

25
2 eje.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

EDIFICACION DEL PALACIO
DE JUSTICIA FEDERAL

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A N :
CASTRO VARGAS JOSE LUIS
MERA BARRERA. LEONARDO
REYES TELLES JOSE RAYMUNDO
VARGAS VAZQUEZ LEOPOLDO

Director de Tesis: Luis Candelas R.



MEXICO, D. F.

1994

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-063/93

Señores:

CASTRO VARGAS JOSE LUIS
MERA BARRERA LEONARDO
REYES TELLES JOSE RAYMUNDO
SANCHEZ VILLEDA HECTOR
VARGAS VAZQUEZ LEOPOLDO
Presente.

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

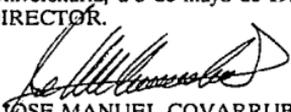
"EDIFICACION DEL PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL"

- I.- INTRODUCCION.
- II.- PLANEACION Y PROGRAMACION DE LA OBRA.
- III.- CIMENTACION.
- IV.- ESTRUCTURA.
- V.- INSTALACIONES.
- VI.- ALBAÑILERIA Y ACABADOS.
- VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

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

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

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 3 de mayo de 1993.
EL DIRECTOR.


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/RCR*nl

A NUESTROS PADRES

*A la Facultad de Ingeniería y a la Universidad Nacional Autónoma
de México, por brindarnos la oportunidad de estudiar una carrera profesional.
A nuestros profesores por el tiempo dedicado a nuestra formación profesional.
Al Ing. Luis Candelas Ramírez, por dirigir este trabajo.*

I N D I C E

	Páginas
I. INTRODUCCION	1
II. PLANEACION	3
II.1 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO	3
II.2 ETAPAS DE CONSTRUCCION	5
II.3 PLANEACION DE LA OBRA	5
II.4 PROGRAMACION	6
III. CIMENTACION	11
III.1 ESTUDIO GEOTECNICO	11
III.1.1 Antecedentes	11
III.1.2 Exploración geotécnica	11
III.1.3 Estratigrafía	12
III.1.4 Tipo de cimentación	14
III.1.5 Revisión de la cimentación	15
III.2 ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE CIMENTACION	17
III.2.1 Pilotes	17
III.2.2 Losa de cimentación	17
III.2.3 Contratabes y muros perimetrales	18
III.2.4 Dados de cimentación	18
III.2.5 Losa de planta baja	18
III.3 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	19
III.3.1 Instalación de la instrumentación	20
III.3.2 Demolición de las estructuras existentes	21
III.3.3 Colado e incado de pilotes	23
III.3.3.1 Habilitado, cimbrado y colado de pilotes	23
III.3.3.2 Hincado de pilotes	25
III.3.4 Excavación	25
III.3.5 Losa de cimentación, muros dados y contratabes	27
III.3.6 Rellenos	30
IV. ESTRUCTURA	31
IV.1 CLASIFICACION DE LA SUPREMA CORTE DE JUSTICIA FEDERAL	31
IV.1.1 Clasificación de las construcciones según su destino	31
IV.1.2 Clasificación de las construcciones según su estructuración	31
IV.1.3 Clasificación de acuerdo al tipo de terreno	32

IV.2	ESTRUCTURACION	33
IV.2.1	Solución estructural	33
IV.2.2	Análisis	34
IV.2.3	Descripción de los elementos estructurales	37
IV.3	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	40
IV.3.1	Acero	41
IV.3.2	Volúmenes a ejecutar	44
IV.3.3	Programa de acero	46
IV.3.4	Mano de obra	47
IV.4	CIMBRA	48
IV.4.1	Especificaciones	48
IV.4.2	Cantidades totales por realizar	49
IV.4.3	Procedimiento constructivo	49
IV.4.4	Programa de cimbra	52
IV.5	CONCRETO	54
IV.5.1	Especificaciones	54
IV.5.2	Cantidades totales por realizar	54
IV.5.3	Procedimiento constructivo	55
IV.5.4	Programa de concreto	56
V.	INSTALACIONES	59
V.1	GENERALIDADES DE LAS INSTALACIONES	59
V.2	INSTALACIONES PROVISIONALES	60
V.3	INSTALACIONES DEFINITIVAS	62
V.3.1	Instalación Hidráulica	62
V.3.2	Instalación Sanitaria	64
V.3.3	Proceso constructivo de la Instalación Hidráulica y Sanitaria	68
V.3.4	Instalación Eléctrica	73
V.3.5	Proceso constructivo de la Instalación Eléctrica	76
VI.	ALBAÑILERIA Y ACABADOS	83
VI.1	INTRODUCCION	83
VI.2	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	84
VI.3	ALBAÑILERIA	86
VI.3.1	Firmes de Concreto	86
VI.3.2	Muros de tabique, cadenas y castillos	87
VI.3.3	Aplanados	88
VI.3.3.1	Aplanados de mezcla	88
VI.3.3.2	Aplando de yeso	89
VI.3.4	Rellenos y entortados	90

VI.4	ACABADOS	91
VI.4.1	Plafones y muros de tabla roca	91
VI.4.2	Mármol	93
VI.4.3	Carpintería	96
VI.4.4	Alfombra	97
VI.4.5	Pasta y pintura	97
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
Bibliografía		101

I. INTRODUCCION

BREVE DESCRIPCIÓN

En México el crecimiento de la población ha ocasionado que se demanden cada día de nuevos servicios como vías de comunicación, transporte, escuelas, hospitales, centros de recreación, además surge la necesidad de ampliar las instituciones encargadas de normar o proteger a los ciudadanos ante cualquier acto de autoridad.

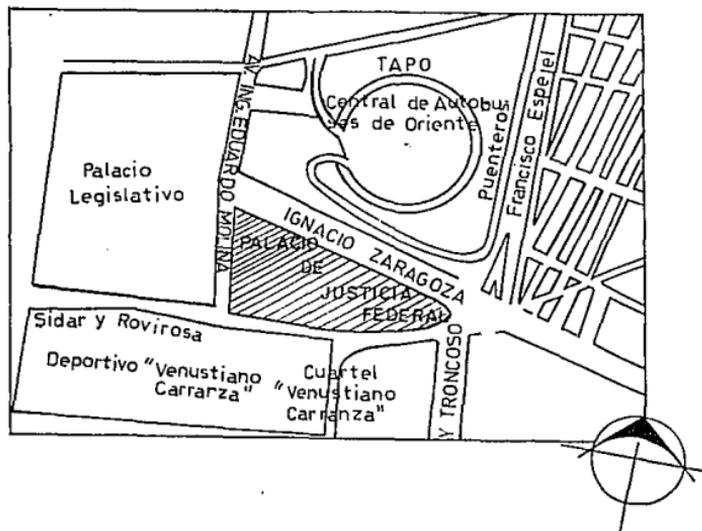
Una de estas instituciones son los Tribunales de Justicia Federal encargados de la resolución de todas las controversias que se susciten:

- I. Por leyes o actos de la autoridad que violen las garantías individuales.
- II. Por leyes o actos de la autoridad federal que vulneren o restrinjan la soberanía de los estados.
- III. Por leyes o actos de las autoridades locales que invadan la esfera de las federales.

Los tribunales de Justicia Federal están integrados por Juzgados de Distrito, Tribunales Colegiados y Tribunales Unitarios.

En sexenios anteriores se contemplo que los Tribunales de Justicia Federal contaran con oficinas que albergará a dichos Tribunales, fue así que el 3 de diciembre de 1982, por decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el ejecutivo Federal destino al servicio del poder Judicial Federal el predio con superficie de 61,329.27 m2 ubicado en las calles de Ignacio Zaragoza, Sidar y Roviroso y Prolongación Eduardo Molina perteneciente a la Delegación Venustiano Carranza Figura I.1, para la construcción del Palacio de Justicia Federal con sede en el Distrito Federal.

Hasta 1985 los Tribunales de Justicia Federal, rentaban oficinas en el conjunto Pino Suárez y en la calle Bucareli, con el sismo del 19 de Septiembre de 1985, estos edificios se colapsaron, motivando la reubicación de los órganos Jurisdiccionales afectados quedando en diferentes puntos de la ciudad, lo que afecto el funcionamiento tanto de Juzgados como de Tribunales, haciéndose patente la necesidad de contar con espacios adecuados para cada órgano y tener a los diferentes órganos en un solo inmueble. Esto fue una razón fundamental para apresurar la construcción del Palacio de Justicia Federal.



U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS	Croquis de localización
PROFESIONAL	Figura No. 1-1

Este trabajo tiene como principal finalidad dar una visión general sobre la ejecución de una edificación diseñada para oficinas públicas, describiendo cada parte que integra el proyecto, resaltando el proceso constructivo y la programación de los recursos para cumplir con el objetivo de toda obra; que es la construcción a la brevedad posible.

Es así que se compone de los siguientes capítulos:

Planeación, requisito indispensable para toda edificación; Cimentación base fundamental ya que de ésta depende un buen funcionamiento; Estructura es de vital importancia una buena estructuración garantiza que no falle; Instalaciones no deben faltar para que las oficinas sean funcionales; Albañilería y acabados, le dan la estética a la obra que hace sentir seguros a los usuarios y como consecuencia de lo anterior se llegan a establecer algunas conclusiones que se presentan en el último capítulo. También cabe mencionar que se tomo uno de los módulos para desarrollar el presente trabajo.

II. PLANEACION

En todas las obras de Ingeniería Civil, el fin es proteger al ser humano, utilizando materiales, equipo, herramientas y sobre todo aplicando los conocimientos del Ingeniero Civil para optimizar recursos.

En la ejecución de cualquier proyecto el Ingeniero debe planear para evitar edificaciones en lugares no adecuados o tener fallas en el proceso constructivo.

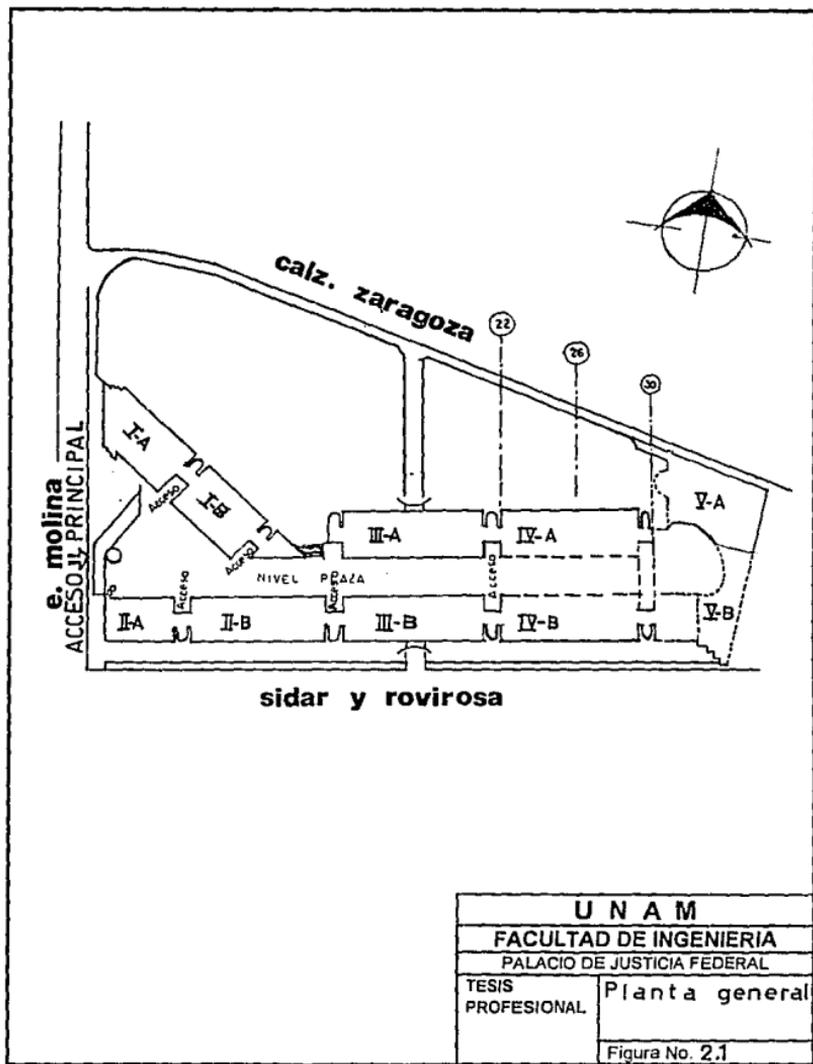
La planeación es el proceso sistemático de todas las actividades a llevarse a cabo en cualquier obra de ingeniería, la planeación se inicia a partir de que se tienen las necesidades de proyecto pasando por la evaluación de los daños ecológicos que le produzcan a la zona en la cual se edificará, si se planea adecuadamente el proyecto cumplirá su función sin causar molestias a los habitantes del lugar.

II.1 CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

Conociendo las necesidades y teniendo las características del predio se encomendó al Arq. Teodoro González de León, la elaboración del anteproyecto, proyecto ejecutivo y la dirección arquitectónica del edificio; el proyecto ejecutivo fue el siguiente: el inmueble se compone en el plano horizontal de 5 módulos, los cuales son interconectados por una circulación principal (nivel plaza), misma que contiene todos los accesos. Figura 2.1. Cada módulo se forma por dos edificios de tres niveles cada uno además de planta Baja, dando un área total de 60,000 m² construidos, el ancho de cada edificio generalmente es de 25.50 m por diferentes longitudes, teniendo una área útil de 420 m² como mínimo y de 1650 m² como máximo por nivel, destinado al uso de oficinas, adicionalmente se cuenta con, auditorio, guardería, cafetería, banco, estacionamiento, área de servicios generales, biblioteca y archivos generales.

En el plano vertical la modulación permitió la separación física y virtual de cada uno de los órganos jurisdiccionales interconectándose entre ellos por el nivel plaza.

Las fachadas están formadas con elementos arquitectónicos como cornisas, pergolas, y grandes columnas; el material utilizado en fachadas fue concreto cincelado elaborado con agregado de mármol y arena de tezontle, logrando con esto una apariencia de cantera rosa.



sidar y rovirosa

U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Planta general
Figura No. 2.1	

AREAS Y SERVICIOS

Se tienen 61 espacios para órganos jurisdiccionales distribuidos de la siguiente forma:

Juzgados de distrito	26
Tribunales colegiados	28
Tribunales unitarios	7

Contando además con áreas para:

- Instituto de especialización Judicial
- Ministerio público
- Comisión Substanciadora
- Oficialia de partes común (Tribunales y Juzgados)

Servicios Generales

- Biblioteca
- Dirección General de Programas Sociales
- Gerencia de Mantenimiento
- CENDI
- Estancia Infantil
- Talleres varios
- Archivos

II. 2 ETAPAS DE CONSTRUCCION

Por la situación económica que vive México, algunas obras se han tenido que construir en diferentes etapas como fue el caso del Palacio de Justicia Federal.

Las partidas presupuestales fueron diversas asignadas por Secretaría de Programación y Presupuesto, según oficios números 3-39, 3221-578, 3-25 y 322 - 1421 de fecha 12 de Enero de 1987, 10 de Septiembre de 1987, 8 de Enero de 1988 y 23 de Junio de 1988 respectivamente.

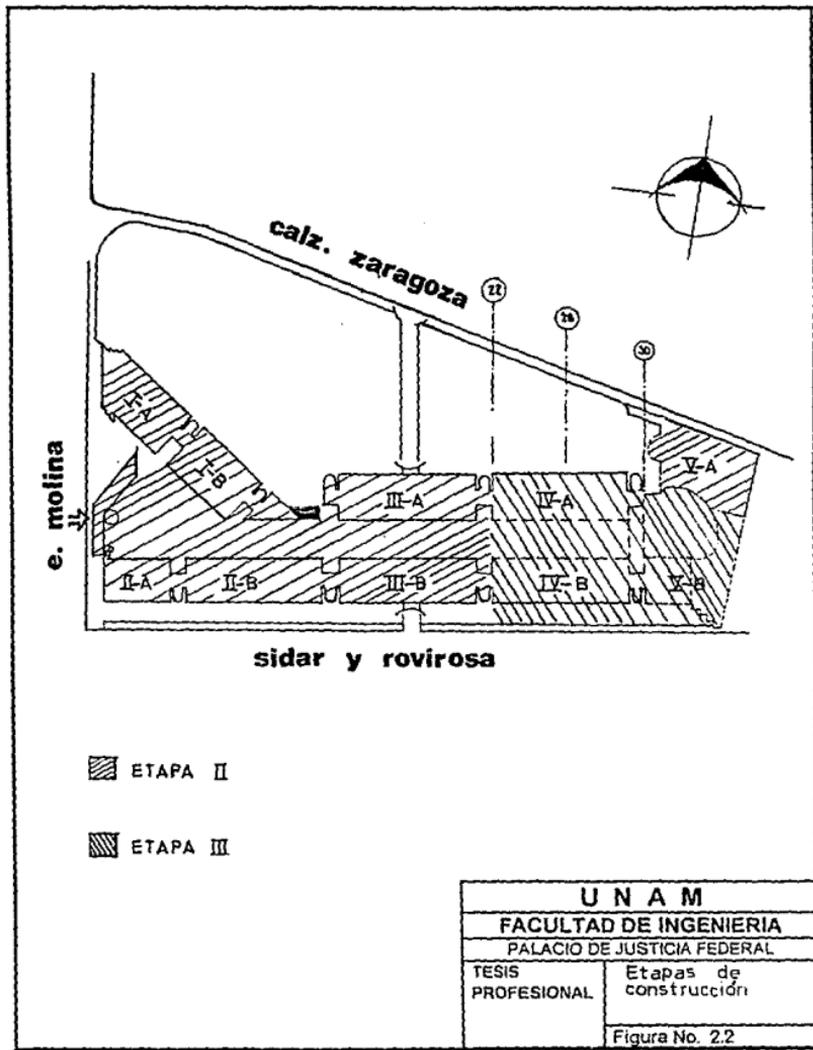
Estas asignaciones obligaron que la ejecución de la obra se efectuara en las siguientes etapas:

1. Iniciada en Septiembre de 1987, esta Etapa comprendió limpieza de terreno, trazo, nivelación, hincado de pilotes, cimentación y estructura, registrando un avance del 17%, se suspendió en Noviembre de 1988 a Mayo de 1990.
2. Inició en Mayo de 1990, en la cual se terminaron los módulos I, II, III, y V-A, finalizando con la inauguración de dichos módulos el 11 de Diciembre de 1991.
3. Inició en Diciembre de 1991 con la construcción módulo IV y V-B concluyó en Diciembre de 1992. Figura 2.2

II.3 PLANEACION DE LA OBRA

Una vez que se tienen los proyectos definitivos tanto arquitectónicos, estructurales y de instalaciones y con las asignaciones económicas hechas, se trato de cumplir con el objetivo que era terminar la obra a la brevedad posible. Posteriormente se iniciaron los trabajos referentes a la Planeación y programación de la obra en la que se tomaron en cuenta las siguientes actividades:

1. Trabajos preliminares
2. Excavación
3. Cimentación
4. Rellenos
5. Estructura
6. Albañilería
7. Acabados



8. Herrería y Aluminio
9. Vidrio
10. Instalación Hidráulica y Sanitaria
11. Instalación Eléctrica y Red Telefónica
12. Sistema de Ventilación
13. Instalaciones especiales
14. Obras exteriores

La siguiente actividad fue la asignación de espacios para oficinas, almacenes, comedores, dormitorios, zonas de habilitado, circulación y elevación de materiales.

El plano logístico es aquel en el que se asigna un espacio estratégico para: las diferentes zonas mencionadas anteriormente. El objetivo es dar una ubicación adecuada a los espacios necesarios, para llevar a cabo una obra; buscando que durante el transcurso de la misma no se efectúen movimientos innecesarios tanto de oficina, almacenes y materiales.

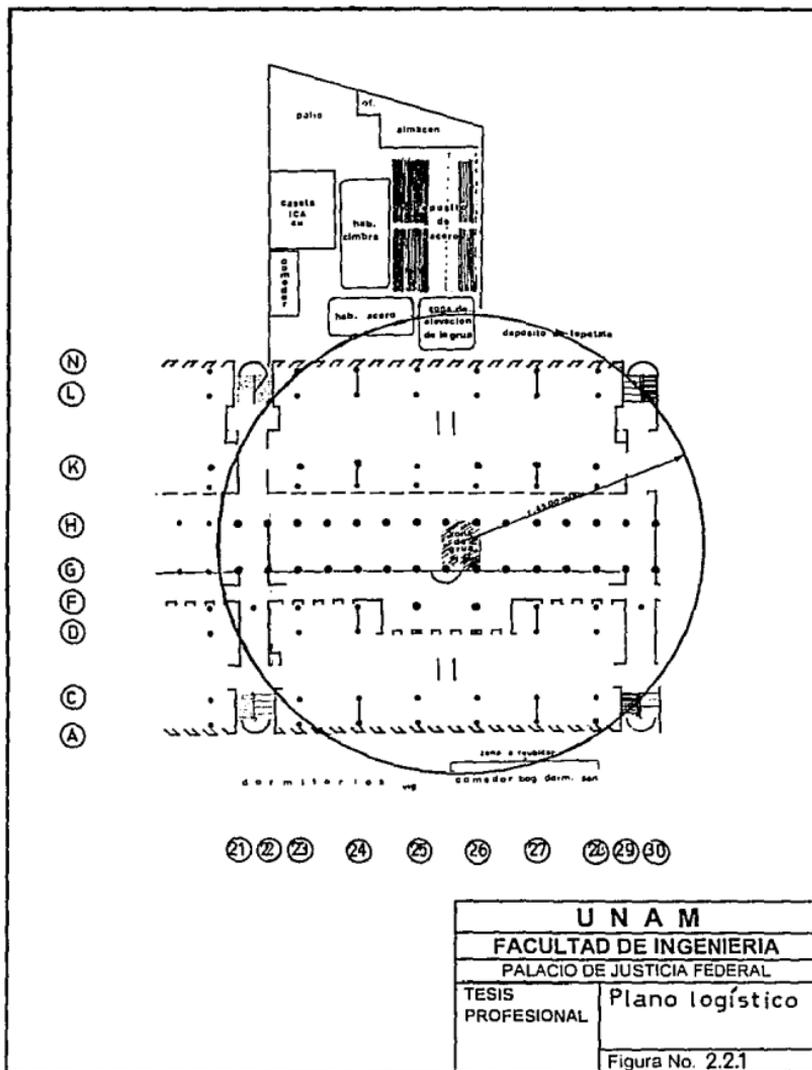
Para el módulo IV se destinó el área comprendida del eje 22 al eje 26 hacia la calzada Ignacio Zaragoza Figura 2.2.1

Como se observa, en la entrada se encuentra un patio que permite las maniobras de los camiones encargados del suministro de materiales, almacén, oficinas de la constructora, depósito de acero, habilitado, depósito de tepetate, dormitorios, comedores y zona de elevación de la grúa. Con la asignación de estos espacios se pretende que los materiales queden cerca de las zonas de habilitado, para así evitar pérdida de tiempo en maniobras innecesarias.

La grúa se instaló en el centro de los dos edificios entre los ejes 25-H, 25-G y 26-H, 26-G el radio de la grúa media 45.00 mts. con una capacidad de 1.5 toneladas en punta; se observa en la Figura 2.2.1. sólo las esquinas de los dos edificios no se alcanzaban a cubrir con la grúa, en estas zonas se utilizaron malacates para subir los materiales.

II.4 PROGRAMACION

Conociendo todas las actividades que se deben llevar a cabo para cumplir con el proyecto, el paso siguiente es la programación, esta actividad consiste en tener conocimiento del rendimiento del personal obrero y de los rendimientos del equipo que se va utilizar para



U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Plano logístico
Figura No. 2.2.1	

cada una de las actividades y registrarlas en tiempos de ejecución.

Entonces la programación es la asignación del tiempo y la estimación de duración de cada trabajo o actividad.

En esta etapa tenemos ya todas las actividades por realizar siguiendo un orden de acuerdo a su ejecución, son las siguientes:

PRELIMINARES:

1. Demolición de estructuras existentes
2. Despalme y limpieza del terreno

CIMENTACION:

1. Trazo y nivelación
2. Habilitado y colado de pilotes
3. Hincado de pilotes
4. Excavación
5. Afine de excavación y plantilla
6. Acero en losa y contratrabes
7. Concreto en losa de cimentación
8. Cimbra común en contratrabes
9. Concreto en dados y contratrabes
10. Cimbra en losa tapa (P.B.)
11. Acero en losa tapa (P.B.)
12. Concreto en losa tapa (P.B.)

ESTRUCTURA:

PLANTA BAJA:

1. Acero en muros y columnas
2. Cimbra aparente en muros y columnas
3. Concreto en muros y columnas

1er. Nivel

4. Cimbra aparente en losa
5. Acero en losa
6. Concreto en losa
7. Acero aparente en muros y columnas

8. Cimbra aparente en muros y columnas
9. Concreto en muros y columnas

2do. Nivel

10. Cimbra aparente en losa
11. Acero en losa
12. Concreto en losa
13. Acero en muros y columnas
14. Cimbra aparente en muros y columnas
15. Concreto en muros y columnas

3er. Nivel

16. Cimbra aparente en losa
17. Acero en losa
18. Concreto en losa
19. Acero en muros y columnas
20. Cimbra aparente en muros y columnas
21. Concreto en muros y columnas

azotea

22. Cimbra aparente en losa de azotea
23. Acero en losa de azotea
24. Concreto en losa de azotea
25. Cimbra aparente en rizados y pergólas
26. Acero en rizados y pergólas
27. Concreto en rizados y pergólas

ALBAÑILERIA Y ACABADOS:

PLANTA BAJA

1. Cincelado
2. Instalación Eléctrica y Telefónica
3. Firmes de concreto
4. Muros de tabique
5. Instalación Hidráulica y Sanitaria
6. Aplanados de mezcla y yeso
7. Inst. de aire acond. y detección c/incendio
8. Pisos de mármol
9. Cancelería de aluminio
10. Muros y plafones de tablarroca
11. Carpintería
12. Mamparas
13. Alfombra

14. Pintura y pasta
15. Pintura epóxica en pisos

1er NIVEL

16. Cincelado
17. Instalación Eléctrica y Telefónica
18. Firmes de concreto
19. Muros de tabique
20. Instalación Hidráulica y Sanitaria
21. Aplanados de mezcla y yeso
22. Inst. de aire acond. y detección c/incendio
23. Pisos de mármol
24. Cancelería de aluminio
25. Muros y plafones de tablarroca
26. Carpintería
27. Mamparas
28. Alfombra
29. Pintura y pasta
30. Pintura epóxica en pisos

2o NIVEL

31. Cincelado
32. Instalación Eléctrica y Telefónica
33. Firmes de concreto
34. Muros de tabique
35. Instalación Hidráulica y Sanitaria
36. Aplanados de mezcla y yeso
37. Inst. de aire acond. y detección c/incendio
38. Pisos de mármol
39. Cancelería de aluminio
40. Muros y plafones de tablarroca
41. Carpintería
42. Mamparas
43. Alfombra
44. Pintura y pasta
45. Pintura epóxica en pisos

3er NIVEL

46. Cincelado
47. Instalación Eléctrica y Telefónica
48. Firmes de concreto
49. Muros de tabique
50. Instalación Hidráulica y Sanitaria
51. Aplanados de mezcla y yeso
52. Inst. de aire acond. y detección c/incendio
53. Pisos de mármol
54. Cancelería de aluminio
55. Muros y plafones de tablarroca
56. Carpintería
57. Mamparas
58. Alfombra
59. Pintura y pasta
60. Pintura epóxica en pisos

AZOTEA

61. Rellenos entortados e impermeabilización

OBRAS EXTERIORES

1. Limpieza, despalme y nivelación del terreno
2. Colocación y compactación de base
3. Guarniciones y banquetas (Mármol martelinado)
4. Adoquin negro (Zonas de circulación)
5. Adopasto (cajones de estacionamiento)

JARDINERIA

1. Tierra vegetal
2. Colocación de pasto
3. Colocación de plantas

Teniendo todas las actividades se les asigno el tiempo, en base a rendimientos de cuadrillas de trabajadores y de maquinaria y además a la experiencia del Ingeniero se pretende finalizar cada una de ellas. En la tabla siguiente se presenta el programa general de cimentación estructura y acabados contemplando todas las actividades mencionadas anteriormente.

III. CIMENTACION

III.1 ESTUDIO GEOTECNICO

III.1.1 ANTECEDENTES

La ubicación para la construcción de los Tribunales y Juzgados de la Suprema Corte de Justicia de la Nación, es un predio localizado entre la calzada Ignacio Zaragoza y la avenida Sidar y Rovirosa, en la esquina formada con la prolongación Eduardo Molina. La nueva construcción colinda en su parte poniente con la sede del Poder Legislativo de la Nación.

