***

Mezcla de caliza y arcilla. Es un material hidráulico que tiene la propiedad de endurecerse (fraguar) al contacto con el agua.

***CIMBRA:***

Armazón temporal el cual soporta el peso de la estructura encofrada además de darle la forma hasta que el concreto obtenga la capacidad de autosostenerse.

***CHALAN:***

Corte dado en una arista o esquina de un sólido.

***DESNIVEL:***

Diferencia de altura entre dos puntos.

***DISTRIBUCION:***

Forma en que se reparte el interior de un edificio.

***DOSEIFICACION:***

Proporción en que deben mezclarse los componentes de una mezcla.

***DRENAJE:***

Disposición de tubos para dar salida a las aguas negras en determinados lugares.

***EMPALME:***

Ensambladura o unión de dos piezas para que queden en prolongación.

***EMBARRILLADO:***

Cuadrícula de varillas.

***EQUILIBRIO:***

Estado de un cuerpo cuando dos o más fuerzas quedan anuladas entre sí.

***ESCALA:***

Relación entre la dimensión que tiene un objeto en el plano y su dimensión real.

***ESTRIBO:***

Armado de varilla que tiene como función enlazar las varillas, y soportar esfuerzos cortantes

***FACHADA:***

Parte anterior y generalmente principal de un edificio u otra obra

***FIRME:***

Capa generalmente elaborada de concreto pobre sobre la cual se puede cimentar

***FLEXION:***

Acción o efecto de doblarse o curvarse una pieza debido a la carga a la que esta sometida

***FRAGUADO***

Fenómeno químico que consiste en el endurecimiento de los aglomerantes como cales, cementos y yesos, sin que puedan ablandarse nuevamente

***HUADA***

Serie horizontal de tabique, tabicon, block o similares que se colocan a medida que se construye o levanta un muro

***IMPERMEABLE:***

Cualidad de algunos cuerpos de obtener resistencia al paso de líquidos

***LOSA***

Placa de concreto que se utiliza en un entrepiso

***NERVALDURA***

Armado que se encuentra entre aligeramientos en losas

***POSTENSADO***

**Proceso constructivo que consiste en tensar los miembros de una sección para salvar un claro.**

## **BIBLIOGRAFIA**

- 1 Henert L. Nichols Jr  
**MOVIMIENTO DE TIERRAS (MANUAL DE EXCAVACIONES)**  
Compañía editorial Continental, S. A.
- 2 Plazola  
**NORMAS Y COSTOS DE CONSTRUCCION**  
Editorial Limusa
- 3 Charles Menrick Gay  
Benjamin Stein  
Charles De Van Fawcett  
William J. Maquiness  
**MANUAL DE LAS INSTALACIONES EN LOS EDIFICIOS**
- 4 Charles Menrick Gay  
Benjamin Stein  
Charles De Van Fawcett  
William J. Maquiness  
**INSTALACIONES EN LOS EDIFICIOS**
- 5 GHI, S.C  
**ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS**
- 6 Comision Nacional del Agua  
**PROYECTO DE ENTUBADO EN BARRANCA POSTERIOR BOSQUE DE  
TEJOCOTES NO 61**
- 7 Secretaria del medio ambiente  
Direccion general de ecologia  
**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**