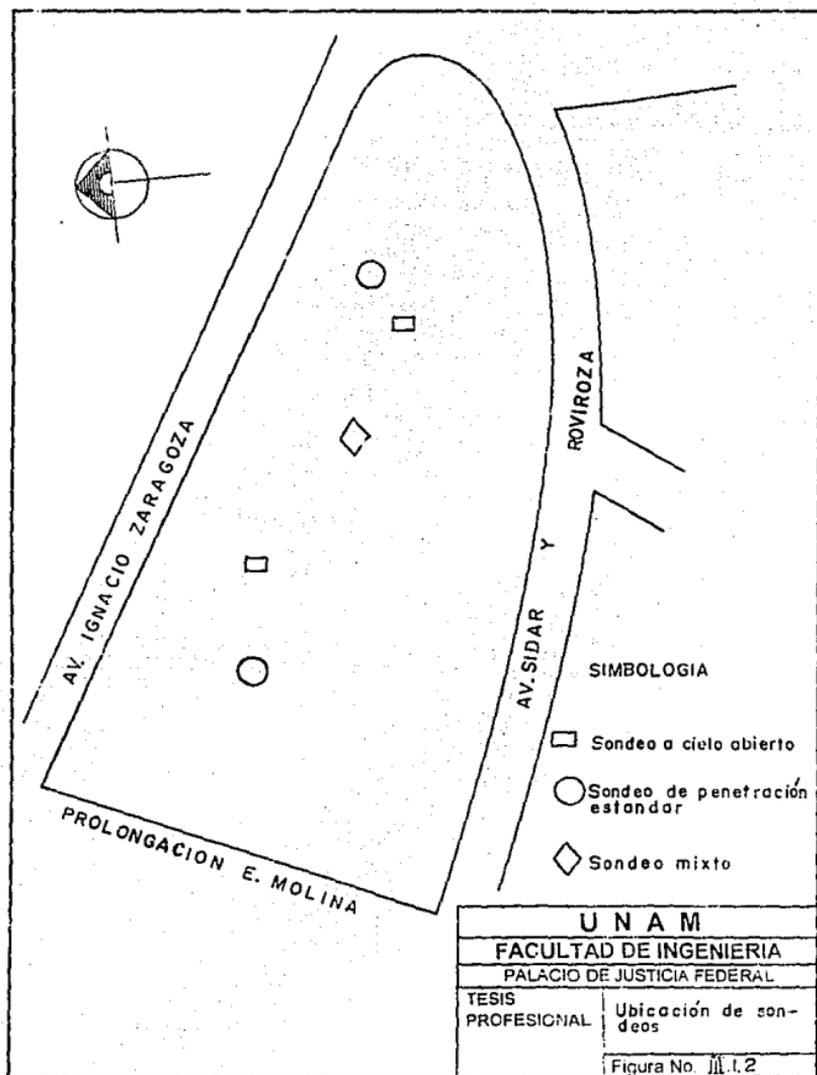
Atendiendo a la clasificación del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, en cuanto a tipos de subsuelos, el predio se localiza en la zona III, que se caracteriza porque el espesor de materiales comprensibles es mayor de 20 metros, conocida como zona del lago.

III.1.2 EXPLORACION GEOTECNICA

De acuerdo a los lineamientos de exploración del subsuelo que marca el Reglamento, se debe iniciar con la recopilación de datos existentes, revisar evidencias de rellenos así como de sobrecargas aplicadas al suelo anteriormente y, para la zona del lago, se especifica realizar un sondeo por cada 120 metros de perímetro de la obra por ejecutar, con una profundidad tal que se determine el espesor de los estratos comprensibles y penetrar en la primer capa dura; cuando la cimentación se trate de pilas o pilotes, la profundidad de los sondeos será de una magnitud que permita conocer el espesor de los estratos de la formación arcillosa inferior.

Tomando en cuenta lo expuesto anteriormente, se elaboró un programa de exploración que consistió en dos sondeos a cielo abierto, dos sondeos de penetración estándar y dos sondeos mixtos, combinando el empleo del penetrómetro estándar y el uso de tubos de pared delgada tipo Shelby, para la obtención de muestras alteradas e inalteradas respectivamente. La ubicación de estos sondeos puede verse en la Figura no. III.1.2.

Los sondeos a cielo abierto se ejecutaron a 1.55 y 1.90 metros de profundidad en los cuales se detectaron rellenos hasta un metro de profundidad y posteriormente limo café obscuro hasta la profundidad del sondeo (1.55 m.), profundidad a la cual se detectó el nivel de aguas freáticas (NAF); este nivel se estabilizó finalmente a 1.60 metros.



De estos sondeos se obtuvieron muestras inalteradas, que mediante el labrado de probetas y pruebas de laboratorio, permitieron conocer en forma detallada las características y propiedades de los mantos superficiales.

Los dos sondeos de penetración estándar alcanzaron profundidades de 52.80 metros para un sondeo y de 36.60 metros en el segundo sondeo.

Estos sondeos consistieron en el hincado de un muestreador de media caña, mediante la energía que se obtiene al dejar caer libremente un martinete de 63 kilogramos de peso desde una altura de 75 cm., sobre la tubería de perforación acoplada al muestreador estándar. De esta manera fue posible obtener muestras representativas en estado alterado en toda la longitud perforada. El número de golpes del martinete necesarios para hincar 30 cm. el muestreador, se correlacionaron para conocer la compacidad o consistencia del suelo.

En los sondeos mixtos de 52.20 metros de profundidad, se alternó el uso del penetrómetro estándar ya descrito, con el hincado de tubos de pared delgada de 0.90 metros de longitud, a una velocidad constante comprendida entre 15 y 30 cm/seg., hasta alcanzar 80 cm. de hincado por cada tubo y dejando reposar medio minuto para posteriormente sacarlo, cortar el tubo y proteger los dos extremos con cera líquida para evitar pérdida de humedad de la muestra.

III.1.3 ESTRATIGRAFIA

La clasificación del material obtenido de los sondeos se inició con una identificación microscópica de las muestras anotando características tales como color y textura.

A las muestras representativas de cada estrato, se le determinaron sus principales propiedades índice tales como peso volumétrico, densidad de sólidos, relación de vacíos, grado de saturación y consistencia relativa, así como el contenido de humedad. De las muestras inalteradas se labraron probetas para determinar las características mecánicas del estrato correspondiente; para conocer la resistencia se efectuaron pruebas de compresión axial no confinada y pruebas triaxiales no consolidadas no drenadas, así como de corte directo con torcómetro.

Para definir su deformabilidad se ejecutaron ensayos de consolidación unidimensional y de rebote elástico. De las porciones finas de cada muestra se efectuaron ensayos de plasticidad para determinar sus límites de consistencia y con los resultados obtenidos clasificar el tipo de suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.)

Con los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio, pudo determinarse que hasta la profundidad explorada el perfil del suelo posee cinco secciones bien definidas en cuanto a sus características de clasificación, deformabilidad, y resistencia, las secciones se muestran en la Figura III.1.3 y son :

Manto superficial
Formación arcillosa superior
Primera capa resistente
Formación arcillosa inferior
Segunda capa resistente

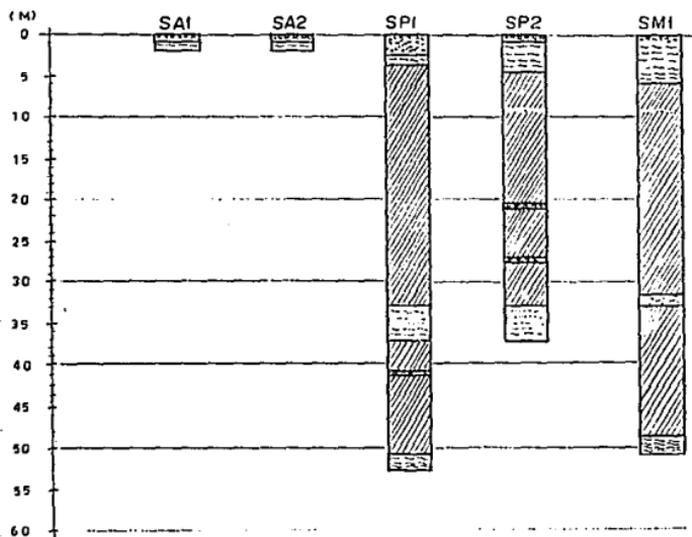
Manto superficial.- Este manto tiene un espesor variable entre 3.6 y 6.0 m, y lo forman dos estratos, el mas superficial formado por limos arenosos y arenas limosas contaminadas por material de construcción (reellenos); el segundo está formado por limos arenosos de alta compresibilidad (MH), de consistencia blanda, el cual tiene intercalados lentes de arena pumítica; el contenido natural de humedad es del 80% promedio y tiene un peso volumétrico de 1.46 ton/m³, y resistencia a la compresión simple entre 0.30 - 0.90 kg./cm.

Formación arcillosa superior.- Subyace al manto superficial y alcanza una profundidad comprendida entre 33.60 y 34.80 m; la forman arcillas depositadas en un medio lacustre y son de alta compresibilidad (CH), baja resistencia al corte y consistencia muy blanda; también tiene intercalados lentes de arena y vidrio de espesor máximo de 60 cm. El contenido de humedad de este material varía entre 200 a 400 %; su peso volumétrico promedio es de 1.12 ton/m³; su resistencia obtenida en pruebas de compresión simple varía de 0.30 a 0.90 kg./cm².

Primera capa resistente.- Se inicia a los 33.60 m y 34.80m y termina a los 37.20m. es decir, tiene un espesor variable entre 2.40 y 3.60 metros; está constituida por limos con porcentaje de arenas comprendido entre 14 y 38%, los limos son de alta compresibilidad (MH) y compacidad de media a muy alta; su contenido natural de humedad es de 48% en promedio.

Formación arcillosa inferior.- Esta capa inicia a una profundidad de 37.20m y llega hasta 50.40m. está formada por arcillas muy comprensibles (CH) y consistencia variable de muy blanda a medianamente compacta; su contenido natural de humedad varía entre 150 y 300%, con una tendencia de presentarse los valores más bajos a mayor profundidad; su resistencia a la compresión simple varía de 0.30 a 1.97 kg./cm², obteniéndose los valores más altos a mayor profundidad.

Segunda capa resistente o depósitos profundos.- Se localizan a partir de 50.40 metros de profundidad y la forman limos arenosos de baja compresibilidad (ML), de compacidad que varía de alta a muy alta; su contenido de humedad es menor a 58%.



-  Relleno
-  Limo
-  Arcilla

U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Perfiles estratigraficos de sondeos.
	Figura No. III.1.3

III.1.4 TIPO DE CIMENTACION

Los edificios presentan una área total de 60,000 m² y tienen tres niveles además de la planta baja, que representan un peso aproximado de 153,000 ton; esta carga no es uniforme ya que existe una zona entre los edificios que solo tiene un nivel es la zona del andador central. Esta característica hace que el peso en las dos áreas sea diferente, resultando en la parte interior igual a 3.75 ton/m² y en la zona de los edificios de 8.52 ton/m², siendo esta área donde se pudieran presentar los mayores movimientos y condiciones más críticas de estabilidad.

Tomando en cuenta el área a construir, el peso de la estructura y las condiciones del subsuelo, la opción más recomendable para soportar la edificación, es el empleo de una cimentación semicompensada a base de un cajón de cimentación apoyado sobre pilotes de fricción. En este tipo de cimentación y observando que el nivel de aguas freáticas se encuentra a 1.60 metros de profundidad, el cajón de cimentación, dependiendo de su profundidad de desplante, descarga su peso en tres elementos bien definidos y que son: el agua de supresión, el suelo y los pilotes de fricción. La carga que toman el suelo y el agua dependen, como ya se dijo, de la profundidad de desplante ya que a mayor profundidad mayor es la supresión que proporciona el agua.

Con el objeto de determinar la profundidad de desplante adecuada, se efectuó un análisis de interacción suelo-estructura del cual se optimizó una profundidad de 4.90 m., apartir de donde se obtienen las siguientes características:

- a) Se obtiene una compensación de 6.90 ton/m².
- b) El peralte de las contratraves de cimentación de 4.70 m es suficiente según los movimientos calculados.
- c) La subpresión hidrostática es de 3.20 ton/m².
- d) Los hundimientos diferenciales calculados son tolerables.

Considerando que la edificación tiene grandes dimensiones y la excavación total es importante, los cambios de esfuerzos asociados a las excavaciones y posteriormente la aplicación de cargas, aunque solo para compensar la del subsuelo excavado, producen en ciclos de histéresis asentamientos importantes, de ahí la importancia de reducir la carga impuesta al suelo; la carga aplicada al suelo por la losa de cimentación produce tres efectos:

- 1.- Niveles muy bajos de asentamientos ya que los estratos más comprensibles, son los más superficiales.

2.- Se tiene un nivel bajo de esfuerzos cortantes en el suelo de apoyo.

3.- Al descargar una parte del peso de la edificación sobre un suelo sujeto a hundimientos regional, asegura que los hundimientos de la estructura siga los hundimientos de la zona.

De acuerdo a lo anterior y a la profundidad de desplante, la transmisión de carga de la estructura más conveniente para la condición más crítica, reduciendo la carga aplicada al suelo al 50%, resultó ser la siguiente:

Subpresión hidrostática	3.20 ton/m ²
Carga directa al subsuelo	1.80 ton/m ²
Carga a los pilotes de fricción	3.50 ton/m ²
SUMA	8.50 ton/m²

De esta manera la mayor parte de la carga la toman el agua de subpresión y los pilotes que descargan el peso en los estratos de menor deformabilidad y mayor profundidad, dejando 5.00 m de colchón compresible debajo de los pilotes para asegurar que los hundimientos no hagan apoyar los pilotes en la capa dura.

III.1.5 REVISION DE LA CIMENTACION

Para dar cumplimiento a los aspectos antes mencionados, se revisó la cimentación en los siguientes puntos.

a) Cálculo de la capacidad de carga de los pilotes de fricción, en donde se consideró la longitud de los pilotes igual a 25 metros con una sección transversal cuadrada de 40 cm. de lado, así como las características de cada estrato atravesado y el espesor del mismo; de esta manera se estimó la capacidad de carga de los pilotes igual a 75 toneladas por pilote.

b) La capacidad de carga de la losa se revisó con el conocimiento de que el suelo, a la profundidad de desplante, soporta el 50% de la presión efectiva, por lo que la resistencia del suelo siempre resultó mayor que la carga transmitida por la losa de cimentación.

c) También se revisó la magnitud de los asentamientos para determinar las causas que los originan, resultando que los asentamientos más fuertes que se podían presentar son los que

se relacionan con la expansión o hufamiento que sufra el terreno durante el proceso de excavación ya que la mayor parte de dicho hufamiento se traduce en asentamientos a corto plazo cuando la edificación sea construida.

Para determinar el perfil de asentamiento se utilizó un proceso de interacción suelo - estructura para cada uno de los ejes principales, con el cual además de determinar los asentamientos, se calculó el sistema de reacciones resultantes. De esta manera se contó con una cuadrícula de reacciones con lo que se pudo diseñar estructuralmente los elementos de la cimentación.

d) Las expansiones fueron calculadas tomando en cuenta las restricciones del bombeo con el que se abatíó el NAF hasta estabilizarlo a una profundidad de 6.00 metros, además de la presencia de los pilotes con perforación previa y sin ésta; dichos desplazamientos tendrán efecto en los asentamientos a largo plazo ya que se sumaran a los ocasionados debidos a la consolidación del material adyacente al fuste de los pilotes.

Las expansiones que se calcularon son las siguientes:

- Expansiones tomando en cuenta el abatimiento del NAF y la presencia de los pilotes igual a 2.00 cm.
- Expansiones tomando en cuenta la presencia de pilotes igual a 3.00 cm.
- Levantamiento por el hincado de los pilotes igual a 7.00 cm.
- Levantamiento por el hincado de los pilotes con perforación previa de 16 cm. de radio igual a 3.50 cm.

e) El cálculo de los empujes de tierra que actúan sobre los muros perimetrales, se efectuó considerando una posible sobrecarga en la superficie del suelo con los que se obtuvieron los siguientes valores aplicando la teoría de Coulomb - Rankine.

ALTURA DEL MURO	EMPUJE	ALTURA DE APLICACION
1.00 m	1.45 ton/m	0.65 m
2.00 m	3.00 ton/m	1.40 m
3.00 m	5.00 ton/m	2.00 m
4.00 m	8.00 ton/m	2.70 m
5.00 m	10.00 ton/m	3.30 m

f) Mediante un análisis de estabilidad de taludes, se determinó el tipo de talud a emplear durante las excavaciones, en función de las características de los estratos excavados y de la profundidad, dando los siguientes resultados: para una profundidad hasta de dos metros, la excavación puede hacerse vertical; para una profundidad comprendida entre los 2.0 y 5.0 metros el talud recomendado es de 0.5: 1 horizontal a vertical.

III.2 ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE CIMENTACION

De acuerdo a las cargas que transmitirá la cimentación al subsuelo y a las reacciones de éste sobre la cimentación obtenidas del estudio geotécnico, se procedió a diseñar estructuralmente la cimentación de donde se obtuvieron las características del refuerzo de los pilotes, así como las dimensiones y refuerzo para la losa de cimentación, contratrabes, muros perimetrales y dados de cimentación.

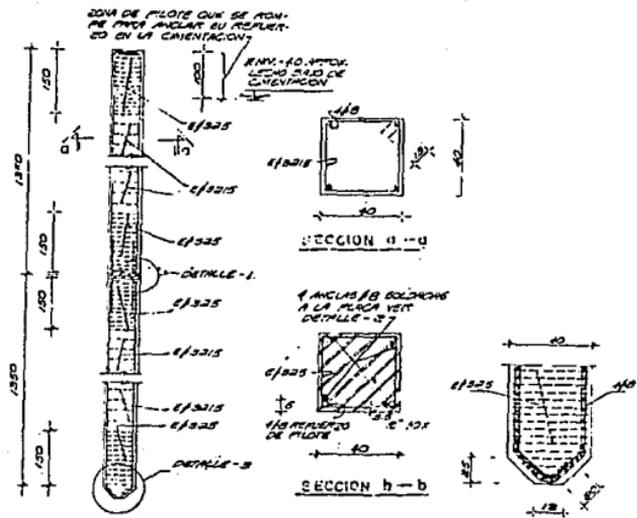
Los dados de cimentación son las zonas reforzadas que se localizan en donde se unen muros o contratrabes y losa de cimentación con los pilotes, o bien en el cruce de contratrabes donde no existen pilotes y existe la aplicación de cargas concentradas como es la zona central donde se localizan las columnas de 1.50 m de diámetro que soportan las pérgolas de azotea. A continuación se dará una breve descripción de los elementos de que consta la cimentación.

III.2.1 PILOTES

Los pilotes son de sección cuadrada de 40 cm. de lado reforzados con 4 varillas del número 8 (1" de diámetro), y estribos del número 3 separados a cada 15 cm. en toda la longitud, excepto en la zona de punta y final del pilote en donde la separación de los estribos es de 7.5 cm. en una longitud de 1.50 metros. Para facilitar el hincado de los pilotes, se resolvió dividirlo en dos secciones de 13.50 metros cada una unidas mediante dos placas de acero de 3/4" de espesor, ancladas a las secciones mediante cuatro varillas del numero 8 de 1.20 m soldadas a la placa, ver Figura III.2.1.

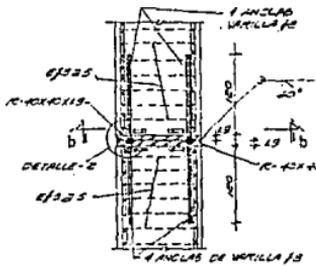
III.2.2 LOSA DE CIMENTACION

La losa de cimentación se dividió en dos zonas de diferente espesor y refuerzo, la primera de 30 cm. espesor para toda la zona de edificios otra de 50 cm. de espesor para la zona central entre edificios en donde no existen pilotes y la carga aunque es menor, es transmitida solamente por la losa de cimentación. La primer losa es maciza reforzada con dos parrillas del numero 5, en donde la separación entre varillas es de 30 cm. en el lecho bajo y de 20 cm. en el lecho alto, complementadas con bastones a cada 30 cm. La losa maciza de 50 cm. de espesor tiene como refuerzo dos parrillas del número 5 con separación entre varillas igual a 30 cm. en los dos lechos, complementando con bastones del mismo diámetro a cada 30 cm. para dar una separación de 15 cm. sobre los ejes, ver Figura III.2.2.

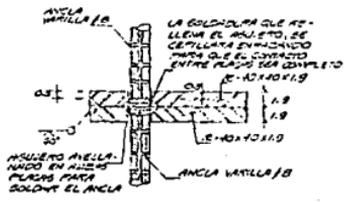


ELEVACION
DETALLE DE PILOTE

ELEVACION
DETALLE - B

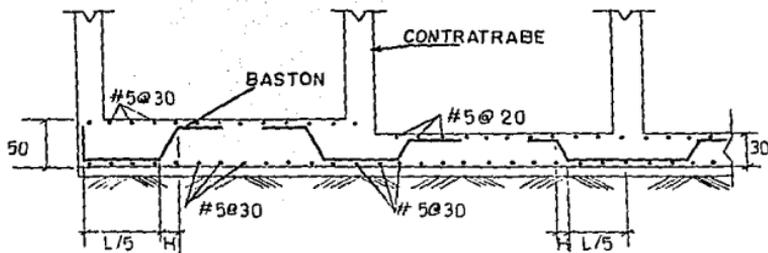
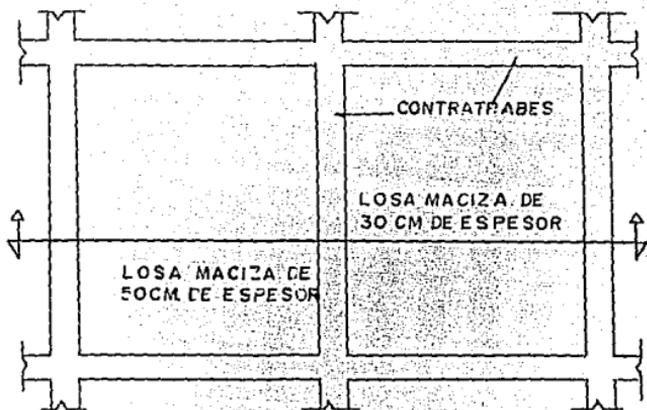


ELEVACION
DETALLE - 1



ELEVACION
DETALLE - 2

U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Refuerzo de pilotes
Figura No. III.2.1	



U N A M

FACULTAD DE INGENIERIA

PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL

TESIS
PROFESIONAL

Losos de cimentación

Figura No III.2.2

III.2.3 CONTRATRABES Y MUROS PERIMETRALES

Las contratraves y muros perimetrales son de 35 a 50 cm. de espesor y de altura variable de 2.50 a 4.70 m, reforzadas con un lecho superior formado con varillas generalmente del número 10 ó 12, al igual que en el lecho inferior, los estribos son del número 4 separados 25 cm., el refuerzo longitudinal se complementa con varillas del número 4 ó 5, a cada 25 cm. en todo el peralte de los elementos.

III.2.4 DADOS DE CIMENTACION

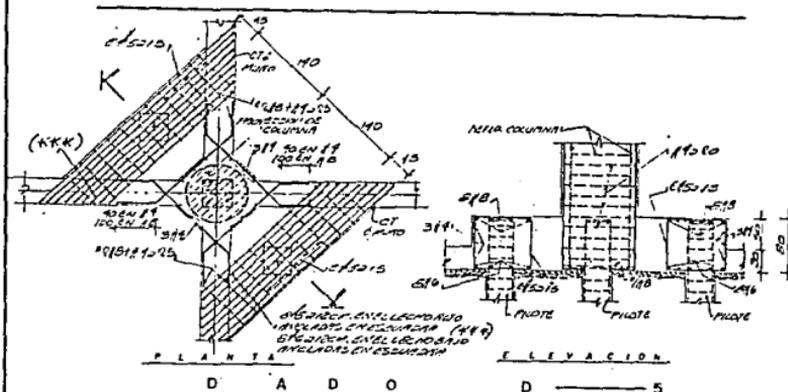
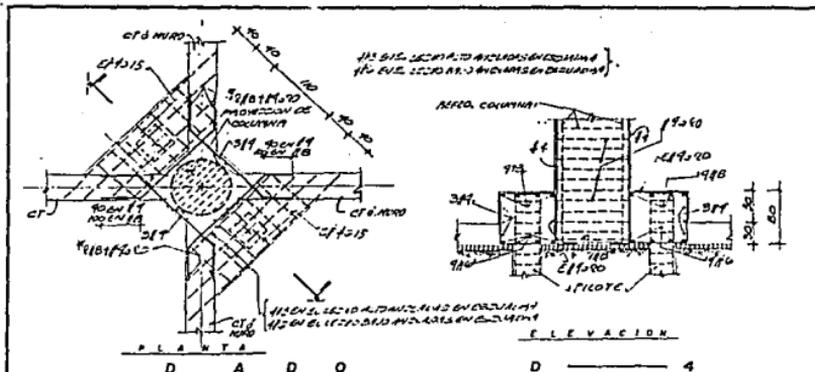
Los dados de cimentación son de dimensiones y geometría variable, de acuerdo al número de pilotes por ligar, de esta manera, se tienen las siguientes geometrías y dimensiones

GEOMETRIA	DIMENSIONES	PILOTES LIGADOS
Cuadrado	2.20 x 2.20 m	hasta 5
Rectangular	1.20 x 2.00 m	2 ó 4
Triangular	1.20 x 1.20 x 1.70 m	2
Triangular	2.00 x 2.00 x 2.80 m	3

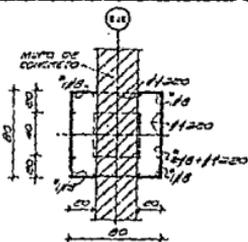
En las Figuras III.2.4.a,b,c,d, se puede apreciar el tipo de armado de algunos dados así como su altura que varía de 0.80 m hasta la altura total o peralte de las contratraves igual a 4.70 m. Existen varios casos y condiciones de unión que originaron esta variación tanto en la geometría como en el refuerzo de cada dado, puede mencionarse el caso del dado tipo D-4, que une a dos pilotes mediante dos secciones triangulares en el cruce de muros o contratraves donde se desplanta una columna; el dado D-5 que une a tres pilotes en las mismas condiciones que el caso anterior; los dados D-6 y D-6', de sección triangular y rectangular respectivamente, unen a dos pilotes en el cruce de muro o contratrabe con un muro perimetral, sin que en este cruce se desplante alguna columna; el dado D-7 une a un solo pilote con un muro sin desplante de columnas; el dado D-8 liga a cuatro pilotes en las mismas condiciones que el dado D-4; el dado D-3 refuerza el cruce de contratrabe y muro donde se desplanta una columna y no existen pilotes.

III.2.5 LOSA DE PLANTA BAJA

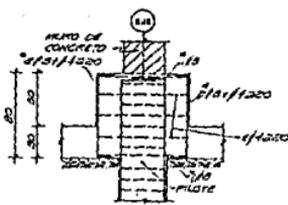
La losa de planta baja o losa tapa es maciza de peralte total igual a 15 cm, armada con dos lechos de varilla, del número 3 separadas a cada 20 cm. en el lecho bajo y a cada 30 cm. el lecho alto, complementando con bastones del mismo diámetro a cada 30 cm.; en las zonas de cruce de los ejes C, D, K y L, con todos los ejes numéricos, existen bastones diagonales del número 3 a cada 20 cm. y de 5 metros de longitud, como se muestra en la Figura III.2.5.



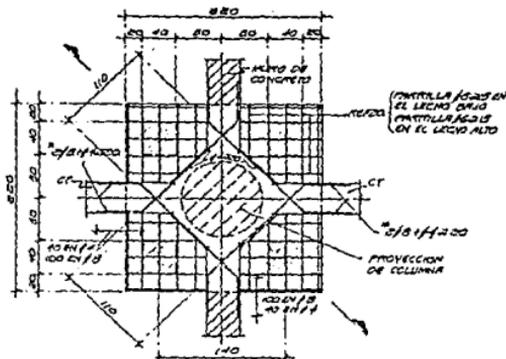
U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Dadus
Figura No III.2.4 a	



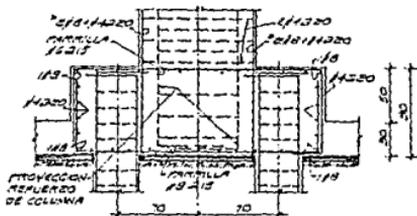
D A D O D-7
P L A N T A



D A D O D-7
E L E V A C I O N

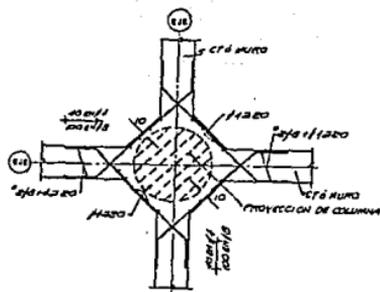


D A D O D-8
P L A N T A

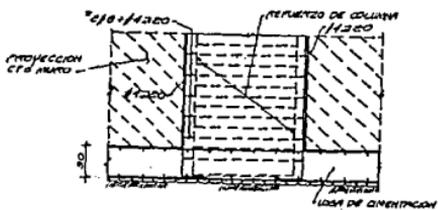


D A D O D-8
E L E V A C I O N

U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	D ados
Figura No. III. 24 c	

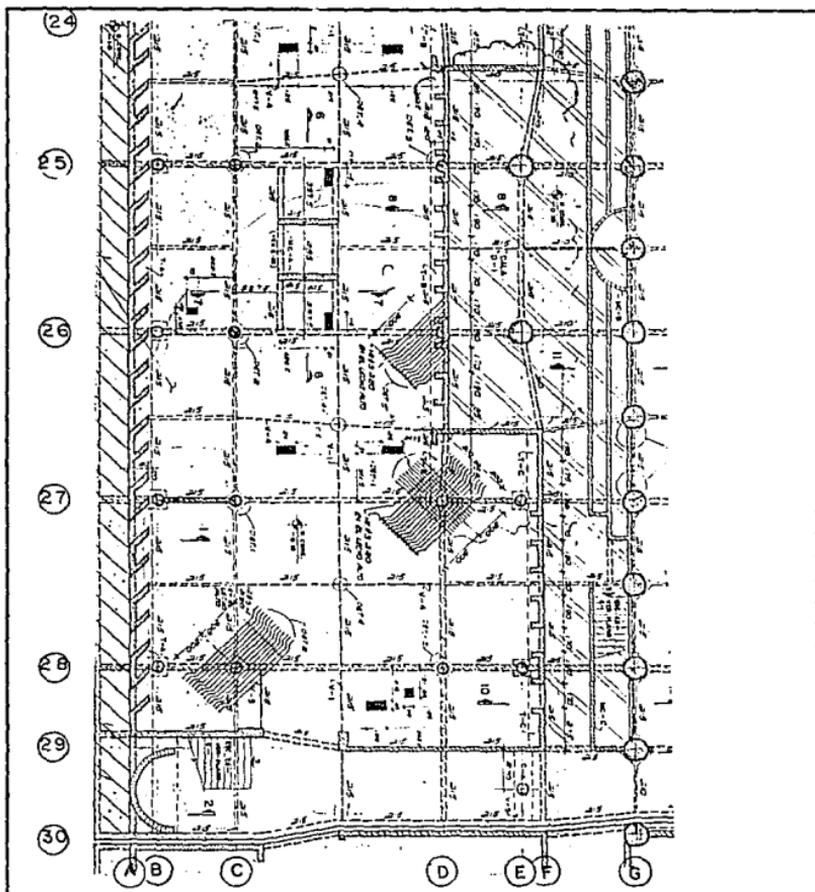


D A D O D — 13
P L A N T A



D A D O D — 13
E L E V A C I O N

U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Datos
Figura No. III.2.4 d	



U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Los de planta baja
Figura No. III.2.5	

III.3 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

El procedimiento marcado para la construcción de la cimentación, se menciona a continuación y posteriormente se tratará cada uno de estos puntos describiendo el proceso con el cual se le da cumplimiento a cada etapa de la construcción.

- 1.- Se marcó como primer actividad paralela a la ejecución del estudio geotécnico, la instalación de algunos instrumentos de control como son: bancos de nivel profundo para el control de hundimientos de la edificación; bancos de nivel superficial; y piezómetros para determinar el nivel de abatimiento de aguas freáticas antes de iniciar las excavaciones.
- 2.- Los trabajos propiamente dichos se iniciaron con la demolición de estructuras que existían en el predio
- 3.- Posteriormente, se efectuó el despalme del terreno, que consistió en hacer una excavación de aproximadamente un metro de profundidad, con el objeto de desalojar restos de cimentaciones antiguas.
- 4.- Luego se procedió a hincar los pilotes en dos secciones de 13.50 m , soldando las placas que se tenían ancladas a dichas secciones; el hincado de los pilotes fue hasta una profundidad promedio de 30 metros, sin perforación previa. Simultáneamente se hicieron las perforaciones para alojar el sistema de bombeo en las áreas por excavar.
- 5.- Se ejecutó la excavación a 4.90 metros de profundidad promedio por zonas, cada una de estas zonas, se excavó en dos etapas, la primera de las cuales consistió en excavar áreas simultáneamente, de 30 por 30 metros aproximadamente, alternadas a la manera de una cuadrícula de ajedrez. En las zonas por excavar, se recomendó que el NAF estuviera estabilizado a los 6 metros de profundidad. Durante la excavación se vigiló que los taludes cumplieran con la especificación recomendada.
- 6.- Ya ejecutada la excavación se procedió a afinar la superficie y a colocar una plantilla de 6 cm. de espesor de concreto con una resistencia de 150 kg./cm²., en toda el área excavada.
- 7.- Posteriormente se ejecutó la demolición de las cabezas de los pilotes que, sobre la excavación ejecutada, sobresalían 1.50 m en promedio, y se inició con el desplante del acero tanto de losas de cimentación como de muros perimetrales y contratraves, así como a su cimbrado y colado.
- 8.- Se ejecutó la segunda etapa de la excavación de la primer zona de excavación , siguiendo el mismo criterio que para la primera, cuando en ésta se tuviera un avance de aproximadamente el 40%, que implicara una carga entre 1.5 y 2.0 ton/m², una vez que en esta segunda etapa se tuviera la carga recomendada, se procedía a iniciar con la primera etapa de otra zona.

9.- Con el colado de la losa de cimentación se procedió a armar, cimbrar y colar contrarabes y muros perimetrales.

10.- Posteriormente al colado de muros y contrarabes se inició con el habilitado de obra falsa para cimbra de la losa tapa.

11.- Teniendo ya ligados los elementos de la subestructura mediante el colado de la losa tapa, se empezó a rellenar el espacio entre los muros perimetrales y el talud de la excavación, con material de banco compactado.

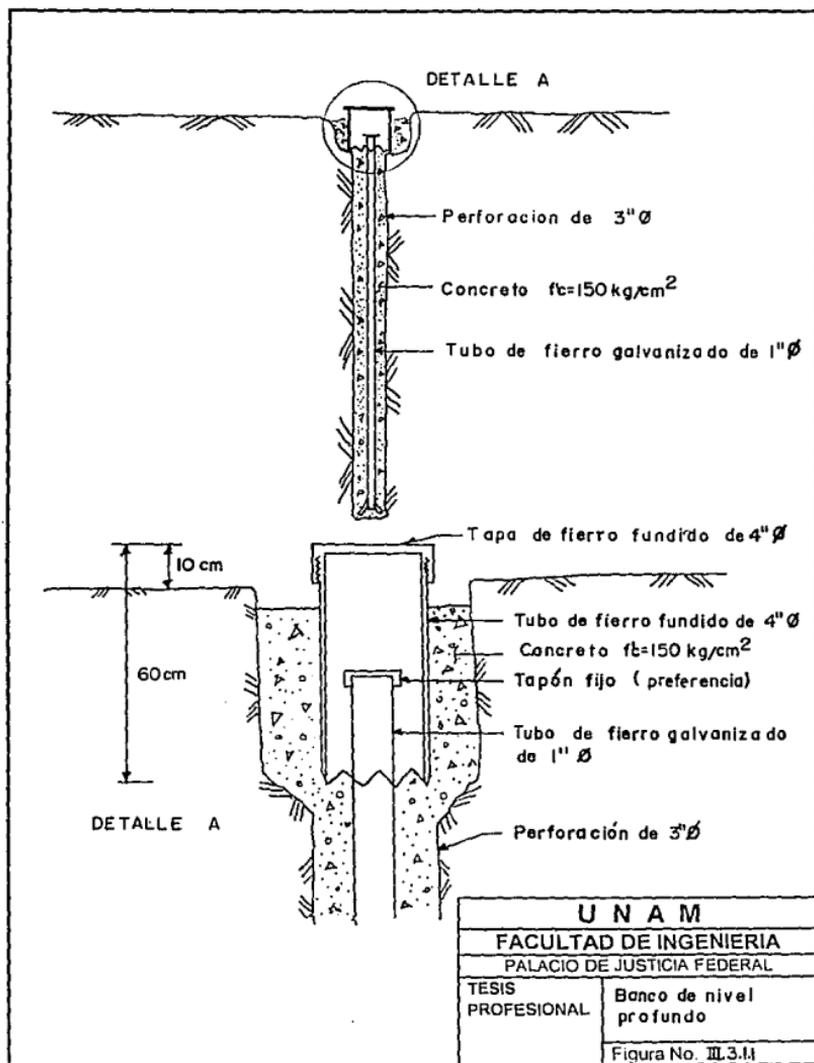
III.3.1 INSTALACION DE LA INSTRUMENTACION

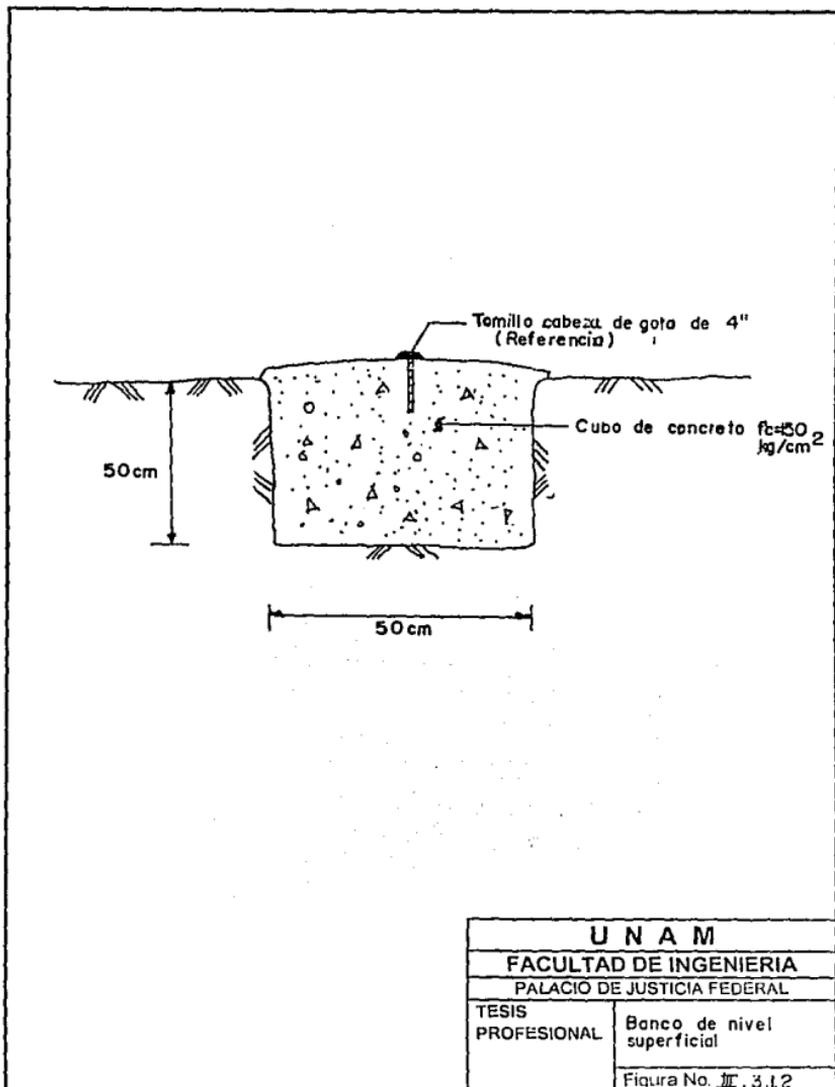
Los instrumentos requeridos para el control de hundimientos y detección del nivel de aguas freáticas son bancos de nivel profundo y superficial y piezómetros, respectivamente.

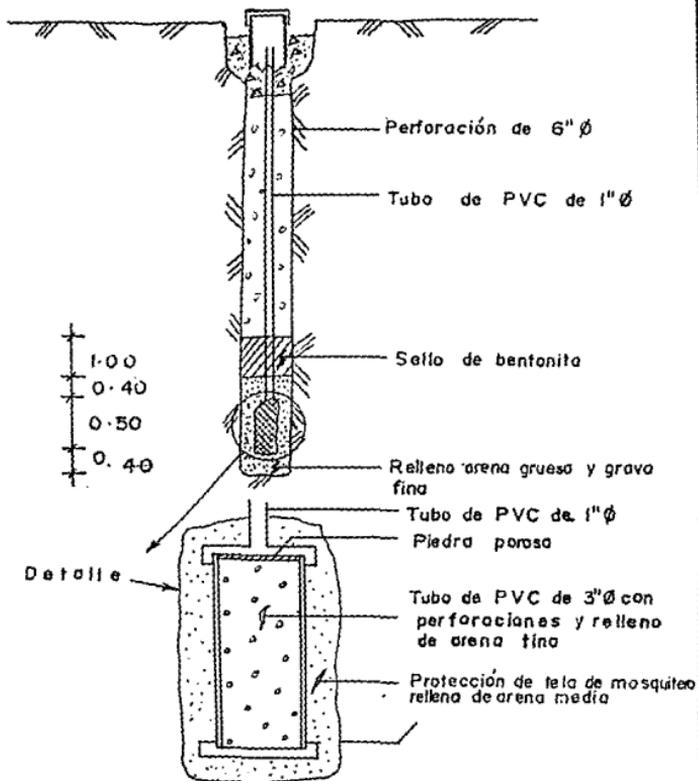
a) Bancos de nivel profundo.- Estos bancos consistieron en una perforación de 3 pulgadas de diámetro a 10 metros de profundidad en donde se dejó ahogado en concreto un tubo metálico de 1 pulgada de diámetro, partido en la punta inferior para evitar movimientos, y en la parte superior se colocó un tapón roscado fijo; como registro de protección se instaló un tubo de 4 pulgadas de diámetro concéntrico al primer tubo, con tapón roscado y de 50 cm. de longitud, fijado con concreto, como se puede ver en la Figura III.3.1.1.

b) Bancos de nivel superficial.- Consistieron en hacer una excavación de sección cuadrada de 50 cm. por lado y 50 cm. de profundidad, en el que se rellenó de concreto y en la parte superior se colocó un tornillo cabeza de gota de 4 pulgadas de longitud, como referencia para las nivelaciones. Las características de este tipo de bancos se puede apreciar en la Figura III.3.1.2.

c) Piezómetros abiertos.- Estos piezómetros tipo Casa grande, son puntas porosas construidas a base de un tubo de PVC de 3 pulgadas de diámetro y 50 cm. de longitud, que tiene perforaciones alrededor de 1/8 de pulgada de diámetro, el tubo está relleno con arena fina y en la parte superior una piedra porosa a manera de tapa; ésta punta porosa se alojó en perforaciones de 6" de diámetro, hasta la profundidad requerida, acoplando tubería de PVC de 1" de diámetro, en la zona del piezómetro se rellenó la perforación con arena gruesa y gravilla, 50 cm., antes y 50 cm. después, posteriormente al relleno superior se procedió a sellar la perforación en una longitud de cuando menos un metro con bentonita en bolas de 2 cm. de diámetro aproximadamente apisonadas; la protección superior del piezómetro fue similar a la del banco de nivel profundo, ver Figura III.3.1.3.







U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Piezometro abierto
Figura No. III 3-1-3	

III.3.2 DEMOLICION DE ESTRUCTURAS EXISTENTES

Tomando en cuenta las características de las estructuras construidas en el predio y que resultaron ser bodegas de aceites y oficinas provisionales, colindando con la avenida Eduardo Molina, construidas a base de muros de tabique reforzadas con castillos y dalas de concreto teniendo como techo losas macizas de concreto reforzado; en el centro del predio colindando con la avenida Ignacio Zaragoza y la calle Sidar y Roviroso, algunas naves industriales a base de muros de tabique y como techumbre láminas de asbesto soportadas por estructuras metálicas; en el extremo noroeste, molinos de trigo los cuales aparte de tener una estructuración similar a las anteriores, también contaba con algunas estructuras de concreto reforzado.

Para proceder a la demolición se programó la utilización de una bola de acero de 3 toneladas de peso habilitada sobre una grúa LINK - BELT 108, que al golpear con un movimiento de péndulo, fracturara los elementos por demoler. Para cargar el material producto de la demolición, se eligió un cargador frontal montado sobre orugas con un cucharón de 2.0 yardas cúbicas (1.53 m³), y camiones de 6 m³ para transportar el material al sitio de tiro ubicado a 13.5 Km. de la obra.

El uso del tipo de herramienta elegido para la demolición fue por la versatilidad que tiene para demoler o fracturar estructuras tanto verticales como horizontales, como es el caso de los pisos de cemento.

Ya que el volumen del producto de la demolición fue muy incierta en su determinación y para fines de programar los recursos necesarios para desalojar este volumen fuera de la obra, se resolvió la utilización del cargador mencionado, calculando el rendimiento teórico aproximado y con la observación del rendimiento real de este equipo, cambiar en caso necesario, el equipo.

El rendimiento del cargador se estimó de la siguiente manera:

$$\text{m}^3/\text{hr} = \text{m}^3/\text{ciclo} \times \text{ciclos}/\text{hr} \quad 1$$

Para calcular los metros cúbicos por ciclo, la capacidad nominal del cucharón se afectó por un factor de carga que depende del tipo de material a cargar y que se tomó igual a 75%, que corresponde a un material de fragmentación media, tomando en cuenta que el material de demolición puede estar bien fragmentado, pero va acompañado de acero de refuerzo que dificulta su carga, ver Figura III.3.2.1; esto es:

$$\begin{aligned} \text{m}^3/\text{ciclo} &= \text{capacidad del cucharón} \times \text{factor de carga} & 2 \\ &= 1.53 \text{ m}^3 \times 0.75 \\ &= 1.15 \end{aligned}$$

VALORES PARA FACTOS DE CARGA

MATERIAL	FACTOR DE CARGA
a) MATERIAL SUELTO	
Agregados húmedos mezclados	95 - 100 %
Agregados uniformes hasta 1/8"	95 - 100 %
Agregados de 1/8" a 3/8"	85 - 90 %
Agregados de 1/2" a 3/4"	90 - 95 %
Agregados de 1" o más	85 - 90 %
b) MATERIAL DINAMITADO	
Bien fragmentado	60 - 65 %
Fragmentación media	75 - 80 %
Mal fragmentado	60 - 65 %

U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Factor de carga
	Figura No. III 3.2.1

Los ciclos por hora se calcularon de la siguiente manera, utilizando la ecuación:

$$\text{ciclos/hr} = \text{minutos efectivos por hora} / \text{tiempo total de ciclos} \quad 3$$

Los minutos efectivos de trabajo por hora o eficiencia de operación, esta en función de las condiciones de la zona de trabajo y de las características de la organización que se le da al movimiento de los equipos.

Se consideró tener regulares condiciones de trabajo y buenas características de organización, con las que se obtuvo el 69% de eficiencia que representan 41.4 minutos efectivos de trabajo, ver Figura III.3.2.2.

El tiempo total de un ciclo incluye el "ciclo básico" y el "ciclo de acarreo". El ciclo básico incluye el tiempo de carga, descarga, cambio de velocidades, el movimiento del cucharón y el recorrido mínimo. Este ciclo básico se considera entre 20 a 25 segundos que afectados por diversos factores que reducen o incrementan el tiempo del ciclo. De la Figura III.3.2.3 se tomaron los siguientes factores:

Material de banco o fragmentado	+ 2.4 seg
Montón apilado	+ 1.2 seg
Camiones pequeños	+ 2.4 seg
<u>Total</u>	+ 6.0 seg

por lo que el ciclo básico resulta de la suma de 25 + 6 igual a 31 segundos.

El ciclo de acarreo es el tiempo que se requiere para que la máquina transporte el material del sitio de carga al sitio de descarga y regresar al sitio de carga. Considerando que el cargador, se opere en segunda velocidad en avance y la distancia del sitio de carga a donde se ubicarán los camiones es de 5 m; de las gráficas presentadas en la figura III.3.2.4, obtenemos 0.08 minutos para medio ciclo o sea 4.8 segundos que para el ciclo completo es de 9.6 segundos.

Sumando el tiempo determinado para el ciclo básico (31 seg.) y para el ciclo de acarreo (9.6 seg), tenemos que el tiempo total de un ciclo es de 40.7 segundos o bien 0.68 minutos.

Sustituyendo los valores de minutos efectivos por hora (41.4 min) y del tiempo total de un ciclo (0.68 min), en la ecuación 3, obtenemos los ciclos por hora del cargador.

$$\text{ciclos/hora} = 41.4 / 0.68 = 60$$

Con este resultado y con los metros cúbicos por ciclo, obtenemos la producción horaria del cargador aplicando la ecuación 1:

$$\text{m}^3/\text{hr} = 1.15 \times 60 = 69 \text{ m}^3/\text{hr}.$$

EFICIENCIA DE OPERACION

CONDICIONES DEL SITIO DE TRABAJO	CARACTERISTICAS DE ORGANIZACION			
	EXCELENTE	BUENA	REGULAR	MALA
Exelentes	84% (58.4 min/hr)	81% (45.8 min/hr)	76% (45.6 min/hr)	78% (42.8 min/hr)
Buenas	78% (46.8 min/hr)	75% (45.8 min/hr)	71% (42.6 min/hr)	65% (39.8 min/hr)
Regulares	72% (43.2 min/hr)	69% (41.4 min/hr)	65% (39.8 min/hr)	68% (36.0 min/hr)
Malas	63% (37.8 min/hr)	61% (36.6 min/hr)	57% (34.2 min/hr)	52% (31.2 min/hr)

U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Eficiencia de operación
Figura No. III 3.2.2	

FACTORES QUE AFECTAN EL CICLO BASICO

CARACTERISTICAS	TIEMPO QUE SE SUMA O RESTA AL CICLO BASICO
a) MATERIAL	
Diversos tamaños	+ 1.2 seg
Hasta 1/8 "	+ 1.2 seg
de 1/8" a 3/4"	- 1.2 seg
de 3/4" a 6"	0.0 seg
de 6" o más	+ 1.0 seg
de banco o fragmentado	+ 2.4 seg
b) MATERIAL DINAMITADO	
Apilado a 3 m o más	0.0 seg
Apilado a menos de 3 m	+ 0.6 seg
Descargado por un camión	+ 1.2 seg
c) DIVERSOS	
Posición común de cargador y camión	- 2.4 seg
Operación continua	- 2.4 seg
Operación intermitente	+ 2.4 seg
Camiones pequeños	+ 2.4 seg
Camiones endebles	+ 3.0 seg

U N A M

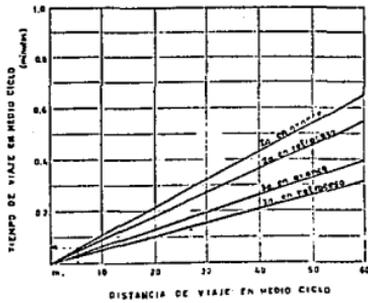
FACULTAD DE INGENIERIA

PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL

TESIS
PROFESIONALFactores para el
ciclo básico

Figura No. III.3.2.3

TIEMPO ESTIMADO DE VIAJE PARA UN CARGADOR
DE CARRILES DE 2 Yd3.



U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Tiempo de recorrido
	Figura No. III.3.2.4

Con esta producción y considerando que los camiones son de 6 m³ de capacidad, se calculó que se cargarían once camiones por hora y que tendrían que llegar a cada 5 ó 6 minutos aproximadamente.

III.3.3 COLADO E HINCADO DE PILOTES

III.3.3.1 HABILITADO, CIMBRADO Y COLADO DE PILOTES

Se tiene que para el Módulo IV, el número total de pilotes es de 178, los cuales según el programa de obra, se ejecutarían en 7 semanas, lo que da un promedio de 5 pilotes al día.

De la descripción del armado para pilotes presentada en el inciso III.2.1, se determinó que el peso total de acero de un pilote de 27 m de longitud, es igual a 772 kg., de los cuales el 34% corresponde a varillas del número 3 para los estribos, y el 66% corresponde a las varillas del número 8, para el refuerzo longitudinal. También se calculó que el volumen de concreto por pilote es de 4 metros cúbicos y que cada pilote requería de 22 metros cuadrados de cimbra.

Con estos datos se procedió a elaborar un programa de suministros de material así como determinar la mano de obra, equipo y herramienta requeridos para ejecutar estas actividades.

a) Ejecución de los trabajos

Los pilotes se colaron en dos secciones de 13.50 m cada una, lo que implicó que el desarrollo del acero principal fuera de 14.20, considerando una escuadra de 35 cm. en cada extremo, resultando el desarrollo mayor que la longitud estándar de las varillas. Para evitar en lo posible desperdicios innecesarios en el acero, se estableció que se habilitaran las varillas de cuatro medidas únicamente, que alternadas dieran a la vez la longitud requerida y que cumplieran con la especificación de no traslapar más del 50% del acero en una misma sección.

Si el recubrimiento especificado fue de 2.5 cm., los estribos resultaron ser de 35 cm. libres por lado más los ganchos, lo que representa un desarrollo de 1.60 m. De una varilla se obtuvieron 7 estribos teniendo un sobrante de 80 cm. que se propuso almacenarlo para posteriormente utilizarlo como silletas para calzar la parrilla superior de las losas, o como separadores, en la estructura.

En el cimbrado y colado de los pilotes, primero se construyó una base de concreto reforzado, sobre la que se colocó la cimbra separando los juegos 42 cm. con elementos diagonales que garantizaran la dimensión del pilote de 40 cm., después de realizar el primer colado se colocaron entre los espacios de 42 cm. y pegados a los pilotes del primer colado, placas de celotex de 1 cm. de espesor estos espacios entre pilotes se utilizaron para realizar un segundo colado de pilotes; de esta manera se colaron 9 pilotes por tendido, 5 en el

primer colado y 4 en el segundo, y se hicieron hasta 4 tendidos por zona trasladando la cimbra de una zona a otra mientras que en la anterior se hacía el segundo colado.

El colado de los pilotes se ejecutó haciendo artesas donde se vaciaba el concreto de las ollas cuando éstas no podían vaciar directamente, después colocarlo a base de carretillas y botes en cada pilote. En algunas ocasiones se utilizó homba telescópica cuando se tenían varias zonas coladas que provocaban acarreos excesivos. Se tuvo especial cuidado para que después de cada colado, se hiciera limpieza en las zonas donde se efectuaría la segunda etapa de colado Figura III.3.3.1.

b) Materiales

Especificaciones.- El acero especificado por el estructurista fue con un límite de fluencia entre 4000 y 5000 kg./cm².

Suministros.- Se calculó de acuerdo al programa y a la totalidad de acero, 7 semanas y 137.5 toneladas respectivamente, que se habilitaron y armaron 4050 kg./día o bien 22300 kg./semana, considerando un 5% adicional por desperdicios de material y 5.5 días a la semana, de acuerdo a los porcentajes de participación mencionados, resultó que 7600 kg. correspondían al acero del número 3, y que 14700 kg. eran de acero del número 8. Para fines de suministro se concluyó que se requerían en la obra semanalmente 8 toneladas de acero del número 3 y 15 toneladas de acero del número 8, iniciando la última semana de septiembre. Puede observarse que el acero se solicitó una semana antes del inicio de los colados, con el fin de tener preparados los armados de los pilotes cuando menos tres días antes de ser utilizados.

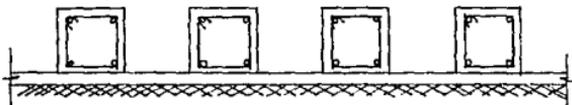
En el caso de la cimbra y en función de los metros cuadrados requeridos por pilote, se habilitaron cuatro juegos de cimbra para cada colado. Tomando en cuenta que el número total de pilotes fue de 890 para toda la obra, se analizó la posibilidad de utilizar cimbra metálica sustituyendo a la cimbra tradicional a base de bastidor de madera forrada con triplay, ya que en el segundo caso se tiene un promedio de usos de 6 a 8, y en el de la cimbra metálica se incrementa hasta 40 o más usos.

El concreto utilizado fue de acuerdo a las especificaciones del proyectista: concreto clase I con módulo de elasticidad $E = 14000 \text{ QRSfc kg./cm}^2$, peso volumétrico $P.V. = 2.2 \text{ ton/m}^3$ y una resistencia a la compresión simple $f_c = 250 \text{ kg./cm}^2$, con agregados de tamaño máximo de 3/4"; todo el concreto utilizado para colar pilotes fue premezclado con revenimiento igual a 10 cm.

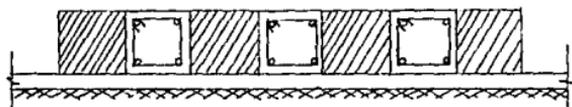
c) Mano de obra

El total de acero que se armó por semana fue de 22.3 toneladas, que se logró con 17 parejas de fierros considerando que una pareja produce 1.65 ton/semana, de acuerdo al armado y tipo de pilotes.

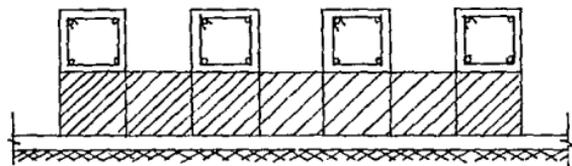
1^{er} Tendido
1^a Etapa



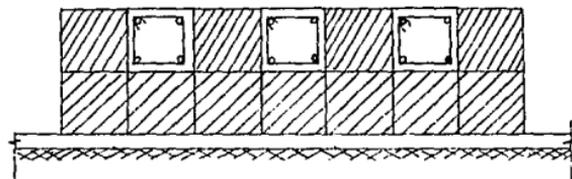
1^{er} Tendido
2^a Etapa



2^{do} Tendido
1^a Etapa



2^{do} Tendido
2^a Etapa



U N A M

FACULTAD DE INGENIERIA

PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL

TESIS
PROFESIONAL

Colado de pilotes

Figura No. III 3-3-1

La mano de obra para la cimbra se concluyó que con tres parejas de carpinteros se cubría la necesidad de hacer 550 m² a la semana, considerando que una pareja produce en promedio 45 m² por día.

Para ejecutar el colado de 5 pilotes al día que representan un volumen de 20 m³ diarios, se estimó que con una cuadrilla compuesta por 2 oficiales albañiles y 4 ayudantes, se llevarían a cabo los trabajos.

d) Equipo y herramienta

El equipo para habilitar el acero fue una cortadora y dobladora eléctrica, así como equipo de corte y una planta de soldar para llevar a cabo las soldaduras en acero del no. 8 y en las placas de unión de los pilotes. Para llevar a cabo los colados se contempló la utilización de un vibrador eléctrico y tener uno de gasolina como reserva. También fue necesario en algunas ocasiones rentar una bomba telescópica.

III.3.3.2 HINCADO DE PILOTES

De acuerdo al programa general de obra las actividades del hincado de pilotes inician la tercera semana de noviembre y terminan la segunda semana de diciembre, es decir cuatro semanas, para tener un promedio de hincado de 8 pilotes por día.

Para el hincado se utilizó una piloteadora montada sobre una grúa LINK-BELT, con un martinete de 6 toneladas que al correr sobre una barra guía y golpear sobre la cabeza del pilote lo fueron hincando hasta la profundidad de proyecto.

El proceso de hincado se inició transportando los pilotes del sitio del colado al sitio de hincado, previamente localizado por medios topográficos, haciendo uso de un camión de plataforma y de una grúa de 15 toneladas de capacidad; posteriormente el pilote es hizado y colocado en posición vertical para empezar a hincarse sin haber hecho perforación previa hasta dejar solo un metro sin hincar y proceder a unir la segunda parte del pilote mediante soldadura aplicada perimetralmente en la unión de las dos placas previamente biseladas a 60 grados, como se muestra en el detalle 2 de la figura III.2.1, el proceso del hincado se continúa hasta alojar el pilote a una profundidad promedio de 30 metros a partir del terreno natural.

III.3.4 EXCAVACION

El volumen total de excavación del módulo IV fue de 22,300 m³ que se ejecutaron en 9 semanas, iniciando la cuarta semana de noviembre y terminando la cuarta semana de enero, lo que representó excavar un promedio de 2500 metros cúbicos por semana, esto se logró utilizando dos retroexcavadoras con la finalidad de tener dos frentes de ataque.

Para escoger el tipo de retroexcavadoras a utilizar se analizó la "zona de trabajo" que la determinan parámetros como la profundidad de excavación y el alcance y la altura de descarga requerida; la combinación de estos parámetros con otros como el tipo de material y la capacidad del cucharón nos representan diferentes rendimientos.

La profundidad de excavación y el alcance son determinados por la extensión de la pluma, el brazo excavador y el cucharón. El alcance es la distancia a la cual una excavadora puede vaciar su carga sin trasladarse girando hasta 360 grados. La altura de descarga el espacio libre bajo el cucharón cuando este gira para efectuar la descarga.

Para determinar las retroexcavadoras que dieran un rendimiento adecuado al volumen por excavar de 2500 m³ por semana, considerando que la profundidad de excavación es de 5 metros y el material a excavar es arcilla mojada, como primer paso se calculó la producción horaria tomando como base la producción semanal.

$$\begin{aligned}\text{Rendimiento} &= \text{producción semanal/horas disponibles por semana} \\ &= 2500 \text{ m}^3 \times \text{sem} / 5.5 \text{ días} \times 8 \text{ hr al día} \\ &= 56.82 \text{ m}^3 / \text{hr}\end{aligned}$$

Posteriormente se afectó la producción por un factor de carga, factor de giro, profundidad de corte y eficiencia con la finalidad de que el rendimiento horario fuera más real y así determinar con mayor seguridad el equipo a emplear. El factor de carga se tomó considerando que el material por excavar es de carga media con un factor igual a 0.80; el factor por ángulo de giro se consideró igual a 0.86 para un giro de 90 grados; el factor para la profundidad de corte de 6 metros es igual a 0.95 y por último, la eficiencia se tomó igual al 83% considerando que se aprovechan 50 minutos por hora de trabajo, aplicando estos factores al rendimiento horario resulta:

$$\text{Rendimiento} = 56.82 \text{ m}^3 \times \text{hr} / 0.80 \times 0.86 \times 0.95 \times 0.83$$

$$\text{Rendimiento ajustado} = 104.73 \text{ m}^3 / \text{hr}.$$

Con el rendimiento ajustado se procedió a determinar qué equipo era el adecuado para realizar estos trabajos, en esta selección se consideró el material por excavar como arcilla arenosa determinando dos equipos con un cucharón de capacidad igual a 0.76 m³ (1 yarda cúbica); conocida la capacidad del cucharón se determinó el modelo de retroexcavadora verificando que cumpliera con la profundidad de excavación, el modelo seleccionado fue el 215 SA de Caterpillar con una profundidad máxima de excavación de 20 pies y 6 pulgadas lo que equivale 6.25 m, cubriendo perfectamente la necesidad de excavar a 5 m para desplantar la losa de cimentación.

El área total por excavar se dividió en tres zonas y cada una de estas zonas se integró por tres tableros denominados a, b y c, para dar un total de 9 tableros de aproximadamente 30 metros de lado, cumpliendo así la recomendación del estudio de mecánica de suelos. La excavación se inició por la etapa, la ubicada entre los ejes 26'-30 y E-J; cuando se registró

un avance de aproximadamente el 25% en esta etapa, se iniciaron las actividades de afine del fondo de la excavación, colocación de plantilla y descabece de pilotes; inmediatamente después se procedió a armar la losa de cimentación así como desplantar los muros perimetrales, contratraves y dados de cimentación.

Debido a que los accesos de la zona de trabajo localizados uno por la calle Sidar y Rovirosa y otro por la zona de estacionamiento ya funcionando de la primera etapa, se obstruyeron a medida que avanzaba la excavación, se siguió la secuencia iniciando con el tablero central y posteriormente los extremos para cada una de las zonas, de esta manera se tuvo acceso libre básicamente para los colados de los elementos de cimentación que se iniciaron tan pronto como se tuvo preparado el armado y cimbrado de los elementos mientras que en otra zona se iniciaba la excavación cuando en la anterior se tuvieran elementos colados cuando menos a la mitad de su altura para evitar hundimientos en el terreno.

En esta etapa no fue necesario instalar un sistema de bombeo para abatir el nivel freático, ya que el contenido de agua del material permitió la excavación solo canalizando el agua a cárcamos de achique situados en los extremos de la excavación sobre los ejes A y N.

III.3.5 LOSA DE CIMENTACION, MUROS, DADOS Y CONTRATRAVES

De acuerdo a las características de secciones y refuerzos de los elementos de la cimentación descritos en el capítulo III.2, se obtuvo que se colocarían un total de 850 toneladas de acero, 4,480 m³ de concreto y se utilizarían 12,820 m² de cimbra.

a) Ejecución de los trabajos

Los trabajos de cimentación o subestructura se iniciaron con el afine a mano del fondo de la excavación para dar los niveles de desplante de la losa y con la demolición de las cabezas de los pilotes con rompedoras neumáticas para dejar libre el acero de refuerzo y ligarlo con el acero de losas y contratraves mediante los dados de cimentación; posteriormente se colocó una plantilla de concreto de 5 cm. de espesor y con una resistencia a la compresión $f_c = 150 \text{ kg./cm}^2$, sobre toda el área excavada revisando los niveles para tener las mínimas variaciones posteriormente en el espesor de la losa; ya colada la plantilla se procedió a armar los muros perimetrales, contratraves, losa y dados.

El acero se cortó y habilitó en la zona marcada inicialmente en el plano logístico ubicada entre los ejes 24-25 a un lado de la zona de almacenaje en el estacionamiento, esta zona se eligió por tener acceso para depositar directamente el acero suministrado a la zona de almacenamiento del acero y de ahí llevarlo a los bancos de habilitado evitando acarrees innecesarios; el acero se llevó al sitio de trabajo en atados completos o elementos habilitados utilizando la grúa torre.

Al habilitar el acero se verificó que la longitud o desarrollo de los elementos establecida de acuerdo a la sección, recubrimientos y ganchos marcados por el proyecto, se cumplieran

optimizando las longitudes estándar del acero, de esta manera se trató de evitar que se incrementara el porcentaje de desperdicios.

Para cimbrar muros, contratraves y dados, se utilizó cimbra tradicional a base de bastidor de madera y hojas de triplay de 3/4" de espesor formando tableros de 1.22 x 2.44 m, el uso de este tamaño de tablero fue por la razón de hacer los movimientos de la cimbra cuando todavía no se contaba con la grúa torre, posteriormente se habilitaron tableros hasta de 4.88 x 2.44 m.

Para formar el bastidor se utilizó barrote de 4 x 10 cm de sección y 2.44 m de longitud separados a cada 30 cm, en los extremos del tablero se utilizó el mismo barrote, para dar el espesor requerido por cada elemento se utilizaron separadores metálicos de acero (moños) con una distribución tal que por cada tablero se utilizaron 6 piezas, apoyados sobre polines de 4" de sección colocados horizontalmente para detener los tableros.

Los colados se efectuaron al inicio utilizando bomba telescópica o estacionaria y básicamente se utilizó la grúa torre y bacha. En los colados de losa de cimentación se verificó constantemente el espesor mediante el uso de un escantillón además de las referencias marcadas por topografía. Los colados de muros y contratraves se ejecutaron en dos etapas de 2.35 m de altura cada una; los cortes de colado siempre se verificaron que se hicieran a un quinto de claro antes o después de un cruce de ejes, el corte se hizo con una inclinación de 45 y 80 grados en losas y contratraves respectivamente y con la inclinación hacia el eje más cercano.

Como una medida para asegurar que las superficie de unión entre colados siempre estuviera limpia y picada, se estableció que cuando el concreto alcanzara su fraguado, se retiraran los tapones y se procediera a picar la superficie, así como efectuar limpieza del acero y limpieza general en la zona donde se efectuó el colado. Al retirar la cimbra y para evitar agrietamientos en la superficie del concreto se hizo un curado aplicando curacreto.

b) Materiales

Acero.- El acero de refuerzo especificado por el estructurista fue un límite de fluencia entre 4000 y 5000 kg/cm². También se estableció que en la colocación de acero no se traslapara más del 50% del refuerzo en una misma sección, para el caso de los nudos o cruces las uniones del refuerzo principal se ubicaron cuando menos a dos veces el espesor del elemento, los estribos se habilitaron con una dimensión menor de 4 a 5 cm. para garantizar el recubrimiento de 2 cm. especificado; para las uniones en las varillas del número 8, 10 y 12 se especificó soldaduras a tope utilizando electrodos 90-18.

Los volúmenes obtenidos para losa de cimentación, dados y contratraves fue de 690 toneladas, considerando un 5% de desperdicios se requirieron en total 725 toneladas, las que se habilitaron y colocaron en 11 semanas dando un promedio de 66 ton/semana; atendiendo a las características de refuerzo en cada elemento, el 48% correspondió al acero del número

12 (32 ton/sem), el 5% para el acero del número 10 (3 ton/sem), el 4% para el diámetro del número 8 (3 ton/sem), el 1% para las varillas del número 6 (1 ton/sem), el 20% para el diámetro del número 5 (13 ton/sem) y el 22% correspondió al acero del número 4 (15 ton/sem).

En la losa tapa o de planta baja se calculó que requería de 125 toneladas, de las cuales el 70% correspondió al acero del número 3, el 10% a las varillas del número 5, el 5% para el acero del número 6 y el 15% a varillas del número 8, que representan 87, 13, 6 y 19 toneladas por semana respectivamente. El desglose de suministros puede verse en la Figura III.3.5.1.

Cimbra.- Los suministros de materiales para la cimbra se determinaron de acuerdo al siguiente criterio; apeándose al programa de obra los 12,820 m² se ejecutaron en 11 semanas lo que implicó hacer 1,165 m² por semana, para cubrir este volumen de cimbra, se necesitaron 390 tableros de 1.22 x 2.44 m. Se consideró que la cimbra habilitada tuviera como promedio 2.5 movimientos a la semana lo que determinó que los tableros requeridos fueran 156; el número total de usos se tomó igual a 8, lo que implicó que en un tiempo de 3 semanas se sustituyera la cimbra, haciendo un total de cuatro suministros uno cada tres semanas.

Si para cada tablero se necesitaron 5 largueros (barrote) de 4.13 x 10.2 cm de sección colocados a cada 30 cm, además de 2 barros de 1.22 de largo colocados en los extremos del tablero; también se necesitaron 6 maderas o refuerzo transversal al tablero de polín de 4" x 4" colocados a cada 60 cm en donde se apoyaron dos tableros; por cada tablero se necesitaron 6 separadores (moños) que se ubicaron en los cruces de los largueros y maderas, además de 80 clavos de 4" de longitud y 55 clavos de 2".

De esta manera cada suministro se solicitó que se integrara de la siguiente manera: 156 piezas de triplay de 3/4" de espesor, 625 piezas de barrote de 4.13 x 10.2 x 244 cm, 936 piezas de polín de 10.2 x 10.2 x 244 cm (4" x 4" x 8"), 12 millares de clavos de 4" (156 kg), 8 millares de clavos de 2" (62 kg).

Adicionalmente a este suministro se consideró que por cada movimiento se utilizara 40 clavos de 4" por tablero que representó un total de 6 millares que se debieron tener como reserva constante en el almacén.

Concreto.- EL concreto especificado para la subestructura fue del tipo I, con módulo de elasticidad $E = 14000 \text{ QRSfc kg/cm}^2$, peso volumétrico de 2200 kg/m³ y resistencia a la compresión $f_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ y agregado máximo de 3/4" (20 mm). La totalidad del concreto para la cimentación fue de 5600 m³ y el promedio por semana fue de 510 m³ que se colocaron con bomba, grúa y bacha, en el caso de utilizar bomba se solicitó un revenimiento de 14 cm y cuando se utilizó bacha de 12 cm, El desglose de la cantidad de concreto colocado puede verse en la Figura III.3.5.1, en la que se aprecia como varía el volumen de concreto por semana al integrarse las necesidades para losa, muros, contrarribes y dados de cimentación, además de la losa tapa de acuerdo al programa de obra.

c) Mano de obra.

Acero.- La fuerza de trabajo requerida para habilitar y colocar 66 toneladas de promedio semanal, considerando una producción de 1.10 ton/sem/pareja (200 kg/dfa/pareja), resultaron 60 parejas de fierros; la variación de la mano de obra se puede observar en la Figura III.3.5. 1.

Cimbra .- De igual manera se determinó que para hacer 1165 m2 por semana de cimbra se necesitaron 26 parejas de carpinteros, considerando que producen 45 m2/sem/pareja, ver Figura III.3.5.1.

Concreto.- Para colocar un volumen semanal de 510 m3 se calculó que se necesitaba una cuadrilla de 4 oficiales y 6 ayudantes.

d) Equipo y herramienta.

Se solicitó una cortadora y una dobladora eléctrica, equipo de corte , planta de soldar, compresor y vibradores eléctricos y de gasolina.

III.3.6 RELLENOS

Cuando la losa de planta baja fue colada se procedió a impermeabilizar y rellenar con material de banco compactado al 90% de la prueba Proctor en capas de 20 cm de espesor, el espacio formado por los muros perimetrales y los taludes de la excavación.

El volumen total de relleno fue de 715 m3 que se suministraron y colocaron a razón de 180 m3/semana. Para extender y compactar el material se programaron 6 ayudantes y un operador de maquinaria menor.

IV. ESTRUCTURA

En edificación el diseño estructural es un proceso creativo mediante el cuál se definen las características detalladas de un elemento que estará sometido a diferentes sollicitaciones (carga viva, muerta, sismo) el que resista depende de haber hecho una adecuada elección de la forma dimensiones y materiales.

La estructura cumplirá su función si no sufre fallas al imponerle las cargas a las que va estar sometida.

Para el diseño de la estructura, primero se clasifica como lo indica el Reglamento del Distrito Federal en los siguientes artículos.

IV.1.1. CLASIFICACION DE LAS CONSTRUCCIONES SEGUN SU DESTINO

- Grupo A:** Construcciones que son especialmente importantes a raíz de un sismo o que en caso de falla causarían pérdidas importantes, tal es el caso de plantas y subestaciones eléctricas, centrales telefónicas, estaciones de bomberos, archivos, registros públicos, hospitales, estadios, auditorios y museos.
- Grupo B:** Construcciones de menor importancia como: plantas industriales, gasolineras, comercios, bancos, hoteles, oficinas y bardas cuya altura exceda de 2.50 m.
- Grupo C:** Construcciones que al fallar no ocasionaran daños a estructuras de los grupos anteriores, en este grupo están las bardas de 2.50 m. y bodegas provisionales.

IV.1.2. CLASIFICACION DE LAS CONSTRUCCIONES SEGUN SU ESTRUCTURACION

- TIPO 1.** Se incluyen en este tipo aquellas construcciones en que las fuerza laterales se resisten en cada nivel mediante marcos continuos contraventeados o no por diafragmas o muros, o por combinaciones de diversos sistemas como los mencionados, comprende también a bardas, torres y chimeneas.

- TIPO 2. Este grupo comprende a los tanques de almacenamiento de fluidos.
- TIPO 3. Muros de retención.
- TIPO 4. Otras estructuras.

IV.13. CLASIFICACION DE TERRENOS DE CIMENTACION

- TIPO I. Este tipo considera suelos firmes como tepetate, arenisca medianamente cementada, arcilla muy compactada.
- TIPO II. Suelos de baja rigidez, como arcas no cementadas o limos de mediana o alta compacidad y arcillas de mediana compacidad.
- TIPO III. Arcillas de origen volcanico, altamente comprensibles, con interrelaciones de arena en pequeñas capas o en lentes. El espesor del material comprensible es mayor a 20 m.

REGIONALIZACION SISMICA DE LA REPUBLICA MEXICANA.

La República Mexicana se dividen en 4 zonas sísmicas que son A, B, C y D.

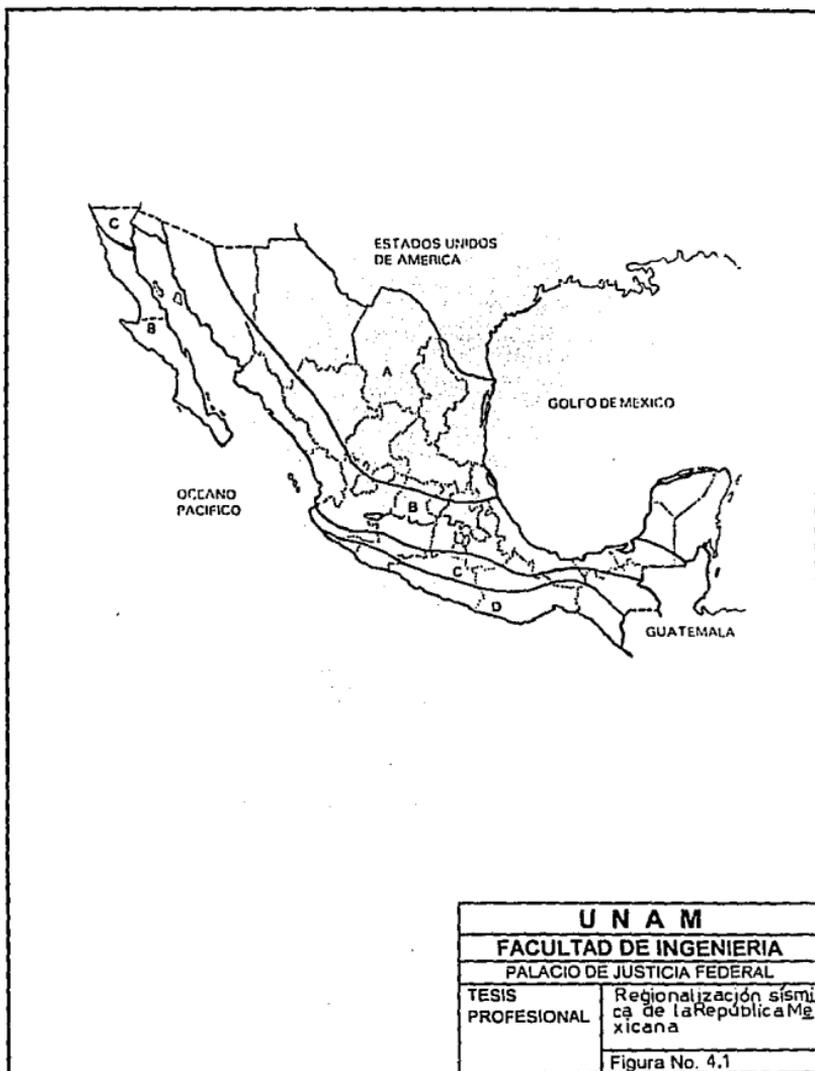
La Zona A es la de menor intensidad sísmica y la Zona D de mayor intensidad.
Figura 4.1

CLASIFICACION DE LA SUPREMA CORTE DE JUSTICIA.

De los artículos mencionados el edificio de la Suprema Corte de Justicia Federal, se clasifica como se indica a continuación:

ESTRUCTURA TIPO	I
GRUPO	A
ZONA	B
TERRENO TIPO	III

En base a esta clasificación se realizó el Diseño Estructural.



IV.2 ESTRUCTURACION

IV.2.1. SOLUCION ESTRUCTURAL

De los estudios de mecánica de suelos la solución estructural para la cimentación del Palacio de Justicia consistió en pilotes de fricción combinados con un cajón de cimentación formado por una losa de cimentación de 30 y 50 cm. de espesor, contratrabes, muros perimetrales y una losa tapa maciza de 15 cm. de espesor. La superestructura es a base de marcos elásticos formados por losas aligeradas con bloques de poliestireno y doble capa de concreto de 50 cm. de peralte; las losas se apoyan sobre columnas interiores de sección circular, y en muros de concreto reforzado que bordean al edificio.

Las Cargas Viva y Muerta consideradas fueron las siguientes:

A) CARGAS MUERTAS

M A T E R I A L

Concreto simple con módulo de elasticidad	
$E = 14,000 \text{ QRS}(f'c) \text{ kg / cm}^2$	2,200 kg / m ³
Tabique rojo recocido $e = 14 \text{ cm. sin acabados}$	250 kg / m ²
Pisos incluyendo firmes	150 kg / m ²
Rellenos y pisos en azotea	180 kg / m ²
Herrería y cancelería	50 kg / m ²
Falso plafón	60 kg / m ²

B) CARGAS VIVAS

	CIMENTACION	SISMO	DISEÑO
OFICINAS	100 kg / m ²	180 kg / m ²	250 kg / m ²
ESCALERAS	40 kg / m ²	150 kg / m ²	350 kg / m ²
AZOTEA	15 kg / m ²	70 kg / m ²	100 kg / m ²
VESTIBULOS	40 kg / m ²	150 kg / m ²	350 kg / m ²

IV.2.2 ANALISIS

El análisis sísmico de los edificios se hizo utilizando un coeficiente sísmico de 0.40 que corresponde a la zona III (compresible). Tal como la indica el Reglamento de construcción del Departamento del Distrito Federal, como se trata de una estructura del tipo "A" el valor se incremento un 50% quedando finalmente $c_s = 0.60$

Para torsión se considero tomando en cuenta los valores de $1.5c_x + 0.1b c_y - 0.7b$ donde: c_x , c_y son excentricidades torsionales de rigideces en cada entrepiso y b es la dimensión en la dirección x , y .

Para los desplazamientos horizontales se considero un valor máximo de 0.012 veces la diferencia entre elevaciones correspondientes de niveles.

COLUMNAS

Las columnas fueron diseñadas plasticamente, para la condición más desfavorable de la interacción de carga axial y momento flexionante que actúan en las dos direcciones ortogonales a las cargas de las mismas, utilizando un factor de reducción.

Para la condición de carga estática se incrementaron los valores de momentos y carga axial por un factor de carga de 1.5

En el caso de la acción de carga estática más los efectos sísmicos dinámicos se afectaron los valores de los elementos mecánicos por un factor de carga de 1.1.

LOSAS ALIGERADAS

Losas aligeradas se revisaron considerando que forman marcos elásticos con columnas y para el análisis de dichos marcos se utilizo el método desarrollado por el profesor H. Cross.

En el caso de la acción de cargas verticales más la acción de las cargas sísmicas se siguieron los lineamientos marcados en el Reglamento del Distrito Federal y que a continuación se describe:

- A: Se considero para cargas laterales anchos equivalentes con valor de $C=3h$
- B: El refuerzo de las nervaduras que pasan por la zona maciza de capitel absorben los esfuerzos por sismo.

C: La zona maciza de capitel alrededor de las columnas tienen cuando menos una dimensión de dos veces el péralte de la losa a partir del paño de las mismas.

D: Para cargas verticales las columnas tendrán la mitad de su rigidez angular.

Para la revisión de las nervaduras, se utilizo la teoría plástica y el momento resistente se obtuvo por medio de las siguientes formulas:

$$MR = FR \cdot b d^2 \cdot f'c \cdot q \cdot (1 - 0.5 q)$$

$$MR = FR \cdot A_s \cdot f_y \cdot d \cdot (1 - 0.5 q)$$

Donde:

b = Ancho efectivo de la nervadura

d = Peralte efectivo

$$q = \frac{p \cdot f_y}{f'c}$$

$$p = \frac{A_s}{b \cdot d}$$

A_s = Area de acero en tensión

Por lo que respecta a la fuerza cortante, las losas se revisaron como vigas anchas y por penetración a d/2.

Para la revisión $d/2$ se considero por carga vertical la siguiente expresión:

$$V_u = \frac{V_u}{b_o \cdot d}$$

Donde:

b_o = Es el perimetro de la sección critica.

V_u = La fuerza cortante de diseño.

Esta expresión es válida cuando no existe transferencia de momento columnas-losa, que es el caso por carga estática debido a la simetría, continuidad y regularidad de la estructura.

Cuando se transmiten momentos se supondrá que se transmite una fracción del mismo, dado por el algoritmo que se describe a continuación.

$$d = 1 - \frac{1}{1 + 0.67 (C1 + d) / (C2 + d)}$$

Donde:

- C1 = Dimensiones paralelas al momento
- C2 = Dimensiones perpendiculares al momento
- d = Peralte de la losa

TRABES

Para el análisis de traves por carga vertical se utilizó también el método del Profesor H.Cross y una vez obtenido se procedió a combinar los efectos estáticos, más carga sísmica.

El momento resistente de cada sección se obtuvo con la expresión ya conocida:

$$\begin{aligned} MR &= FR \cdot bd^2 \cdot f'c \cdot q \cdot (1 - 0.5q) \\ MR &= FR \cdot As \cdot fy \cdot d \cdot (1 - 0.5q) \end{aligned}$$

Como en el caso de las losas aligeradas, se despreció el acero de refuerzo a compresión, respecto a la fuerza cortante se utilizaron las formulas siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Si } P &= 0.01 & VcR &= FRbd (0.2 + 30p) f'c \\ \text{Si } P &= 0.01 & VcR &= 0.5 FR bd f'c \end{aligned}$$

$$S = \frac{FR \cdot A_v \cdot f_y \cdot d \cdot (\sin \theta + \cos \theta)}{V_u - VCR} \leq \frac{FR \cdot A_v \cdot f_y}{3.5 \cdot b}$$

Donde:

S	=	Separación del estribo	◊ Angulo que el refuerzo forma con el eje de la pieza.
V _u	=	Cortante último	
f ^c	=	0.85f ^c	
A _v	=	Area de acero del estribo	

El análisis se hizo por medio de programas de computadora elaborado por el departamento de computo del grupo Diseño y Supervisión Ingenieros Consultores DYS, S.C. Información tomada de la Memoria de Cálculo.

IV.2.2 DESCRIPCION DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

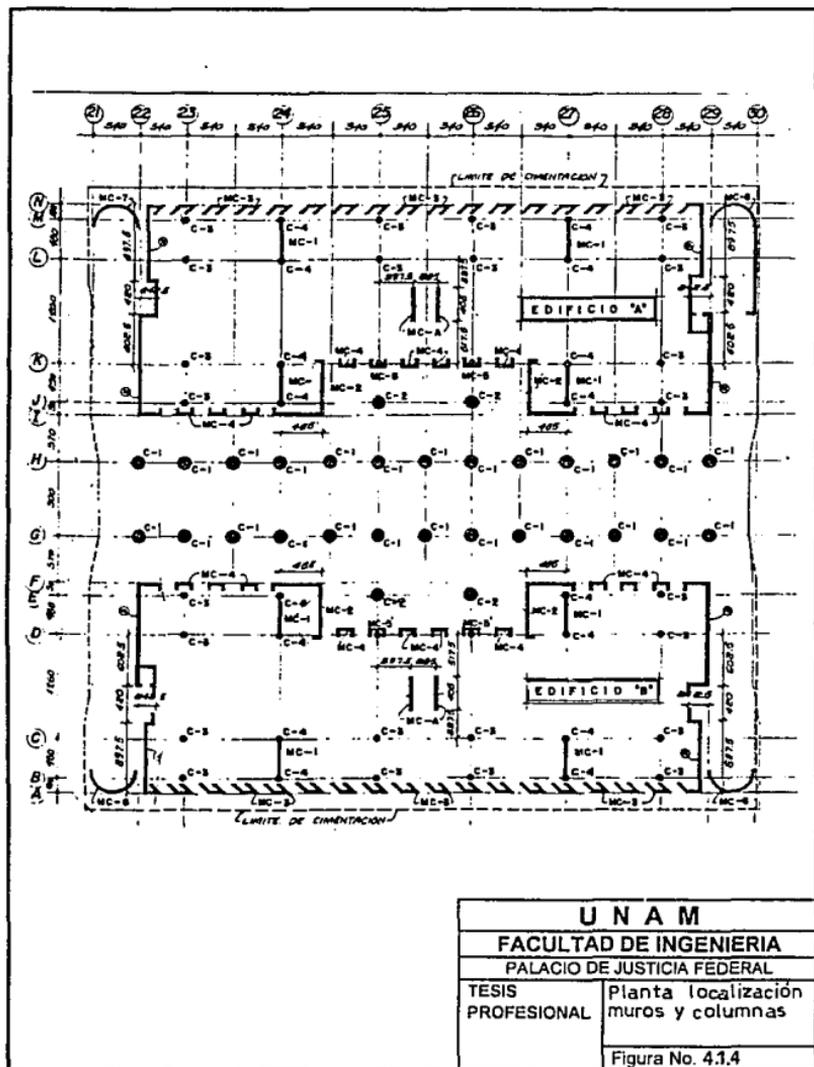
Se tienen 4 tipos de columnas:

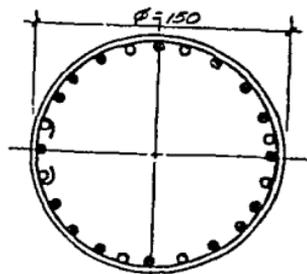
TIPO	O (m)	CANTIDAD
C - 1	1.50	26
C - 2	1.50	4
C - 3	0.90	24
C - 4	0.90	16

Las columnas están distribuidas como se muestra en la Figura 4.1.4.

El tipo de columnas C-1 tienen un diámetro de 1.50 m. y va de la cimentación a azotea armada con 8 varillas del No. 10 más 16 de No. 8 con estribos del No. 4 a cada 12 cm. Figura 4.1.5.

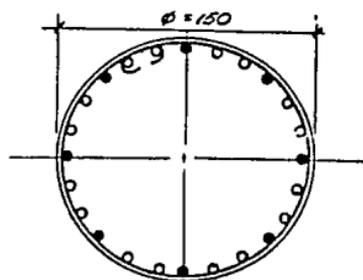
La columna C-2 tiene un diámetro de 1.50m. y va de cimentación a nivel más 2, armada con 16 varillas del No. 10 más 8 del No. 8 con estribos del No. 4 a cada 12 cm. y del nivel más 2 a azotea disminuye su diámetro a .90 m. armada con 20 varillas del No. 8 y estribos del No. 4 a cada 12 cm. Figuras 4.1.6 y 4.1.7





REFZO: 8/10° + 16/8°
 ESTRIBOS: 1/2" x 1/2"

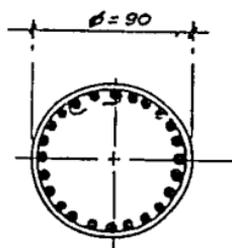
U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Columna C-1
	Figura No. 4.1.5



REFZO : $14/10 + 8/8$
 ESTRIBOS : $14/212$

SECCION

DE CIMENTACION A NIVEL +2



ESTRIBOS : $14/212$
 REFZO : $20/8$

SECCION

DE NIVEL +2 A AZOTEA

Figura 4.16

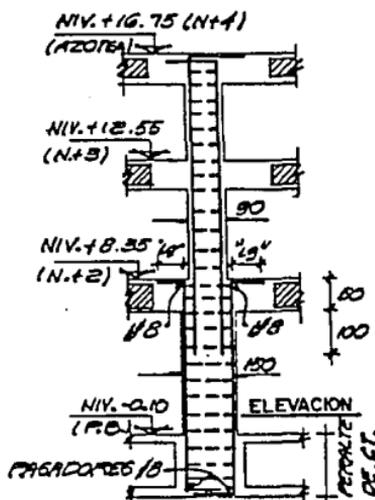


Figura 4.17

U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Columna C-2
Figura No. 4.16, 4.17	

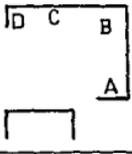
La columna C-3 tiene un diámetro de 0.90 m. va de cimentación a nivel más 2 armada con 10 varillas del No. 10 más 10 del No. 8 con estribos del No. 4 a cada 12 cm., del nivel más 2 a azotea cambia de armado, 20 varillas del No. 8 y estribos del No. 4 a cada 12 cm. Figura 4.1.8

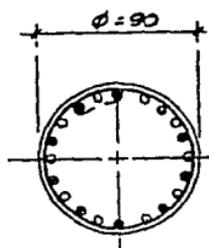
La columna C-4 va de cimentación a azotea armada con 20 varillas del No. 10 y estribos del No. 4 a cada 12 cm. Figura 4.1.9

MUROS

Por su forma se tienen 9 tipos de muros y están localizados como se muestra en la Figura 4.1.4

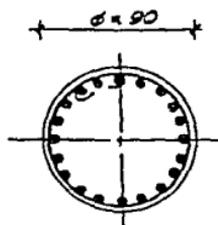
En la siguiente tabla se resumen los tipos de muros de carga de concreto reforzado.

TIPO	CANTIDAD	INICIO	TERMINA	FORMA
MC-1	8	P.BAJA	AZOTEA	
MC-2	4	SECC. 1 CIMENTACION	1er. NIVEL	
		SECC. 2 2o. NIVEL	2o. NIVEL	
MC-3	16 X 2	P.BAJA	3er. NIVEL	
MC-4	20	CIMENTACION	3er. NIVEL	
MC-5	2	P.BAJA	NIVEL más 2	
MC-5'	2	P.BAJA	NIVEL más 2	
MC-6	2	CIMENTACION	3er. NIVEL	
MC-7	1	SECC. 1 CIMENTACION	P.BAJA	
		SECC. 2 1er. NIVEL	3er. NIVEL	
MC-8	1	P.BAJA	AZOTEA	



ESTRIBOS: 1/212
REFZO: 10/10° + 10/8°

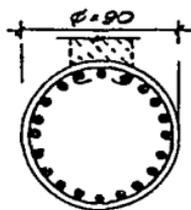
SECCION
DE CIMENTACION A NIV.+2



ESTRIBOS: 1/212
REFZO: 20/8

SECCION
DE NIV.+2 A AZOTEA

U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Columna C-3
Figura No. 4.1.8	



REF: 20/10
ESTR: 1/212

SECCION

U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Columna C-4
Figura No. 4.19	

El muro MC-1 tiene un espesor de 30 cm. y 4.80 m. de largo va unido al inicio y al final con una columna del tipo C-4, inicia en planta baja o azotea, armado con varillas del No. 4 a cada 20 cm. con 2 de No. 4 adicionales en el traslape con la columna Figura 4.1.10

El muro MC-2 tiene un espesor de 30 cm. y una longitud de 6.75 m. por 5.50 m. en el tramo A armado con 8 varillas del No. 10 más 8 estribos del No. 4 a cada 20 cm. en los extremos 4 varillas del No. 10, formando un castillo de 25 por 30 cm.

El tramo B tiene una longitud de 4.8 m. armado con varillas de No. 4 a cada 20 cm.

El tramo C tiene una longitud de 0.90 m. por 1.90 m., armado con 10 varillas del No. 10 más 12 del No. 8 y estribos del No. 4 a cada 20 cm.

El tramo D tiene una longitud de 1.90 por 0.90 m. armado con 10 varillas del No. 10 más 12 de No. 8 y estribos del No. 4 a cada 20 cm. en las esquinas 4 varillas del No. 10 Este muro va de planta baja a primer nivel Figura 4.1.11 y 4.1.12, en el segundo nivel cambia de forma sección 2.

El muro MC-3 tiene forma de grapa a 45º y va de planta baja a 3er. Nivel armada con 12 varillas del No. 10 más 16 del No. 8, con 3 estribos del No. 4 a cada 15 cm. más 4 estribos del No. 3 a cada 15 cm. Figura 4.1.13.

El tipo de muro MC-4 tiene forma de grapa a 90º armada con 12 varillas del No. 10 más 16 del No. 8, con estribos del No. 4 a cada 15 cm. más 4 estribos del No. 3 a cada 15 cm. Figura 4.1.14 a.

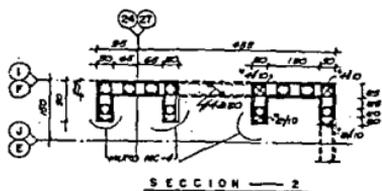
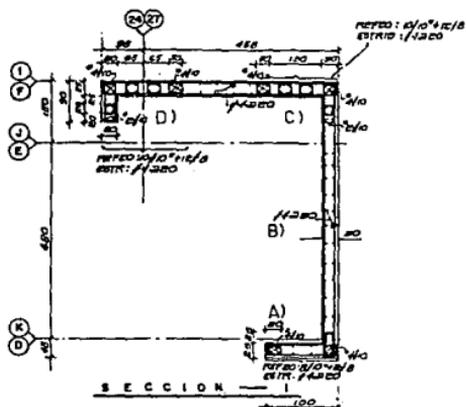
Muro MC-5, este tiene forma de grapa a 90º en el lado largo se intersecta con una columna de sección circular de 0.90 m. de diámetro, armada con 20 varillas del No. 8 y estribos del No. 4 a cada 15 cm., el muro armado con 12 varillas del No. 8 más 16 del No. 6, estribos del No. 4 a cada 15 cm. más 4 estribos del No. 3 a cada 15 cm. va de planta baja a nivel más 2, de nivel más 2 a azotea solo continua la columna Figura 4.1.14 b.

Muro 'MC-5' tiene forma de grapa a 90º no se intersecta con la columna, armado con 12 varillas del No. 8 más 16 varillas del No. 6, la columna con 20 varillas del No. 8 y estribos del No. 4 a cada 15 cm. va de planta baja a nivel más 2 y la columna continua del nivel más 2 a azotea Figura 4.1.15.

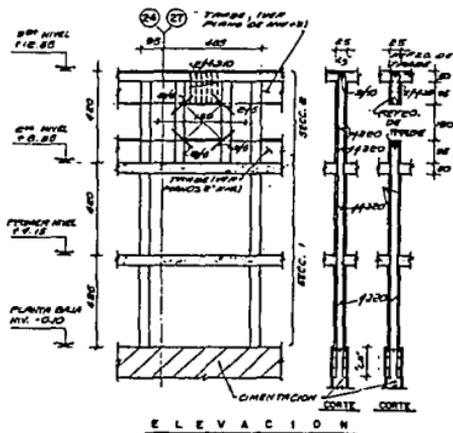
Los muros MC-6, MC-7 y MC-8 van en la zona de escaleras, el tipo de acero y la forma de armado se muestra en las Figuras 4.1.16, 4.1.17 y 4.1.18 respectivamente.

LOSAS DE ENTREPISOS

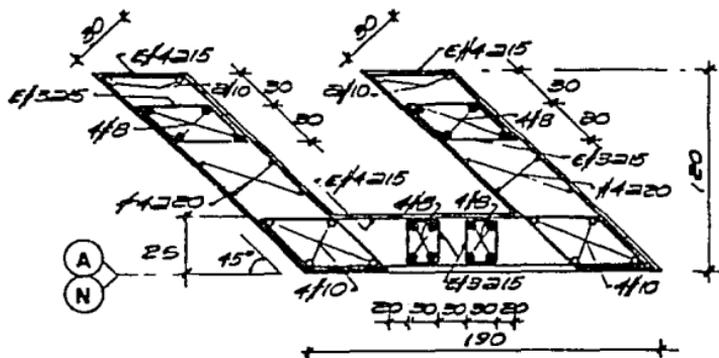
Las losas de entrepiso son nervuradas de 50 cm. de peralte aligerada con bloques de poliestireno de 60 x 60 ó 60 x 40 cm., con varilla del No. 3 adicional a cada centro de cajas en ambas direcciones y en los dos lechos. Figura 4.1.19



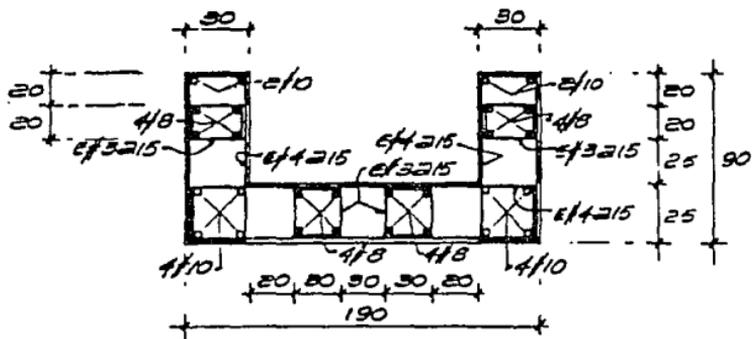
U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Muro MC-2
Figura No. 4.1.11	



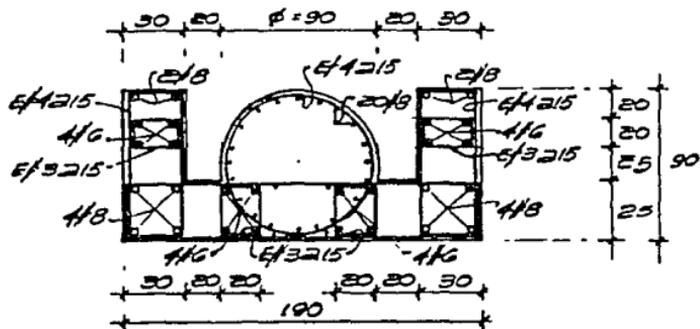
UNAM	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Muro MC-2
Figura No. 4.1.12	



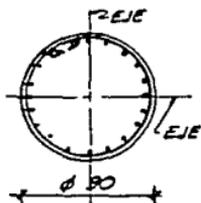
U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Muro - MC-3
Figura No. 4.113	



a)

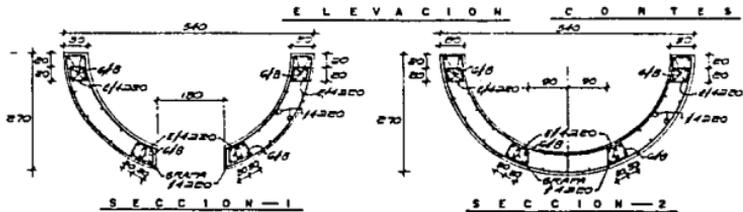
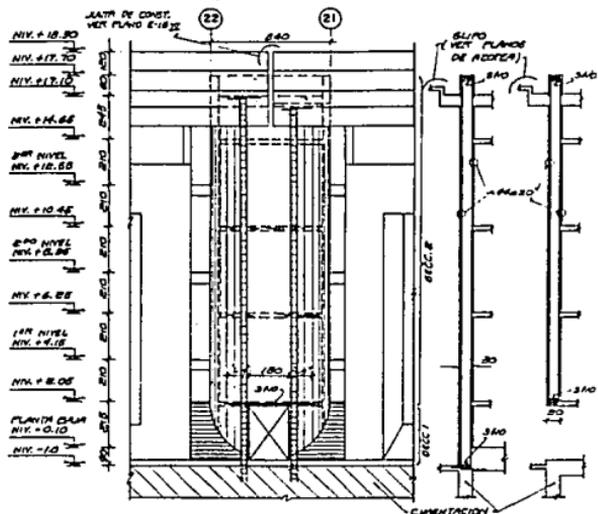


b)

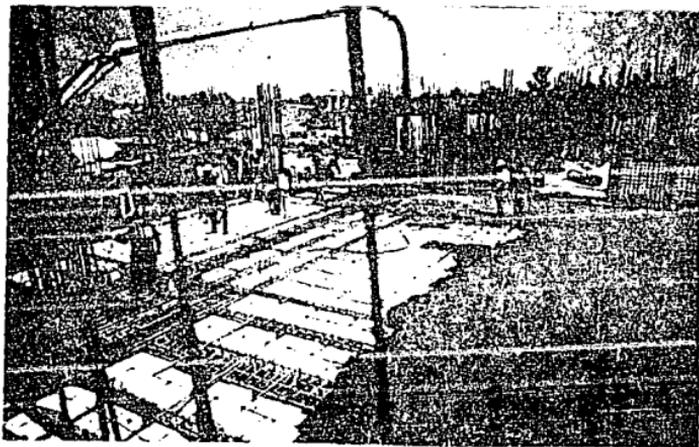
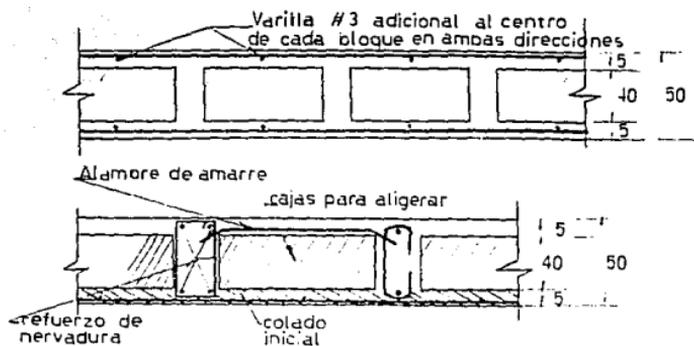


REF 20 : 20/8
ESTR : 4/215

U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Muros MC-4, MC-5
Figura No. 4.1.14 a, 4.1.14b	



U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Muro MC-7
Figura No. 4.1.17	



U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Losas de entresijos
Figura No. 4.1.19	

IV.3 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

El procedimiento constructivo de cada estructura puede variar y está en función del tipo de estructura de que se trate, este se elige considerando además del tipo de estructura, el tiempo programado para la ejecución.

En el caso del PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL, el procedimiento constructivo que se siguió fue similar en los cinco módulos (como ya se dijo en el capítulo I).

Para poder iniciar la construcción de la estructura del edificio, fue necesario, dejar las preparaciones en la cimentación con el fin de ligar la superestructura de acuerdo con el proyecto. También fue necesario, elaborar la requisición programada de los materiales (de acuerdo con las especificaciones requeridas), para contar con esos en su debido momento. Cabe mencionar, que debido a que en la construcción de la cimentación, así como de los módulos anteriores se dispuso de diversos recursos para su ejecución, para esta etapa, se contaba ya con diferentes equipos, destacando entre ellos. Una planta de concreto premezclado con ollas para transportar el concreto, una grúa torre para el movimiento de todos los materiales dentro de la obra una retroexcavadora, así como camiones de volteo y plataformas para el movimiento de tierras y materiales en general.

La construcción del módulo se inició, con el habilitado, acarreo y el armado insitu de los muros y columnas de la planta baja del edificio, partiendo de las preparaciones de acero dejadas en la cimentación.

Los primeros elementos en ser armados, fueron los muros cabecera del eje 29 localizados entre los ejes A - E y los ejes I - N, que posteriormente fueron cimbrados con tableros y apuntalados de madera (procedimiento tradicional) a una altura de 2.44 m. y finalmente fueron colados con grúa y bacha en dos etapas, subiendo el mismo juego de cimbra hasta alcanzar la altura de 4.25 m. indicado previamente por la brigada de topografía.

Simultáneamente, se empezó el armado de los muros MC-3 (grapas de 450) y los muros MC-4 (grapas rectas) así como las columnas C-3 en ambos módulos (avanzando siempre del eje 29 hacia el eje 22). Cimbrando los muros con tableros de madera y colando con grúa y bacha el concreto al igual que todos los muros en dos etapas, hasta alcanzar la altura total de entre piso.

En el caso de las columnas C-3, se utilizó cimbra metálica, dando la altura total y colandose con grúa y bacha, de un solo golpe, hasta la altura de 3.55 m. donde se dejó la preparación para recibir las traveses y losa, con un peralte de 70 cm., lo que nos da la altura total de 4.25 m. en planta baja.

Para cuando se llevaba un avance aproximado del 25% en el colado de muros y columnas de la planta baja, se dio inicio a la cimbra y armado de la losa del Primer Nivel (Nivel + 1), utilizando el sistema de encofrado "aluma" con tableros de madera con el objeto de reducir el deterioro en madera de la superficie de contacto.

Con el fin de aprovechar al máximo la cimbra de la losa, se hizo lo posible por llevar a la par la cimbra y el armado de la losa, (con el acero previamente habilitado) permitiendo colar superficies de por lo menos 280 m² en uno o en los dos edificios. Para eso fue necesario apoyar el colado de la losa con una bomba telescópica permitiendo que la grúa realizara el movimiento de otros materiales aparte del colado.

Simultáneamente a la losa, se procedió con el armado en la planta baja de los muros MC-1 y de las columnas C-4 (los cuales formaban un solo elemento), en ambos módulos del edificio, cimbrándolos con madera y colándolos en dos etapas hasta alcanzar la altura de 3.55 m. dejando preparación para recibir la losa.

Una vez colada la losa, se procedió con el armado de los muros y columnas del Primer Nivel siguiendo la misma secuencia de la planta baja. De esta manera y de acuerdo al programa marcado, se tenía que para cuando se inicio el colado de las columnas del Tercer Nivel, se contaba ya con el 50% de los muros y columnas de la planta baja, con 28% de los del Primer Nivel y con un 15% del Segundo Nivel.

La construcción de las columnas y pergolas del tramo comprendido entre los ejes G y H (Nivel Plaza), se inicio con el armado de las columnas C-1 al llevar colado más del 30% del total de los muros y columnas de los módulos A y B, cimbrando las columnas con cimbra metálica a una altura de 4.25 y colando con bacha de un solo golpe dicha altura.

Aunque la construcción de las pergolas también se realizo de acuerdo al programa, en este caso en especial, el proceso pudo ser llevado a un menor ritmo, dado que había holgura entre las actividades la cual permitía canalizar los recursos con mayor libertad. No así en el caso de los módulos A y B en los que fue necesaria una coordinación total en la asignación de recursos para no salirse del tiempo programado.

El avance de las escaleras fue llevado al parejo del crecimiento de los módulos A y B colando primeramente rampas y losas dejando preparaciones de acero para la construcción de los muros MC-6, MC-7 y MC-8.

IV.3.1 ACERO

Del diseño estructural se determinaron las características de los materiales que se utilizaron, el acero fue de un esfuerzo de fluencia entre 4,000 a 5,000 kg/cm², con módulo de elasticidad de 2.1×10^6 kg/cm².

De los planos estructurales se obtuvo el volumen, diámetro y longitud de varillas, las longitudes se fueron verificando con los planos arquitectónicos, con los datos antes mencionados y los espacios reservados para almacenamiento, de acero, cortadoras, dobladoras, obreros para habilitado y transporte se hizo el requerimiento de acero, de un volumen total de 1,248 toneladas, se requirió la semana 17 de 14 toneladas, repartido por diámetro como se muestra en la tabla IV.3.1.

Este material se tenía una semana antes de comenzar el habilitado.

a) Almacenamiento.

En el almacén se hizo el apilamiento (entongado) de la siguiente forma:

- 1.- Por diámetro.
- 2.- Por longitud.

Tener el acero apilado por diámetro y por longitud facilito el habilitado Figura 4.3.1.

El acero se entregaba en trailer; se bajaba el que más se estaba habilitando cerca de las mesas de habilitado, así el acero más retirado era el que se requería con menor frecuencia.

b) Equipo de Habilitado

El espacio destinado al habilitado se dividió como se muestra en la Figura 4.3.2.

Se tenían 2 cortadoras y 2 dobladoras eléctricas, el proceso de habilitado fue el siguiente:

- 1.- Medición de la longitud requerida:

De los planos estructurales se obtenía la longitud total que requería cada elemento (estribo, escuadras) y el número de estos requeridos:

Estribo del # 4

$$\text{Longitud requerida} = \bar{\Pi}d + (10 \varnothing)^2$$

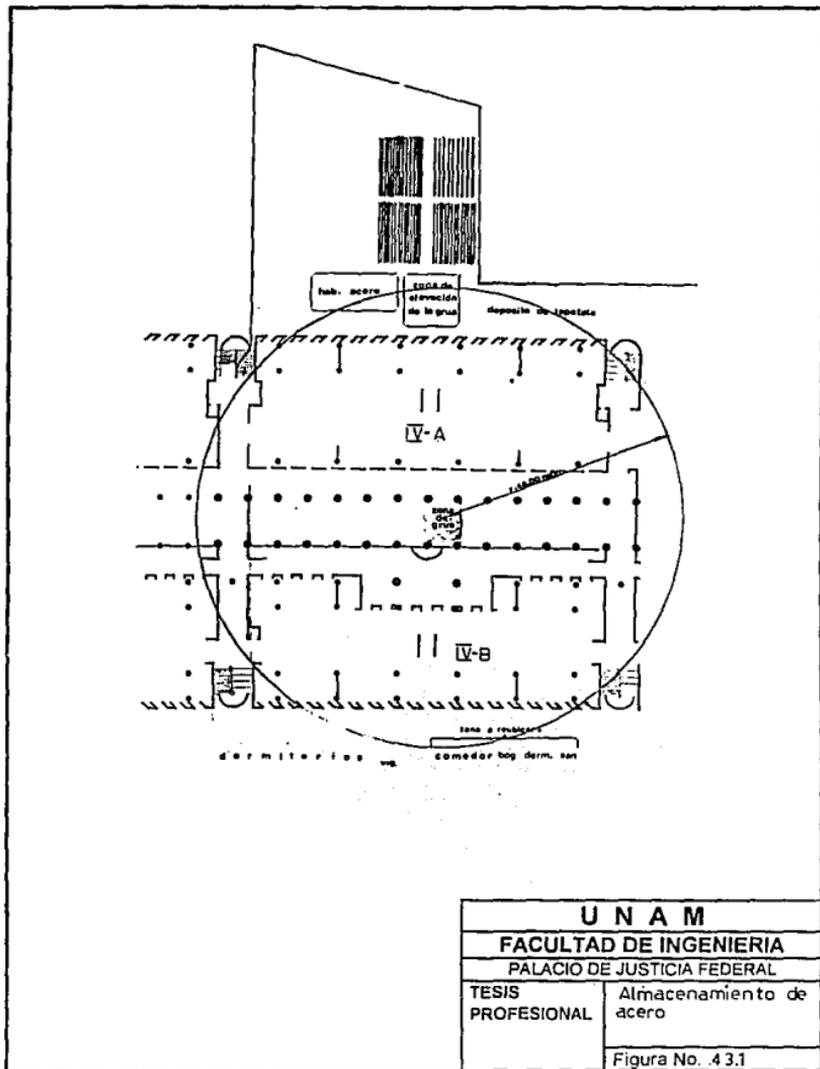
Donde: d - diámetro
 \varnothing - diámetro de la varilla

$$\begin{aligned} \text{Longitud requerida} &= \bar{\Pi} (0.90) + [(10 \times 0.127)]^2 \\ &= 3.08 = 3.10 \end{aligned}$$

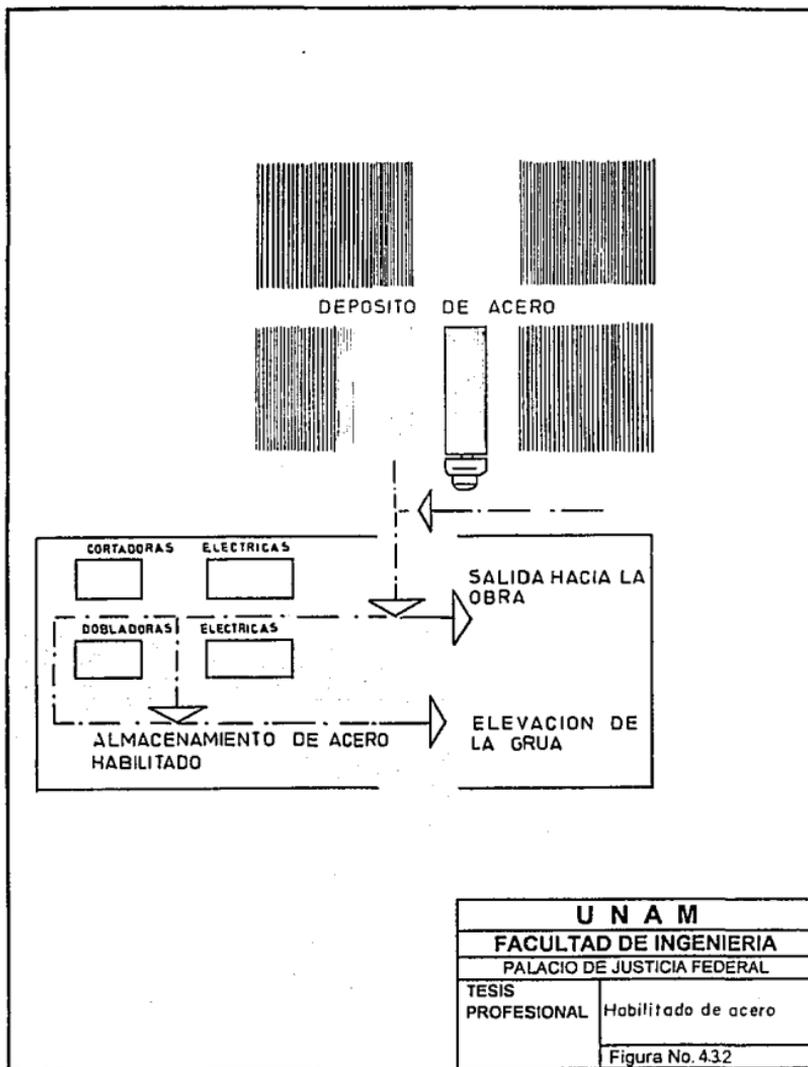
Tomando una varilla del número 4 de 12 m. de longitud

$$L_v = 12 \text{ m.}$$

$$N = \frac{L_v}{L_r} = \frac{12}{3.10} = 3.87$$



U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Almacenamiento de acero
Figura No. 43.1	



Donde:

L_v	=	Longitud de la varilla
L_r	=	Longitud requerida
N	=	Cantidad de estribos

Se obtienen 3 estribos y nos queda un sobrante de $0.87 \times 3.10 = 2.70$ m.; estos sobrantes se almacenan para utilizarse en estribos de otras secciones cuya longitud requerida alcance cumpliendo con las especificaciones marcadas en los planos. Figura 4.3.3.

2. Marcar

Teniendo la longitud requerida para cada elemento se marcan las varillas.

3. Cortar

Se pasan a la cortadora, cada varilla.

4. Doblar

Ya cortadas se van pasando a la dobladora verificando antes de efectuar el corte de todas las varillas que den las medidas exactas de los elementos requeridos, para evitar desperdicios.

5. Almacenamiento de material habilitado

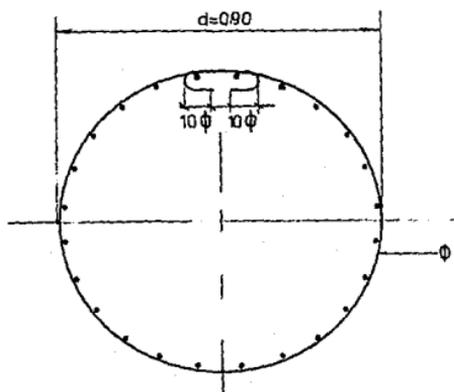
Se almacena el acero que se va habilitando siguiendo un orden, por diámetro de varilla y por medida.

6. Transporte

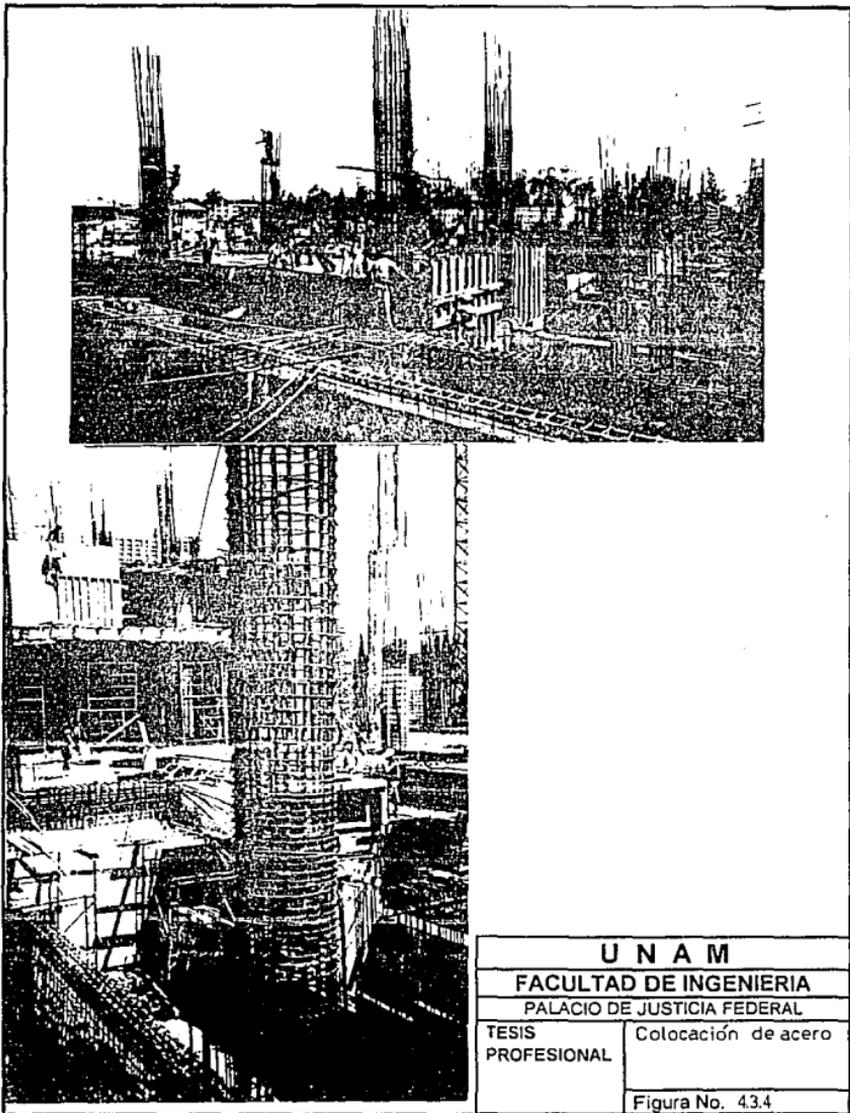
El transporte se efectuó por medio de una torre grúa de 45 m. de alcance y una capacidad de 1.5 toneladas en la punta; hasta los frentes de trabajo.

7. Colocación de acero en los frentes de trabajo

Teniéndose el acero en los frentes se colocó siguiendo las especificaciones de los planos estructurales Figura 4.3.4.



U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Estribos en columnas
Figura No. 4.33	



U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Colocación de acero
Figura No. 434	

ESPECIFICACIONES

- a) No se deberá traslapar más de 50% del refuerzo en una misma sección. En el caso del refuerzo de columnas no se permitirá traslapar dentro de los nudos. El refuerzo longitudinal de columnas podrá traslaparse a 0.40 m. de la altura libre de columna arriba o abajo de trabe o losa plana.
- b) Los dobleces de varillas se harán en frío sobre un perno de diámetro mínimo igual a 8 veces el diámetro de la varilla Figura 4.3.5.
- c) En todos los dobleces y cambios de dirección en varillas se colocó un pasador adicional de diámetro mínimo o igual o mayor que el diámetro de la varilla Figura 4.3.6.
- d) La separación de estribos se empezó a contar a partir del paño del apoyo colocándose el primero a 10 cm. La separación en el extremo superior e inferior de las columnas se cerraron en una longitud h no menor que la dimensión transversal mayor de la columna $H/6$ ó 60 cm.; a la mitad de la separación especificada Figura 4.3.7.
- e) El recubrimiento mínimo libre fue de 2 cm. o el mayor diámetro del refuerzo principal.
- f) Se traslaparon únicamente varillas hasta el número 6, para varillas del número 8, 10 y 12, se soldaron. Figura 4.3.8.
- g) Las varillas se soldaron a tope como indica en la Figura 4.3.9. Los electrodos de la especificación E-90 de 5/32" de diámetro.
- h) Los cambios de sección se hicieron dentro del peralte de la losa Figura 4.3.10

IV.3.2 VOLUMENES DE ACERO A EJECUTAR

De los planos estructurales el volumen total de acero fue de 1,248 toneladas, de las cuales en muros y columnas de planta baja se utilizaron 122 toneladas, losas y columnas primer nivel 301 toneladas para el segundo y tercer nivel igual número en azotea en losa, rizos y pergolas 223 toneladas, la distribución se muestra en la tabla IV.3.2 y 4.3.3.

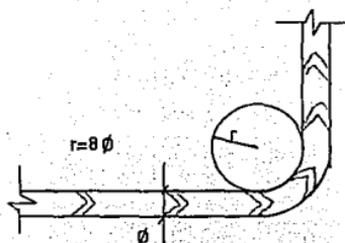


Figura 4.35

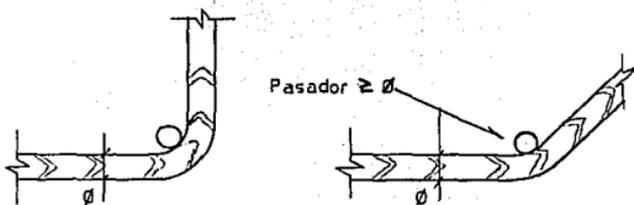
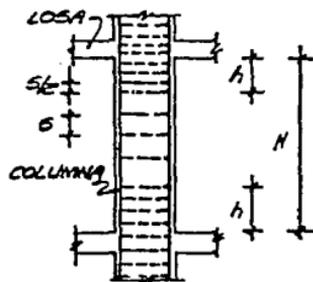
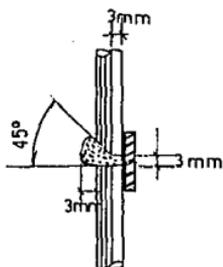
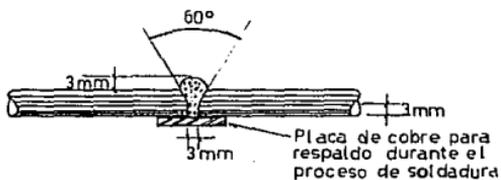


Figura 4.36

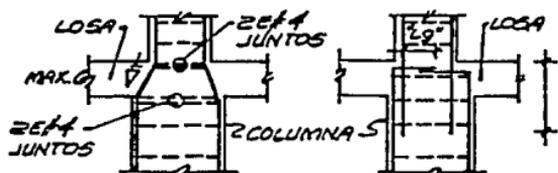
U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS	Doblecés de varillas
PROFESIONAL	Figura No. 4.35, 4.36



U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Colocación de estri- bos
Figura No. 4.37	



U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Soldado de varillas
Figura No. 4.3.8, 4.3.9	



E L E V A C I O N

U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS	Cambios de sección
PROFESIONAL	Figura No. 4.3.10

TABLA 4.3.2 DISTRIBUCION DE ACERO POR NIVELES

CONCEPTO	ACERO (TON.)
MUROS Y COLUMNAS P.BAJA	122
LOSAS 1er NIVEL	179
MUROS Y COLUMNAS 1er NIVEL	122
LOSAS 2do NIVEL	179
MUROS Y COLUMNAS 2do NIVEL	122
LOSAS 3er NIVEL	179
MUROS Y COLUMNAS 3er NIVEL	122
LOSA DE AZOTEA	179
RIZOS Y PERGOLAS	44
TOTAL	1248

TABLA 4.3.3 VOLUMENES TOTAL DE ACERO POR DIAMETRO

LOSAS 716 TON.
 MUROS, COLUMNAS, RIZOS Y PERGOLAS 532 TON.

VARILLA No.	TONELADAS	(%)
3	187.20	15
4	324.48	26
5	24.96	2
6	62.40	5
8	336.96	27
10	137.28	11
12	174.72	14
TOTAL	1248.00	100

IV.3.3. PROGRAMA DE ACERO

Para programar cualquier tipo de material se debe conocer el volumen requerido, para evitar excesos en bodega o tener cuadrillas de trabajadores parados por falta; contar con un programa de cada material que se va utilizar en la obra nos ahorra dinero y tiempo.

De los planos estructurales se obtuvo que para la planta baja se requieren en muros y columnas 122 toneladas; en el primer nivel; en losa 179 toneladas, en muros y columnas 122 toneladas; segundo nivel, en losa 179 toneladas muros y columnas 122 toneladas, tercer nivel en losa 179 toneladas muros y columnas 122 toneladas, en azotea 179 toneladas en risos y pergolas 44 toneladas; en total 1,248 toneladas.

Del programa general de acero en planta baja se debe colocar en 9 semanas a partir de que se tenga colada la losa tapa, dividiendo las 122 toneladas entre 9 semanas, tenemos que cada semana se deben colocar 14 toneladas por semana, iniciando la primera semana de Febrero y terminando la última semana de Marzo.

Llevando un avance en muros y columnas se debe iniciar con el 1er. nivel habilitado y colocando el acero en losa en un tiempo de 8 semanas.

Dividiendo 179 toneladas entre 8 semanas tenemos que cada semana debemos tener 22 toneladas, comenzando 5 semanas después de haber iniciado la planta baja para terminar la 3er. semana de Abril.

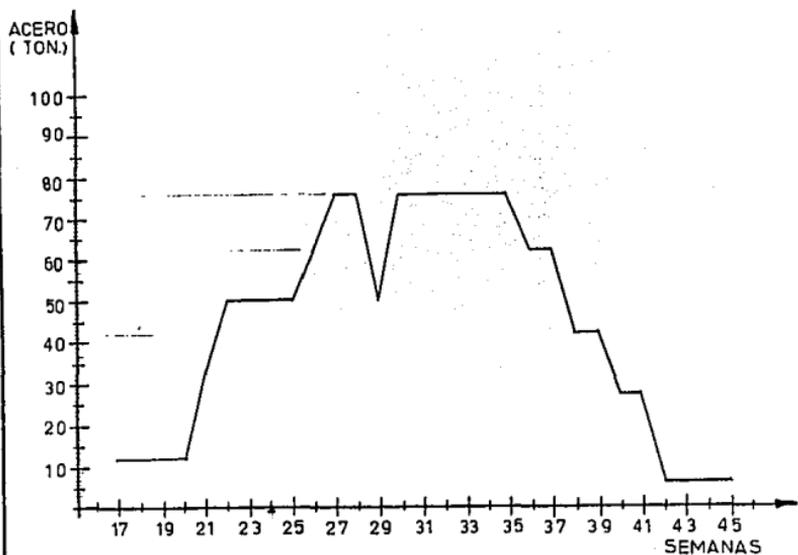
Cuando ya se tenga un avance en la losa; se debe iniciar con muros y columnas de 1er. nivel para colocarse en 9 semanas, dividiendo 122 toneladas entre 9 semanas nos da 14 toneladas por semana, comenzando una semana después de la losa, para terminar la 1er. semana de Mayo; teniendo un avance en muros y columnas de 1er. nivel se puede comenzar con la losa del 2o. nivel, colocándose en un tiempo de 9 semanas dividiéndose 179 toneladas entre 9 da 20 toneladas por semana iniciando la 1er. semana de Abril para terminar la 2da. semana de Junio.

Una semana después de haber iniciado con losa, comenzamos con muros y columnas de 2o. nivel.

Para el 3er. nivel y azotea seguimos el mismo procedimiento al final tenemos el volumen de acero que vamos a requerir por semana, la semana 17 de Febrero se requieren 14 toneladas, la semana 18, 19 y 20 igual número, para la semana 21. Ya requerimos de 25 toneladas más; en total 39 toneladas, la semana 22, 50 toneladas y así conforme se va avanzando el requerimiento de material por semana es mayor y al finalizar la obra el requerimiento disminuye Figura 4.3.3.1.

IV.33 PROGRAMA DE SUMINISTRO
DE ACERO Y MANO DE OBRA

PARTIDAS	CANTIDADES	UNIDADES	ENERO 1992				FEBRERO 1992				MARZO 1992				ABRIL 1992				MAYO 1992				JUNIO 1992				JULIO 1992				AGOSTO 1992							
			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		
ESTRUCTURA																																						
P.B.																																						
ACERO EN MURDOS Y COLUMNAS	122	TON				14	14	14	14	14	14	14	14	10																								
1er NIVEL																																						
ACERO EN LOSA	179	TON								25	22	22	22	22	22	22	22	22																				
ACERO EN MURDOS Y COLUMNAS	122	TON								14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	10																		
2do NIVEL																																						
ACERO EN LOSA	179	TON												20	20	20	20	20	20	20	20	20	19	19	14	10												
ACERO EN MURDOS Y COLUMNAS	122	TON												14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	10												
3er NIVEL																																						
ACERO EN LOSA	179	TON																	20	20	20	20	20	20	20	20	19	19	14	10								
ACERO EN MURDOS Y COLUMNAS	122	TON																	14	14	14	14	14	14	14	14	10											
ACOTER																																						
ACERO EN LOSA DE AJUSTE	179	TON																																				
CINCPA AFANANTE EN RIZOS Y PERGOLAS	44	TON																																				
TOTAL DE ACERO	1,242	TON/SEM				14	14	14	14	39	50	50	50	46	52	70	70	68	64	65	68	67	68	64	59	58	39	35	24	23	4	4	4	4	4	4		
			MANO DE OBRA																																			
MANO DE OBRA (1.1 TON/SEM/PAR)		PAR				12	12	12	12	35	45	45	45	40	51	64	64	62	58	62	62	59	62	52	54	53	35	32	22	21	4	4	4	4	4	4		



U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Requerimiento de acero por semana
Figura No. 43.3.1	

IV.3.4 MANO DE OBRA

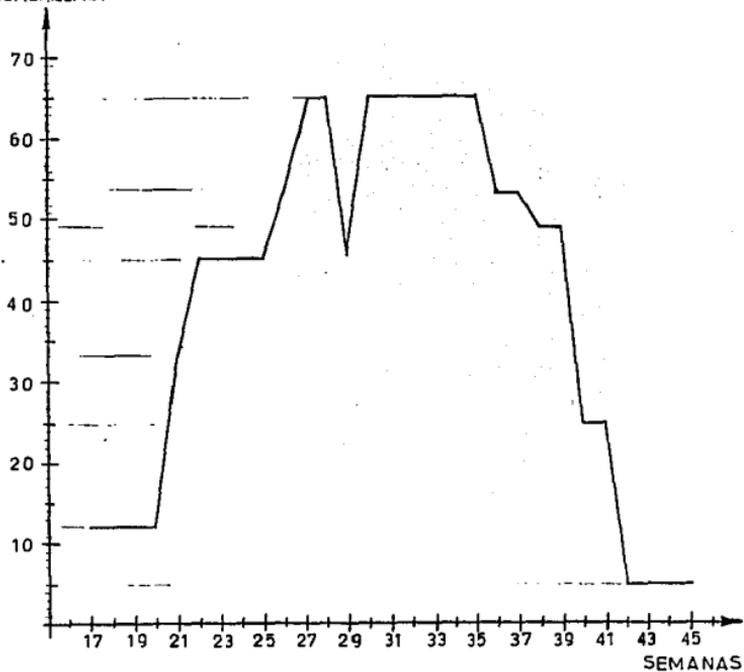
Conociendo la cantidad de acero que se requiere por semana, podemos programar el número de obreros necesarios para evitar retrasos o que se tenga algunas semanas mucho personal y en otras menor número. Para tener en obra el personal necesario se debe conocer el rendimiento de cada cuadrilla de trabajadores.

Tomando la cuadrilla número uno formada por un oficial fierro y un ayudante. Se tiene un rendimiento de 1.1 toneladas por semana para la primer semana según nuestro programa tenemos que colocar 14 toneladas; para saber el número de obreros que debemos tener en cada semana dividimos el volumen de acero entre el rendimiento por cuadrilla.

14 toneladas entre 1.1 nos da 13 cuadrillas es decir 26 personas, 13 oficiales y 13 ayudantes, para las semanas 18, 19 y 20 con el mismo número podemos continuar.

Para la semana 21 tenemos 39 toneladas divididas entre el rendimiento 1.1 toneladas nos da 33 cuadrillas, 35 oficiales, 35 ayudantes, 70 obreros en total, para la semana 22 tenemos 50 toneladas entre 1.1 toneladas, necesitamos 45 cuadrillas. Así para cada semana que se tenga un incremento en el volumen de acero se debe incrementar el número de cuadrillas de lo contrario se tendrá retraso en la obra. También sucede que se tiene personal de más o el número calculado, pero no se tiene el rendimiento esperado; puede ser que se tenga en obra laborando oficiales que en la práctica son ayudantes. En la Figura IV.3.4.1 se observa que al aumentar la cantidad de acero, se incrementara el número de cuadrilla.

FERREROS
(CUADRILLAS)



U N A M

FACULTAD DE INGENIERIA

PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL

TESIS
PROFESIONAL

Requerimiento de cuadrillas de fierros por semana.

Figura No IV.3.4.1

IV.4 CIMBRA

IV.4.1 ESPECIFICACIONES

En el caso de la cimbra, las especificaciones existentes en los planos indican por lo general cimbra aparente tanto en muros como en columnas y otros elementos, aún cuando también se especifica otro acabado como el cincelado en exteriores y aplanado de yeso en interiores para posteriormente aplicar pasta como acabado final, solo en las columnas se aplico directamente la pasta sin tener un aplanado de yeso como en los muros.

En el caso de muros se pudo cumplir con esta especificación dando a la cimbra entre cuatro y seis usos dependiendo del tipo de muro, de la protección aplicada a la cimbra nueva ya sea con resina poliéster y fibra de vidrio, o bien con pura resina o simplemente con aplicación de diesel y del buen manejo de la cimbra por parte del personal encargado de estas actividades.

Para las columnas se utilizaron dos tipos de cimbra que cumplieron con la especificación dada y que fueron cimbra a base de cerchas de madera y triplay o bien cimbra metálica fabricada a base de cerchas de placa de acero de 1/2" sirviendo de apoyo a otra placa rolada de 1/4" de espesor. En el primer caso se pudieron obtener 6 y 7 usos sin tener problemas con la apariencia del concreto, en el segundo caso se pudieron obtener hasta 15 o 20 usos cumpliendo con la apariencia del concreto especificada.

En todas las losas de los edificios de específico cimbra aparente aun cuando se contó con la instalación de falso plafón en la mayor parte del área. Para llevar a cabo esta actividad cumpliendo con la especificación, se utilizo cimbra a base de triplay de 19 mm. protegida con fibra poliéster y fibra de vidrio y otra opción utilizando un triplay denominado ponderplay que lleva en una cara una protección a base de resina con aglomerado que da un acabado tipo espejo en sus tres primeros usos y hasta el uso seis o siete es posible tener acabado aparente.

IV.4.2 CANTIDADES TOTALES POR REALIZAR

Para obtención de las cantidades de cimbra, fue necesario realizar una cuantificación precisa de cimbra en columnas, muros, losas, rizados y pergólas.

En el caso de las columnas C - 1 se obtuvieron 530 m² en la planta baja, 525 m² en el primero, segundo y tercer nivel: de las columnas C-2 se obtuvieron 85 m² en la planta baja, 80m² en el primer nivel y 55 m² en el segundo y tercer nivel: de las columnas C-3, 346 m² en la planta baja y 342 en el primero, segundo y tercer nivel: de las columnas C-4, 200 m² en la planta baja y 198 m² en el primero, segundo y tercer nivel.

En el caso del muro MC-1 se obtuvieron 275 m² en la planta baja y 271 m² en el primero, segundo y tercer nivel: de los muros MC-2, 227 m² en planta baja y 224 m² para el primero y segundo nivel: de los muros MC-3, se calcularon 305 m² en la planta baja y 1,369 en los tres niveles restantes: en los muros MC-4, se tienen 606 m² en planta baja y 595 m² en los dos primeros niveles. Los muros MC-5, tienen 72 m² en la planta baja, 70 m² en el primer nivel y 25 m² en el segundo y tercer nivel, los MC-6, 85 m² en la planta baja, 83 m² en primer nivel y 25 m² en segundo y tercer nivel. En los muros MC-8, 55 m² de la cimbra.

En losa tenemos una superficie de 1,498 m² en los tres niveles por cada edificio que compone al Módulo IV: en la azotea se calcularon 5,760 m² en total. Para finalizar, en rizados y pergólas, se obtuvieron 4,397 m². Estas cantidades pueden verse en la Tabla IV.4.2.

IV.4.3 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

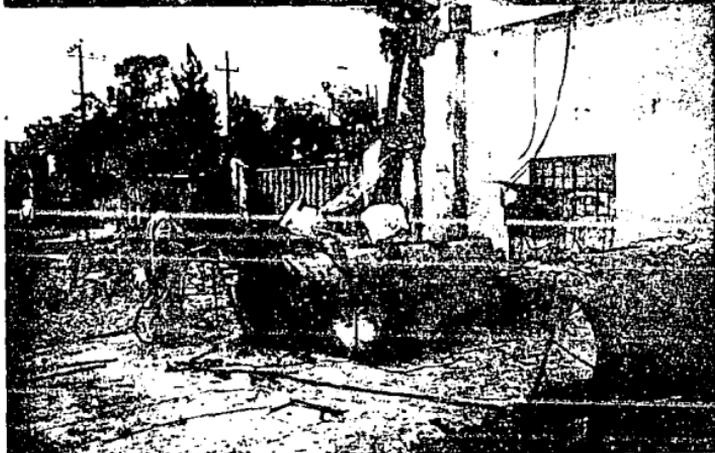
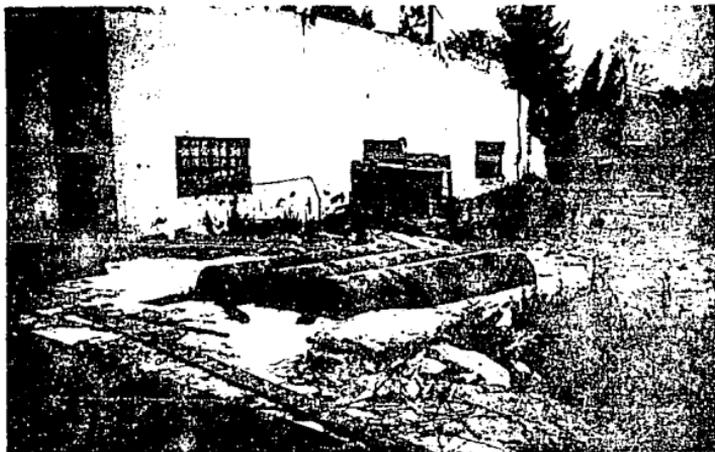
COLUMNAS

El procedimiento de cimbrado que se siguió en la construcción de las columnas C-1, C-2 y C-3 de 1.50 metros de diámetro, se realizó utilizando cimbra metálica fabricada de lamina de acero con las características mencionadas anteriormente, formando tramos de 4.30 m en dos medias cañas abatibles y aseguradas por medio de anillos y pernos con tuercas, esta cimbra fue trasladada para su colocación por medio de la grúa torre y fue sujeta y puesta a plomo con tirantes de alambroñ o alambre trenzado. Este tipo de cimbra se utilizo con buenos resultados dándoles mas de 20 usos a cada molde, figura IV.4.3. Es importante señalar que para obtener estos resultados se debió de tener un buen cuidado en los movimientos de la cimbra así como la limpieza de los moldes en cada movimiento además de la protección de los mismos con la aplicación de diesel lo que aseguro la obtención del concreto aparente.

Una medida para evitar que el acero de refuerzo apareciera en la superficie visible del concreto fue la colocación de "pollos" o separadores de concreto amarrados al acero de modo que dieran el recubrimiento de proyecto.

TABLA IV-4-2 Volumen total de cimbra.

NIVEL	CONCEPTO	EDIFICIO		PERGOLAS (M2)	ESCALERAS (M2)	TOTAL (M2)
		A (m2)	B (M2)			
P. B .	COLUMNAS	524	524	445	82	1575
	MUROS	2985	2985	2312		8282
	LOSA					
1ER. PISO	COLUMNAS	526	526	446		1498
	MUROS	2977	2977			5954
	LOSA	2597	2597	1125	260	6579
2DO. PISO	COLUMNAS	526	526	446		1498
	MUROS	2977	2977			5954
	LOSA	2597	2597		74	5268
3ER. PISO	COLUMNAS	526	526	446		1498
	MUROS	1312	1312			2624
	LOSA	2883	2883			5807
AZOTEA	LOSA	2880	2880		41	5760
	RIZOS Y PERGOLAS	811	811	2774		4397



U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Cimbra metálica
	Figura No. IV- 4-3

En el caso de la columna C-4 de 90 centímetros de diámetro, se utilizó cimbra de madera reforzada con cerchas también de madera a cada 50 cm., estas fueron sujetas, aseguradas y puestas a plomo por medio de polines con sargentos de varillas y torzales de alambre al igual que los muros MC-1 al que se encuentran integradas. figura IV.4.3.1

Tanto en el caso de la cimbra metálica como de la cimbra de madera, se inició el cimbrado sobre el eje 28 avanzado hacia el eje 22 realizando los movimientos de los juegos de cimbra por medio de la grúa torre. Atendiendo la prioridad de la construcción, las primeras en ser cimbros fueron las C-3, siguiendo las columnas C-4 luego las columnas C-2 y finalmente las columnas C-1 por estar en la zona menos crítica.

MUROS

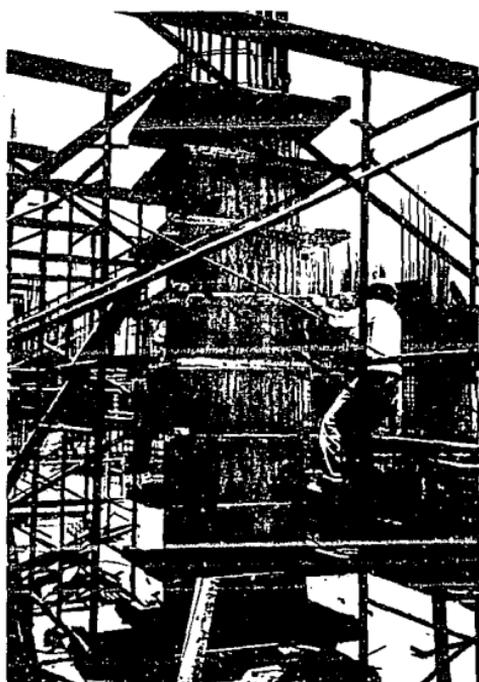
El procedimiento constructivo seguido para la construcción de los muros, consistió en todos los casos, en el armado de tableros de madera de 1.22 X 2.44 m. unidos entre sí por medio de largueros de polines cubriendo todo el muro por los dos lados, para dar el espesor del muro en cuestión se utilizaron separadores metálicos (moños), la cimbra se apuntaló y puso a plomo por medio de polines y contravientos en los que podemos llamar "el procedimiento tradicional", en los niveles superiores los "moños" del colado anterior se aprovecharon para fijar la parte inferior de la cimbra del nuevo colado A estos juegos de cimbra se les pudo dar entre 4 y 7 usos dependiendo del tipo de muro y con el cuidado de la cimbra que se mencionó anteriormente.

En el caso de los muros, se empezó con el cimbrado al mismo tiempo que el cimbrado de las columnas, iniciando por los muros MC-3, MC-4 y los de cabecera localizados en el eje 29 avanzando hacia el eje 22. Para el cimbrado de estos muros se utilizó exclusivamente tableros planos en los juegos de cimbra. Después se procedió con el cimbrado de los muros MC-1 que junto con las columnas forman un solo elemento. En los muros MC-3 y MC-4 o también llamados muros grapa, se presentó la dificultad de recuperar al 100% la cimbra sobre todo en las grapas de 45 grados, en este caso a los juegos de cimbra se les pudo dar solo 3 usos como máximo en donde en cada uso se metían nuevos elementos a los juegos de cimbra, este aspecto no se tomó en cuenta en las consideraciones iniciales de presupuesto, generando costos adicionales en esta partida.

Luego siguieron los muros MC-5 que tuvieron mayor grado de dificultad por ser una combinación de muro grapa y columna; finalmente fueron cimbros los muros curvos de las escaleras MC-6, MC-7 y MC-8, en los que utilizaron tableros curvos utilizando cerchas de madera y varilla del No. 6 y 8 para poder darles la forma deseada.

LOSAS

El procedimiento constructivo que se siguió para el cimbrado de losas fue mediante dos sistemas: un sistema de cimbrado basado en la utilización de andamiaje de acero Atlas o similar y un sistema en el que se utiliza andamiaje de aluminio de Aluma Systems. El primero consiste en armar una soportería que consta de marcos de acero tubular unidos



U N A M

FACULTAD DE INGENIERIA

PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL

**TESIS
PROFESIONAL**

Cimbra en columnas

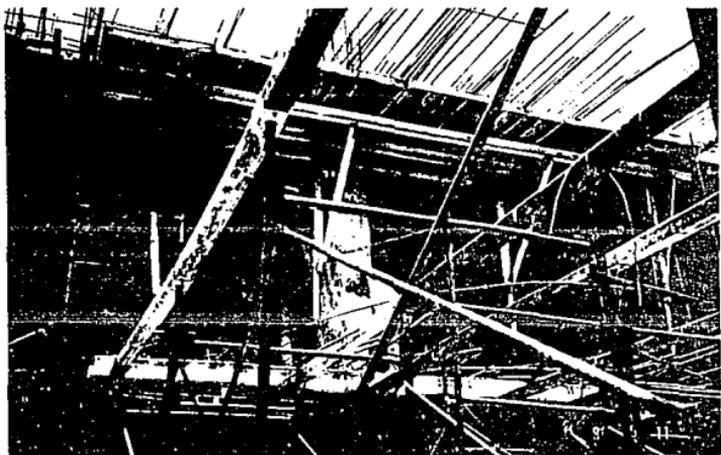
Figura No. IV · 4·3·1

mediante contravientos también de acero a base de ángulo, formando de esta manera secciones o torres con cuatro apoyos en los cuales se colocan bases que mediante un tornillo permiten la nivelación del elemento por cimbrar; en la parte superior; se cuenta en cada apoyo con bases para soportar las vigas de acero principales o madrinan, estas bases también cuentan con elementos para poder nivelar la superficie superior; sobre las vigas se coloca un tendido de polines separados a una determinada distancia que a su vez sirven de apoyo a hojas de triplay sobre las que se arma y cuela la losa. El segundo método consiste en armaduras formadas con diferentes secciones de aluminio que unidas a otra armadura de las mismas características mediante contravientos y vigas también de aluminio formas grandes mesas que cubren las diferentes distancias que se tienen entre los ejes, sobre las vigas se colocan ya sea polines o elementos de aluminio que tienen al centro una alma de madera sobre la que se fijan las hojas de triplay que sirven para armar la losa, figura IV.4.3.3.

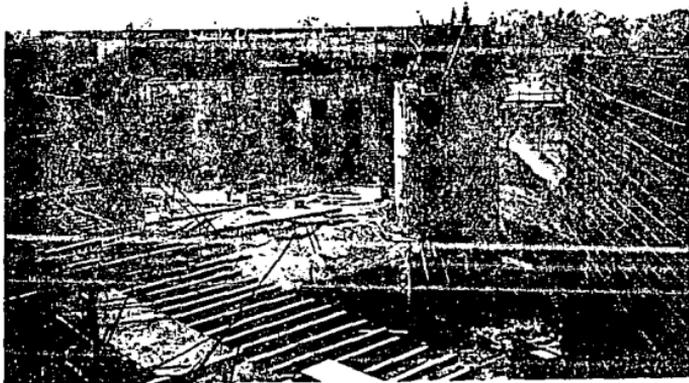
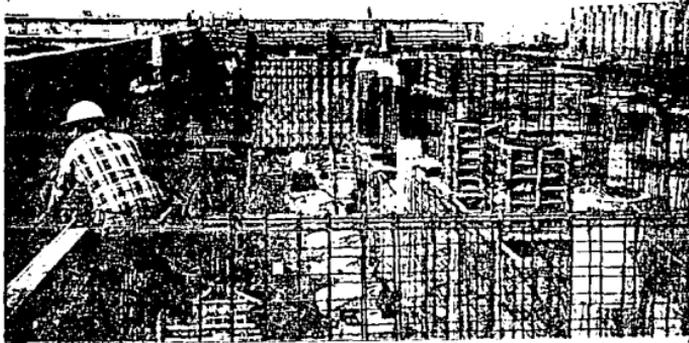
Entre los dos métodos existen algunas diferencias que de acuerdo a las necesidades y/o características de la obra las hacen idóneas para su utilización. En el caso del Módulo IV se analizaron las superficies por cimbrar de donde se determinó que era factible utilizar los dos métodos haciendo una combinación de los mismos, el primero se utilizó en donde se presentaron elementos en las losas como trabes, ductos para instalaciones, zonas curvas, huecos para escaleras, zonas con cambios de niveles y en las zonas de ajuste o unión de dos mesas de aluminio. El segundo método se utilizó para cimbrar las aéreas entre los ejes literales en donde se tiene un claro de 12.60 y dos de 4.80 metros armando tres mesas que se fueron utilizando del eje 29 al eje 22. De las ventajas que tiene el sistema Aluma con respecto al tradicional es que para el descimbrado no se requiere desarmar toda la soportería solo se baja mediante gatos hidráulicos y se mueve al siguiente colado mediante llantas que se le acoplan en las bases, estando ubicadas las mesas solo se nivelan para efectuar el siguiente colado; para llevar las mesas de un nivel a otro se utilizó la grúa torre. Este método requiere solo de una plantilla de técnicos especializados para efectuar los movimientos, evitando con esto la utilización de mucha mano de obra para las actividades de descimbrar, trasladar y cimbrar nuevamente las losas. La combinación entre estos dos métodos permitieron que se realizaran las maniobras de descimbrado y cimbrado mas rápido y eficazmente.

RIZOS

Para el cimbrado de los rizados, se aprovecho que ya estaban coladas las losas de azotea y tercer nivel y se utilizó el sistema Aluma, diseñando una estructura a base de tres estructuras unidas que trabajaran en cantiléver apoyándose entre el piso del tercer nivel y el lecho bajo de la losa de la azotea volando 2m afuera de paso del edificio, sobre esta estructura se apoyó la cimbra de los rizados en tramos de 10.8 metros, estos rizados tienen forma de escalera invertida y 15 centímetros de espesor por lo que fue necesario cimbrar por los dos costados, figura IV.4.3.4. Para trasladar la estructura de un colado a otro se hizo por fuera del paño del edificio utilizando la grúa torre.



U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Cimbra en losas
	Figura No. IV-4-3-3



U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Cimbra en rizos
	Figura No. IV·4·3·4

De esta manera no fue necesario armar y desarmar andamios desde la planta baja hasta el nivel de los rizados haciendo las maniobras más rápido y utilizando menos mano de obra, además de que se liberó un espacio que en ese momento era utilizado por las cuadrillas del cincelado de las fachadas y por las actividades de rellenos de tepepate perimetrales al edificio.

PERGOLAS Y PRETILES

Referente a los pretiles se puede mencionar que se utilizó el "procedimiento tradicional" ejecutándose al final de la construcción del edificio; para el cimbrado de las pergolas se usaron torres de andamiaje apoyadas en el primer nivel y planta baja, figura IV.4.3.5. Para evitar al máximo las maniobras de armado y desarmado de las torres se unieron los marcos de una misma torre mediante grapas de alambón o varilla del número 3 en sus cuatro postes y los movimientos se efectuaron como un solo elemento trasladándolo mediante la grúa.

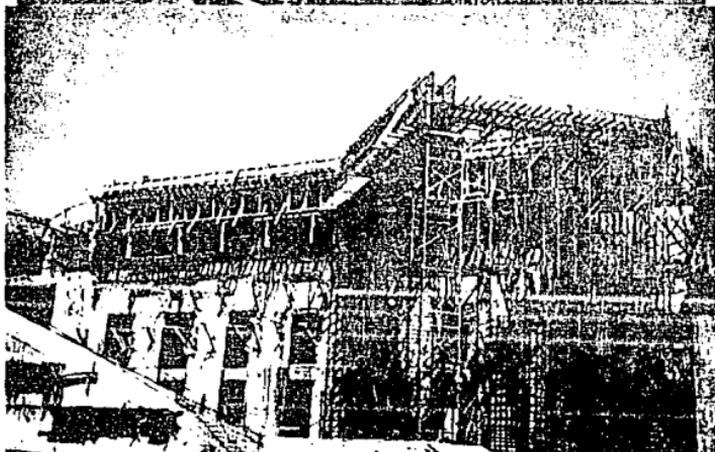
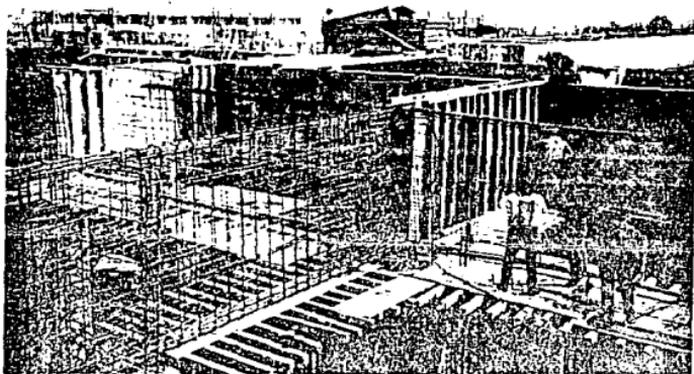
IV.4.4 PROGRAMA DE CIMBRA

Para la elaboración del programa de cimbra se tomó como punto de partida, en primer lugar, el programa general de obra el cual integra todas las actividades por desarrollar, así como el tiempo de ejecución y la secuencia de las mismas, también se toma las cantidades totales de cimbra obtenidas anteriormente para los diferentes elementos y niveles; de esta manera si hacemos un arreglo en el que aparezcan todos los conceptos únicamente de cimbra, las cantidades de cada concepto las dividimos linealmente en el tiempo de ejecución marcado en el programa de obra en períodos de una semana y posteriormente hacemos la suma vertical obtenemos las cantidades que se deberán realizar semanalmente; de esta manera se pudo obtener un programa tanto de mano de obra como de materiales, aplicando a estas cantidades un determinado rendimiento y materiales de consumo por metro cuadrado, ver tabla IV.4.4.

De este modo y tomando en cuenta el procedimiento constructivo, se inicia la semana 17 con el cimbrado de columnas en la planta baja, tenemos que la cimbra en columnas es de 1,575 m² que repartidos linealmente entre las diez semanas programadas resultan 157.5 m² de cimbra que se deben realizar semanalmente desde la semana 17 hasta la semana 26.

Iniciando al mismo tiempo el cimbrado de los muros, tenemos que la cimbra en muros de la planta baja es 8,282 m², que se deben realizar semanalmente desde la semana 17 hasta la semana 26.

En la semana 20 debe dar inicio el cimbrado del primer tramo de losa del primer nivel, que para cumplir el programa de obra se repartieron los 6,579 m² del total de la cimbra entre las 8 semanas programadas, obteniendo 822.4 m² de cimbra que se deben realizar semanalmente desde la semana 20 hasta la semana 27.



U N A M

FACULTAD DE INGENIERIA

PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL

TESIS
PROFESIONAL

Cimbra en pergolas

Figura No. IV-435

Siguiendo el mismo procedimiento que en planta baja tenemos que en las semanas 22 inicia el cimbrado de las columnas del primer nivel dividiendo 1,498 m² entre las 10 semanas programadas obteniendo 149.8 m² de cimbra por realizar semanalmente desde la semana 22 hasta la semana 31.

La semana 22 también inicia el cimbrado de muros del primer nivel repartiendo 5,954 m², entre las 10 semanas, se obtienen 595.4 metros cuadrados de cimbra por realizar semanalmente hasta la semana 31.

Para la semana 25 se inicia el cimbrado de la losa del segundo nivel que implica ejecutar 5,954 m² en 8 semanas, obteniendo 658.5 m² de cimbra por realizar semanalmente hasta la semana 32.

En la semana 22 se inician los trabajos correspondientes al cimbrado de las columnas y muros del segundo nivel de donde se obtienen que se ejecutaran 1,498 m² y 594.4 m² semanales de cimbra respectivamente hasta la semana 36.

La losa del tercer nivel se inicia en la semana 30 y se programa terminar en la semana 37 haciendo 725.9 m² por semana.

La semana 32 marca el inicio del cimbrado de columnas y muros del tercer nivel, entre las 8 semanas, obteniendo 149.8 m² y de cimbra por realizar semanalmente hasta la semana 41.

En la semana 32 también inicia el cimbrado de columnas y muros del tercer nivel, programando 149.8 y 262.4 m² por semanales hasta la semana 41.

Para la semana 35 se inicia el cimbrado de la losa de azotea repartiendo 5,760 m², entre 8 semanas obteniendo 720 m², de cimbra por realizar semanalmente hasta la semana 42.

En la semana 38 inicia el cimbrado de rizados y pergolas repartiendo 4,397 m², entre 9 semanas obteniendo 488.6 m², de cimbra por realizar semanalmente hasta la semana 46.

PROGRAMA DE RECURSOS

MANO DE OBRA

Una vez elaborado el programa detallado de la cimbra, se suman semanalmente las cantidades correspondientes a cada actividad, obteniendo el resumen se procede a programar el personal necesario para los trabajos de cimbrado del edificio considerando los diferentes rendimientos de la mano de obra para cada actividad.

En el caso de la cimbra en columnas se obtiene el número de parejas para cada semana, dividiendo la cimbra por ejecutar entre 70 m², que es el rendimiento semanal por pareja; ver tabla IV.4.4.

De manera similar en la cimbra de muros la fuerza de trabajo se obtiene dividiendo la cimbra semanal por ejecutar entre 45 m² que es el rendimiento semanal por pareja.

Para el caso de las losas se obtiene la fuerza de trabajo dividiendo la cimbra de losa semanal por ejecutar entre 45 m² de rendimiento semanal por pareja.

Igualmente, la fuerza de trabajo para el cimbrado de Rizos y Pergolas se obtiene dividiendo la cimbra por ejecutar entre 45 m².

PROGRAMAS DE MATERIALES

Para elaborar el programa del suministro de materiales al igual que la mano de obra partimos del programa de volúmenes totales solo que en este caso consideramos el consumo de materiales por metro cuadrado en las diferentes actividades, además del número de usos de la cimbra para obtener un buen plan de suministros. Ver tabla IV.4.4.2.

IV.5 CONCRETO

IV.5.1 ESPECIFICACIONES

El tipo de concreto que se utilizó en la construcción de los elementos del edificio, fue de acuerdo a las características indicadas por el proyecto arquitectónico y cumpliendo con las especificaciones de resistencia requeridas por el proyecto estructural.

De acuerdo al proyecto arquitectónico el concreto de elementos de fachadas como son muros, columnas, pergólas, rizos y algunas losas de andadores, el concreto solicitado se elaboró con cemento gris, agregado de mármol y arena de tezontle el cual se cincela para dar el acabado de las fachadas en tono color rosa; para los elementos interiores como muros, columnas y losas el concreto indicado arquitectónicamente fue el normal. El concreto especificado en el proyecto estructural fue de Clase I, con Módulo de Elasticidad $E = 14,000 \text{ QRS (f 'c) kg / cm}^2$, Peso Volumétrico $PV = 2.2 \text{ T / m}^3$, Resistencia a la Compresión $(f 'c) = 250 \text{ kg / cm}^2$, el Tamaño Máximo de Agregados (TMA) = 19 mm, y reventamientos desde 8 cm en losa y de 12 cm en muros.

IV.5.2 CANTIDADES TOTALES POR REALIZAR

Para la obtención de las cantidades totales de concreto del edificio, fue necesario hacer una cuantificación precisa de cada uno de los elementos analizados y que análogamente a la cimbra son, "concreto en columnas", "concreto en muros", "concreto en losas" y "concreto en rizos y pergolas" que fueron cuantificados por separado en cada uno de los cuatro niveles de la estructura de los edificios, tomando en cuenta la geometría de los elementos así como

la cantidad de elementos por nivel.

En la tabla IV 5.2.1 se muestran las cantidades totales de concreto obtenidas del análisis mencionado.

IV.5.3 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

COLUMNAS

El procedimiento constructivo que se siguió en las columnas, consistió en colar por medio de grúa y bacha el concreto recibido de la planta y que para el caso de columnas se solicitó de 10 a 12 cm. de revenimiento. En el caso de las columnas C-3 y C-4, que son las columnas interiores de 90 cm de diámetro se colaron en una sola etapa que cubrió el alto total de entrepiso, dejando el concreto al lecho bajo de la losa del siguiente nivel; en el caso de la columna C-2, de 1.50 m de diámetro, que se ubican en los ejes E y J en los cruces con los ejes 25 y 26 el colado se hizo también en una sola etapa y en el caso particular de la columna C-1, de 1.50 m de diámetro ubicadas en el andador principal, se colaron en varias etapas hasta alcanzar el nivel de lecho bajo de las pergólas que se apoyan en ellas.

Otro procedimiento utilizado para el colado de columnas, fue el realizado mediante bomba telescópica, lo que permitía el empleo de la grúa para el movimiento de materiales como acero y cimbra principalmente. Figura IV.5.3.1.a,b,c.

En los procedimientos mencionados se realizó el vibrado del concreto con el fin de sacar una buena parte del aire incluido en el concreto en el momento de su elaboración y del colado, con este vibrado también se garantiza que el concreto tenga pleno contacto con la cimbra para que no existan oquedades en los elementos.

En varias ocasiones se utilizaron diferentes aditivos como fluidizantes y acelerantes de fraguado, los primeros cuando fue necesario bombear el concreto y los últimos para poder colar la losa del siguiente nivel sin tener problemas de resistencia en las columnas.

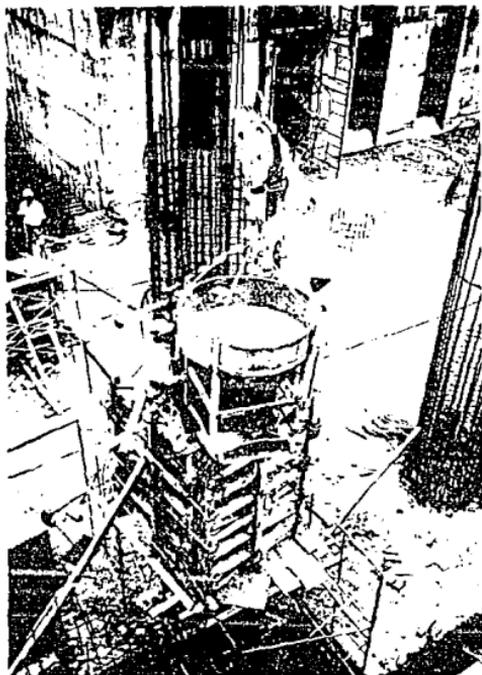
La secuencia del colado de columnas al igual que el cimbrado, fue empezando por las columnas C-3, seguida de las C-4 avanzando del eje 28 hacia el eje 22 continuando con las columnas C-2 dejando el colado de las columnas C-1 al final.

MUROS

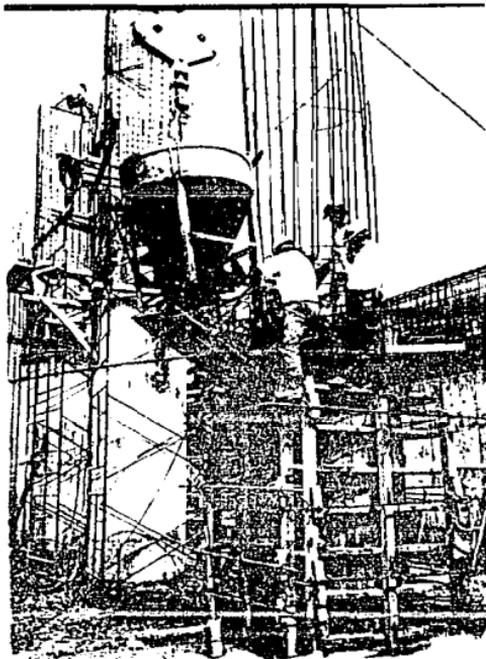
El procedimiento constructivo seguido para los muros, fue el de colocar por medio de grúa y bacha el concreto recibido de la planta dosificadora, que en el caso de muros se solicitó con un revenimiento de 10 cm. Para alcanzar la altura el colado de los muros se realizó en 2 etapas, la primera hasta 2.10 de altura y la segunda hasta el lecho bajo de la losa siguiente dejando preparaciones.

TABLA IV-5-2-1 Volumen de concreto

NIVEL	CONCEPTO	EDIFICIO		PERGOLAS (M2)	ESCALERAS (M2)	TOTAL (M2)
		A (m2)	B (M2)			
P. B .	COLUMNAS	76	76	100	11	263
	MUROS	243	243	206		692
	LOSA					
1ER. PISO	COLUMNAS	76	76	99		252
	MUROS	243	243			488
	LOSA	440	440	162	40	1081
2DO. PISO	COLUMNAS	76	76	99		252
	MUROS	243	243			488
	LOSA	440	440		9	889
3ER. PISO	COLUMNAS	76	76	99		252
	MUROS	107	107			214
	LOSA	589	589		6	1184
AZOTEA	LOSA	575	575			1150
	RIZOS Y PERGOLAS	134	134	1052		1320



U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Concreto en columnas
	Figura No. IV-5-3-1.a.



U N A M

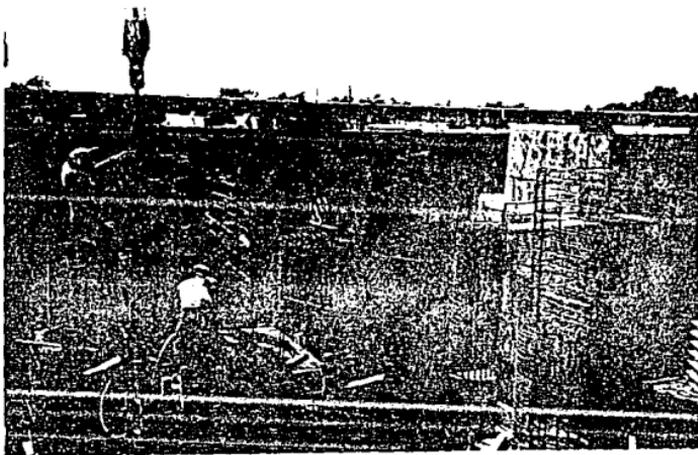
FACULTAD DE INGENIERIA

PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL

**TESIS
PROFESIONAL**

Concreto en columnas

Figura No. IV-5-3-1,b



U N A M	
FACULTAD DE INGENIERÍA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Concreto en columnas
	Figura No. IV5-3-1-c

El otro procedimiento utilizado para el colado fue utilizado una bomba telescópica dando muy buenos resultados, en los dos casos mencionados el vibrado del concreto se hizo contando con dos vibradores durante el colado siendo conveniente tener un tercero de emergencia.

La secuencia de colados de muros fue igual que en el caso de las columnas iniciando los muros MC-3 y MC-4 desde el eje 29, continuando con los muros cabecera y los MC-1, y los MC-5 y colando al final los muros MC-6, y MC-7 y MC-8.

Los únicos aditivos utilizados en el concreto de los muros fueron fluidizantes y acelerantes de fraguado en algunos casos.

LOSAS

Aunque en la construcción de las columnas y de los muros se utilizó con buena eficiencia el colado con grúa y bacha, este procedimiento dio sus mejores resultados en el colado de las losas, en donde el área de colocación del concreto fue mas extensa y básicamente porque la descarga de la bacha es directa; figura IV.5.3.2.

El revenimiento utilizando en el concreto de la losa fue de 8 cm. y para poder vibrarlo hubo que tener trabajando simultáneamente 4 vibradores durante el tiempo que duro el colado.

En las líneas de corte de colado de las losas se colocaron fronteras a con una inclinación de 45 grados, que fueron cinceladas y tratadas con adhesivo para la continuación del colado.

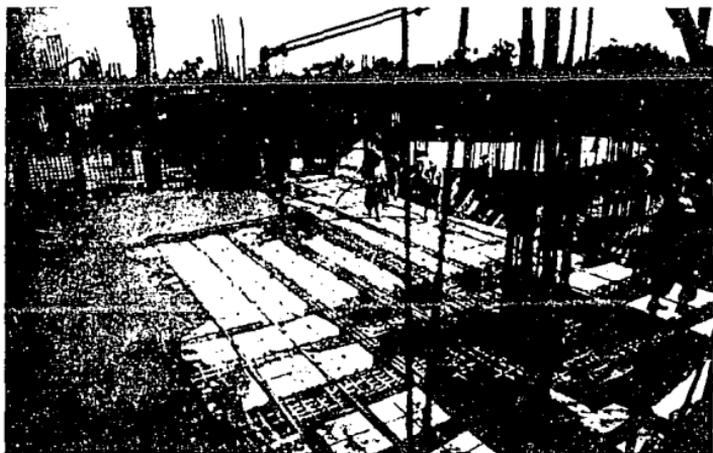
En el caso de las losas también se utilizaron aditivos acelerantes del fraguado con la finalidad de poder mover la cimbra a las 24 horas o a las 72 horas de realizado el colado; adicionalmente al uso de aditivos, también se llegó a utilizar el método de curado a vapor con la misma finalidad.

IV.5.4 PROGRAMA DE CONCRETO

Al igual que en la cimbra el programa detallado del concreto se obtuvo del programa general de obra y de la tabla de volúmenes totales de concreto previamente determinados; obteniendo los volúmenes por colar cada semana, tabla IV.5.4.

La colocación del concreto inicia la semana 18 con el colado de columnas de la planta baja, tomando los valores de la tabla de volúmenes totales, tenemos que el concreto en columnas de la planta baja es 263 m³ que repartidos linealmente en 9 semanas programadas, resultan 29.2 m³ de concreto que se deben realizar semanalmente de la semana 18 hasta la 26.

Iniciando al mismo tiempo el colado de muros de la planta baja, tenemos que dividir 692 m³ entre 9 semanas para determinar 76.90 m³ de concreto por colar semanalmente desde la



U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Concreto en losas
	Figura No. IV·5·3·2

semana 18 hasta la 26.

Para la semana 22 se inician los colados de losa del primer nivel, dividiendo 1,081 m³ entre 8 semanas nos da un volumen de 135.1 m³ de concreto por colar semanalmente desde la semana 22 hasta la 29.

Siguiendo el mismo procedimiento tenemos que si la semana 23 inicia el colado de columnas del primer nivel, por lo que dividiendo 252 m³ entre 9 semanas, nos dan 28 m³ por colar semanalmente desde la semana 23 hasta la 31.

Esta semana también inicia el colado de muros del primer nivel y se dividen 486 m³ entre 9 semanas resultando 54 m³ por colar semanalmente hasta la 31. De igual manera se hace para el segundo y tercer nivel hasta obtener el concreto de rizados.

En el habilitado y suministro de cimbra metálica para las columnas, se tomaron en consideración un promedio de 10 movimientos por semana con más de 20 usos de los moldes, los cuales cubricaban 12 y 20 m² para las columnas de 90 y 150 cm. de diámetro respectivamente.

De acuerdo con el programa de volúmenes totales, de la semana 17 a la 21 se deberán realizar 158 m² de cimbra con 10 movimientos por semana, obteniéndose 16 m² de cimbra disponible en 2 juegos de columnas de 90 cm.

De la misma manera, de la semana 22 a la 26 deberán realizarse 308 m² de cimbra, equivalentes a 31 m² de cimbra disponible en 2 juegos de 90 cm. y 1 juego de 150 cm.

De la semana 27 a la 36 se deberán realizar 300 m² equivalentes a 30 m² de cimbra disponible en 3 juegos de 150 cm.

Finalmente de la semana 37 a la 41 se deberán realizar 150 m² equivalentes a 15 m² de cimbra disponible en 1 juego de 150 cm. de diámetro.

Para el suministro de cimbra en muros, se tomaron en consideración 5 movimientos por semana de la cimbra y un total de 5 usos cambiando los juegos de cimbra cada semana, se considero además un desperdicio del 5% de los materiales.

De acuerdo con el programa de la semana 17 a la 21 deberán realizarse 829 m² de cimbra con 5 movimientos por semana obteniéndose 166 m² de cimbra disponible en 65 tableros conformados por una hoja triplay de 1.22 x 2.44 m., 6 piezas de barrotes de 4 x 2", 3 a 5 piezas de polin 4 x 4", 6 separadores o "moños", 88 clavos de 4" y 55 clavos de 2"; necesitando por lo tanto un suministro de 390 barrotes, 228 polines, 390 moños, 5,200 clavos de 4" y 3,600 clavos de 2".

De la semana 22 a la 26, deberán cimbrarse 1,424 m² que corresponde a 328 m² de cimbra disponible en 111 tableros con sus correspondientes materiales.

De la semana 27 a la 31, deberán cimbrarse 1,191 m² que corresponde a 215 m² de cimbra disponible en 93 tableros.

De la semana 32 a la 36, deberán cimbrarse 858 m² que corresponde a 198 m² de cimbra disponible en 67 tableros.

De la semana 37 a la 41, deberán cimbrarse 263 m² que corresponden a 61 m² de cimbra disponible en 21 tableros.

En el suministro de cimbra para losa se tomaron en consideración 2 movimientos de la cimbra por semana dándole un total de 7 usos, cambiando los juegos de cimbra cada 3.5 semanas, considerando además un desperdicio del 5%.

De la semana 20 a la 23 deberán de cimbrarse 823 m² haciendo 2 movimientos de los juegos de cimbra por semana, que corresponden a 412 m² disponibles en 146 tableros (conformados por un hoja de triplay de 1.22 x 2.44 m, 5 piezas de barrote de 4 x 2", 30 clavos de 4" y 50 clavos de 2"), necesitando un suministro de 730 barrotes, 480 clavos de 4" y 7,300 clavos de 2".

De la semana 23 a la 26 deberán cimbrarse en promedio 1,152 m² que corresponden a 605 m² de cimbra disponibles en 204 tableros.

De la semana 27 a la 30 deberán cimbrarse en promedio 1,046 m² que corresponden a 550 m² de cimbra disponibles en 185 tableros.

De la semana 30 a la 33 deberán cimbrarse en promedio 1,221 m² que corresponden a 642 m² de cimbra disponibles en 216 tableros.

De la semana 34 a la 37 deberán cimbrarse en promedio 1,266 m² que corresponden a 665 m² de cimbra disponibles en 224 tableros.

De la semana 37 a la 40 deberán cimbrarse en promedio 902 m² que corresponden a 474 de cimbra disponible en 160 tableros.

De la semana 41 a la 42 deberán cimbrarse 720 m² que corresponden a 378 m² de cimbra disponible en 127 tableros.

Para el suministro de cimbra de rizados y pergolas se consideraron 2 movimientos por semana y un total de 7 usos de la cimbra los juegos cada 3.5 semana; se considero además el 5% de desperdicio en los materiales.

Siguiendo el programa de la semana 38 a la 46 se deberán cimbrar 489 m² con 2 movimientos de cimbra por semana obteniendo 245 m² disponibles en 91 tableros, resultando 91 hojas de triplay, 455 barrotes, 2,730 clavos 4" y 4,550 clavos de 2".

V INSTALACIONES

V.1 GENERALIDADES DE LAS INSTALACIONES

Instalación.- es un conjunto de aparatos, máquinas, conductores, conducciones, conexiones, etc., que colocados, armados, unidos e interconectados conforman un sistema el cual debe dar un servicio eficiente, seguro y económico a una edificación.

Las instalaciones básicas y primordiales de toda edificación son; la Instalación Hidráulica, la Instalación Sanitaria y la Instalación Eléctrica definidas a continuación:

Instalación Hidráulica.- Conjunto de tinacos, tanques elevados, cisternas, tuberías de succión, descarga y distribución, válvulas de control, válvulas de servicio, equipos de bombeo, de suavización, generadores de agua caliente, vapor, etc; necesarios para proporcionar agua fría, agua caliente, vapor en casos específicos, a los muebles sanitarios, hidrantes y demás servicios adicionales de una edificación.

Instalación Sanitaria.- Conjunto de tuberías de conducción, conexiones, obturadores hidráulicos en general como trampas sifones, cespoles, etc.; necesarios para la evacuación, obturación y ventilación de las aguas negras y pluviales.

Instalación Eléctrica.- Conjunto de canalizaciones como tubos y canalones, cajas de conexión, registros, elementos de unión, conductores eléctricos, accesorios de control y protección, etc.; necesarios para conectar o interconectar una o varias fuentes de energía eléctrica con los elementos terminales como lámparas, contactos, tomas de fuerza para equipos, etc.

Las demás instalaciones fuera de las anteriores estarán dentro de las llamadas Instalaciones Especiales.

Considerando el proceso constructivo de una edificación se dividen en Instalaciones Provisionales e Instalaciones Definitivas.

V.2 INSTALACIONES PROVISIONALES

Las Provisionales son las que dan un servicio temporal durante el proceso constructivo de la obra.

Es importante mencionar a las Instalaciones Provisionales ya que comúnmente no se prevén las necesidades durante el proceso constructivo y con ello sobrevienen generalmente las deficiencias en los servicios de dichas instalaciones que no se apegan a las normas y reglamentos, presentándose así retrasos y hasta accidentes durante las etapas de construcción de las obras.

Instalación Hidráulica Provisional

Para obtener las necesidades requeridas de suministro de agua se siguieron las normas fijadas por el Reglamento de Construcciones del Departamento del Distrito Federal, además de tomar en cuenta los consumos de la obra en el período más crítico según la programación de la obra de la semana No. 27 a 45 entre el mes de Abril y Agosto en la cual son simultáneas las partidas de construcción, estructura, albañilería y los acabados del 1er. al 3er. nivel.

Obteniendo los siguientes gastos diarios para dicho período de la obra.

Oficinas	250 M2 x 20 lts/m2/día	=	5,000 lts/día.
Trabajadores	350 trabs. x 30 lts/día/trab.	=	10,500 lts/día.
Comedor obra	245 comidas. x 12 lts/comida	=	2,940 lts/día.
Estructura	(mojado cimbra, curados, etc.)	=	3,000 lts/día.
Albañilería	(Firmes, morteros, muros, etc.)	=	2,000 lts/día.
Acabados	(yesos, pastas, pinturas, etc.)	=	1,500 lts/día.

24,940 lts/día.

No se considero agua para los concretos por ser todos de suministro premezclado. Se hizo el suministro con dos tomas existentes en el predio de 1" de diámetro cada una, ubicadas una del lado de la calle Sidar y Rovirosa y la otra por la Calzada Ignacio Zaragoza dando un gasto de 28 m3 en un lapso de 12 horas.

Teniéndose almacenamiento con 2 piletas de 12 m³ de capacidad además dos tinacos elevados para los servicios sanitarios y del comedor de 700 lts. cada uno totalizando así una capacidad de almacenamiento de 25.40 m³.

Las necesidades de cada piso se resolvieron con la instalación de dos bombas de 2 H.P. una en cada piletta conectadas a columnas de tubería de Hierro Galvanizado con llaves en cada piso llenando tambos de 200 lts. para las necesidades de los trabajos a desarrollar diariamente. Ver figura V.2.1.

Instalación Sanitaria Provisional

De acuerdo a las especificaciones, marcadas por el Reglamento de Construcciones del Departamento del Distrito Federal. En oficinas hasta para 100 personas se deben tener los siguientes muebles sanitarios: 2 W.C. 1 mingitorio y 2 lavabos. Respecto a las obras en proceso constructivo el requerimiento del Reglamento, señala la instalación de 1 W.C. por cada 25 personas y servicio provisional de agua potable.

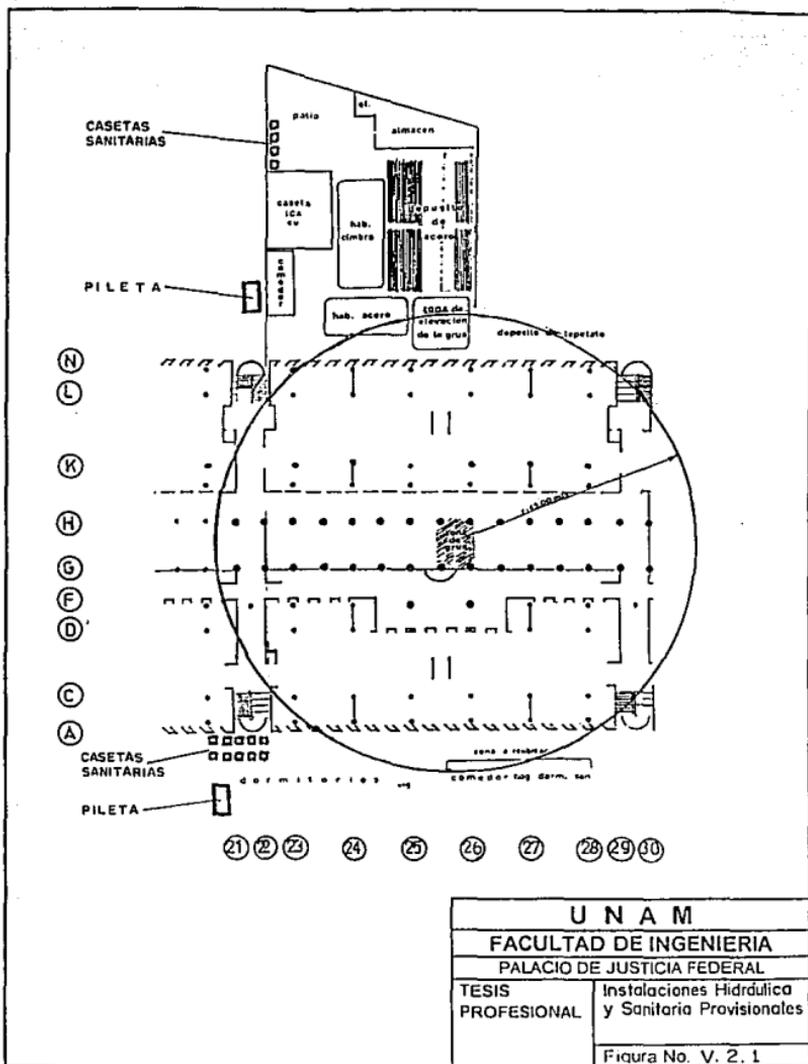
Resolviéndose el servicio de la siguiente manera:

Para las oficinas se construyó un núcleo sanitario con 1 W.C. y 1 lavabo que junto con las descargas del comedor se les dio salida por una conexión existente a la red municipal de la Calzada Ignacio Zaragoza, y para completar el servicio restante de los 350 trabajadores se rentaron 14 casetas sanitarias, colocadas 10 casetas del lado de la calle Sidar y Roviroa y 4 más en la zona de bodegas del lado norte del edificio, siendo estos lugares accesibles para el servicio y su mantenimiento. Ver figura V.2.1

Instalación Eléctrica Provisional

Para el cálculo de la Instalación Eléctrica Provisional se tomaron como normas las del Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Considerándose las siguientes cargas:



U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Instalaciones Hidráulica y Sanitaria Provisionales
Figura No. V. 2. 1	

EQUIPOS Y AREAS DE TRABAJO	CARGA
Grúa	50,000 W
Equipos diversos (vibradores, sierras, soldadoras, cortadoras, taladros, etc.	25,000 W
Alumbrado de obra (20 lámparas 1000 W)	20,000 W
Oficinas (250 m ² x 20W/m ²)	5,000 W
	<hr/>
Carga Total	100,000 W

Se hizo la solicitud a la Compañía Suministradora de energía eléctrica el suministro con dos alimentaciones eléctricas a 440 volts. cada una, siendo una exclusiva para la grúa y la otra para la carga restante. Ver figura V.2.2.

Debido a las variaciones de voltaje presentadas en el transcurso de la obra, la grúa presento fallas, haciéndose necesario el alquiler de una planta generadora de electricidad para alimentación de la grúa.

V.3 INSTALACIONES DEFINITIVAS

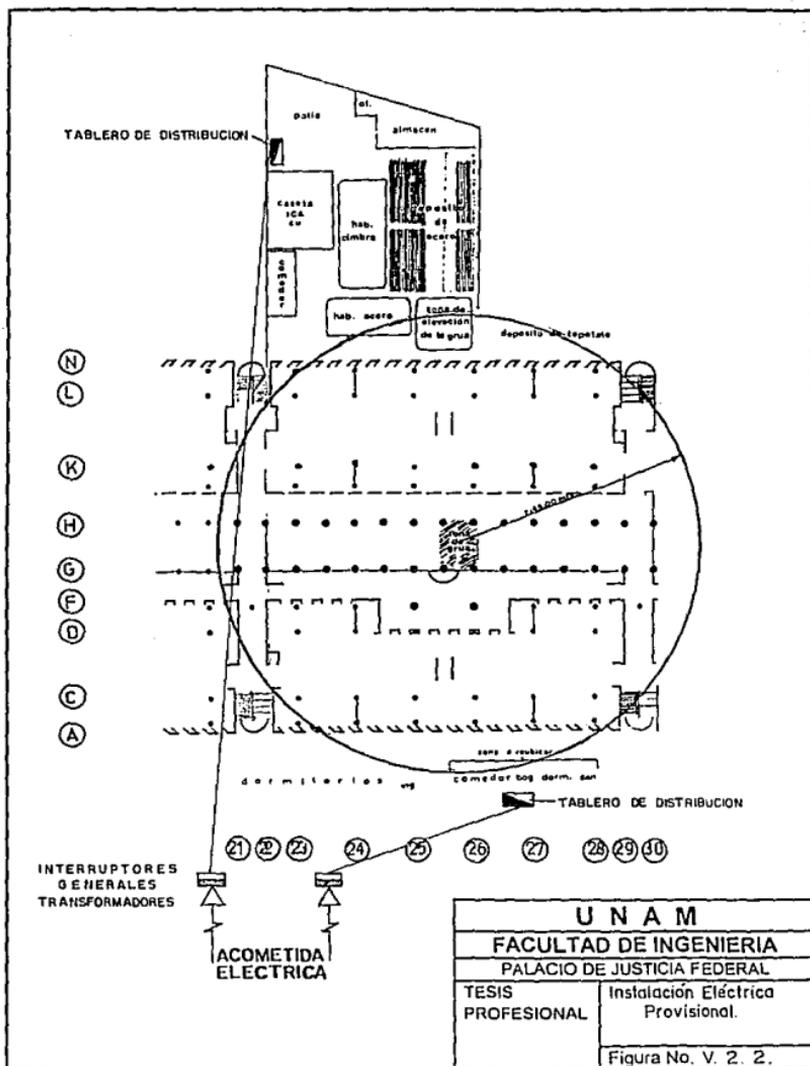
Las Instalaciones definitivas son las que van a dar servicio durante toda la vida útil de las edificaciones.

V.3.1 INSTALACION HIDRAULICA

Generalidades y Normatividad

La Instalación Hidráulica del Palacio de Justicia Federal fue diseñada de acuerdo a las normas que marca el Reglamento de Construcciones del Departamento del Distrito Federal.

Complementándose además con las normas de la National Fire Protection Assosiation y Standard For The Installation Of Standpipe And Hose System de los Estados Unidos de Norteamérica para los sistemas de protección contra incendio.



Descripción General de la Instalación Hidráulica.

Para el abastecimiento de agua se tiene una toma domiciliaría a la derecha del eje 18 por la calle Sídor y Rovirosa, de 75 mm. de diámetro hasta el medidor y de ahí con tubería de 100 mm. a las cisternas ubicadas en las celdas de cimentación entre los ejes 14-16 con I-F y otra entre 17-18 con I-E en el Módulo III con capacidad de 867,000 lts. Controlando su llenado con válvulas de flotador. Las cisternas están interconectadas a un cárcamo de succión en los ejes 18-19 con K mediante tubería de 200 mm., controlados con válvulas tipo mariposa en un cárcamo seco adyacente a las cisternas para operaciones de mantenimiento.

El cárcamo de succión tiene dos celdas interconectadas mediante un cabezal de succión de 200 mm. del cual succionan cinco bombas que junto con un tanque de presión integran el equipo hidroneumático para abastecer a todos los servicios del edificio a una presión de no mayor de 4.5 kg/m².

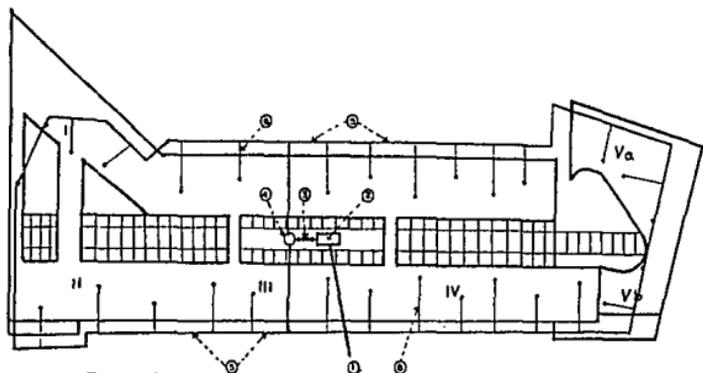
Del tanque de presión se alimenta al edificio mediante una red de distribución que rodea al edificio básicamente por el terreno natural formando dos circuitos cerrados para alimentar a columnas que abastecen a los núcleos sanitarios y demás servicios, se calcularon estas tuberías a fin de tener entre 5% y 10% de pérdidas por fricción. En cada núcleo sanitario y los otros locales se tiene una válvula de seccionamiento tipo compuerta. Ver figura V.3.1.1

En las alimentaciones a cada mueble se instalaron cámaras de aire para protección de la instalación.

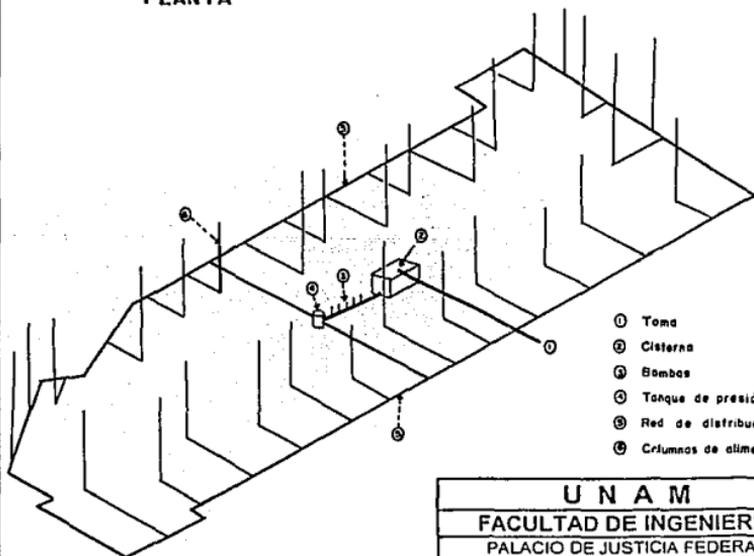
Consideraciones generales para el cálculo de la Instalación Hidráulica.

Para obtener el consumo total probable se procedió al cálculo por dotaciones de la población obteniendo lo siguiente:

Consumo para oficinas	
3000 personas x 100 lts./per/día	300,000 lts./día
Consumo para población flotante	
5000 personas x 10 lts./per/día	50,000 lts./día
Consumo para cafetería	
250 comidas x 30 lts. comida/día	7,500 lts./día
Consumo para guardería	
400 personas x 100 lts./per/día	40,000 lts./día
Consumo para auditorio	
400 personas x 6 lts./per/día	2,400 lts./día
Consumo total probable diario.	399,900 lts./día



PLANTA



ISOMETRICO

- ① Toma
- ② Cisterna
- ③ Bombas
- ④ Tanque de presión
- ⑤ Red de distribución
- ⑥ Columnas de alimentación

U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Instalación Hidráulica
Figura No. V. 3. I. I.	

Consumo total potable diario	399,900 lts.
Reserva para un día	399,900 lts.
Reserva para protección contra inc.	67,200 lts.
	<hr/>
Capacidad en cisterna	867,000 lts.

$$\text{Gasto medio Diario } Q_m = \frac{399900 \text{ lts.}}{86400 \text{ Seg.}} = 4.62 \text{ lts/seg.} = 0.0046 \text{ M}^3/\text{seg.}$$

V.3.2 INSTALACION SANITARIA

Generalidades y Normatividad

El proyecto de la Instalación Sanitaria del Palacio de Justicia Federal fue diseñado y construido con las normas marcadas en el Reglamento de Construcciones del Departamento del Distrito Federal y las normas del National Plumbing Code.

Descripción General de la Instalación Sanitaria

El sistema de la Instalación Sanitaria comienza en cada una de las salidas de los muebles sanitarios, cuyas aguas son conducidas por los ramales de cada núcleo sanitario hacia las bajadas alojadas en los ductos de instalaciones y al llegar a la planta baja se conectan a un albañal interior que atraviesa la cimentación y sale del edificio para desalojar en la red municipal.

El desagüe y ventilación de los muebles sanitarios se hace por debajo de las losas y muros através de tubos de fierro fundido y fierro galvanizado. Descargando y ventilándose a la vez por las bajadas, por prolongarse éstas por encima de las azoteas. Con esto se conforma un sistema doble de ventilación al conectarse también los tubos para ventilación de cada salida en los núcleos sanitarios.

Para el desalojo del agua pluvial su captación se inicia en las azoteas, pasillo y patios mediante canalizaciones y coladeras, descargando a las bajadas conectadas a su vez al albañal interior el cual desaloja hacia el exterior del edificio. Antes de la descarga a la red municipal con tubería de 30 cm. de diámetro, se tienen pozos de visita para descargar a seis conexiones hacia la calle de Sidar y Rovirosa, tres conexiones a la calle de Prolongación Eduardo Molina y dos conexiones más a la Avenida Ignacio Zaragoza.

Consideraciones generales para el cálculo de la Instalación Sanitaria.

El cálculo de tuberías de la Instalación Sanitaria se hizo en base a los gastos acumulados de los muebles sanitarios, con un gasto de 0.01 lt/seg. por mueble y el escurrimiento pluvial se consideró similarmente con las áreas acumuladas de patios y azoteas, tomando una intensidad de 36 mm/hr. y un coeficiente de escurrimiento de 0.9, obteniendo así el gasto máximo de diseño de 172 lt/seg. el cual se distribuye entre las 11 conexiones a la red municipal con tubería de 30 cm. de diámetro máximo y pendientes de 1% para obtener velocidades máximas de flujo de 1.80 m/seg.

Especificaciones de materiales para las Instalaciones Hidráulica y Sanitaria

Material de Cobre

Utilizado en interiores de núcleos sanitarios y otros servicios.

- a) Tubería de cobre de fabricación nacional, marca Nacional de Cobre, S.A. o equivalente tipo "M", que cumpla la norma NOM.W-17-1981.
- b) Conexiones de cobre soldables de fabricación nacional marcas Urrea o Imperial Eastman.
- c) Materiales de unión con soldadura de hilo y pasta fundente marca Streamline o equivalente de Estaño No. 50.

Material de Hierro Galvanizado.

Se usa para redes y columnas generales de distribución de agua, conexiones entre cárcamos y bombas, redes de protección contra incendio desagües interiores y sistema de ventilación; hasta diámetros de 100 mm.

- a) Tubería de hierro galvanizado tipo "A" cédula 40 que cumpla norma NOM.B-10-1981, de fabricación nacional de marcas Hojalata y Lamina, S.A. (HYLSA) o Tubería Nacional, S.A. (TUNA).
- b) Material de unión. También de hierro galvanizado aplicándose pasta de unión Hércules o Permatex y cinta teflón para uniones conexiones con válvulas de cobre o bronce.
- c) Protección para tuberías enterradas con recubrimiento anticorrosivo a una profundidad mínima de 30 cm. del nivel de jardín.

Material de Fierro Fundido.

Usado en desagües interiores, bajadas de aguas negras, albañales horizontales, y bajadas de aguas pluviales; hasta diámetros de 250 mm.

a) Tubería de fierro fundido de fabricación nacional de la marca TISA, FOSA o equivalente, que cumpla con la norma NOM.B-64-1978.

b) Conexiones de fierro fundido de fabricación nacional marcas TISA, FOSA o equivalente, que cumplan con la norma NOM.B-64-1978.

c) Materiales de unión. Dependiendo del material que se especifique que pueden ser con macho y campana o extremos lisos.

1) Estopa alquitranada trenzada de primera calidad para calafateo entre macho y campana.

2) Plomo. Para mantener unidos entre sí al calafateo de estopa y el macho y la campana con un anillo de plomo derretido y asentado a golpe. El plomo debe cumplir la norma NOM.W-8-1961.

3) Empaque de Neopreno con abrazadera. En los extremos lisos de las piezas de las marcas TISA-TAR y FOSA-TEP. La unión es con anillos de empaque exteriores de neopreno que ajustan con los diámetros exteriores de la tubería ajustados con abrazaderas de acero inoxidable de tornillo sin fin.

Material de Fierro Negro

Utilizado en bajadas de agua pluvial y albañales horizontales. Para diámetros mayores de 250 mm.

a) Tubería de fierro negro tipo "A" cédula 40 que cumpla con la norma NOM.B-10-1981 para presiones hasta de 8.8 kg/cm² (125 lbs/pulg²), de fabricación nacional marcas Hojalata y Lamina, S.A. (HYLSA) o Tubería Nacional, S.A. (TUNA).

b) Conexiones de fierro negro roscadas reforzadas norma NOM.H-22-1959. marca CIFUNSA o equivalente.

c) Material de unión. Se aplica con puesto especial Hércules o Permatex.

d) Protección. Será de pintura anticorrosiva para tubos enterrados en trincheras y con cinta poliken, si van enterrados sobre la tierra.

Material de Acero Soldable

Se uso en conexiones de entre cárcamos y bombas, redes y columnas generales de alimentación de agua, protección contra incendio. Para diámetros mayores de 100 mm.

- a) Tuberías con diámetro de 100 mm. y mayores de acero sin costura NOM.B-10-1981; extremos lisos para soldar marca TAMSA o equivalente; para presiones hasta de 8.8 kg/cm² (125 lbs/pulg²) de cédula 40.
- b) Conexiones de fierro forjado de marca INIYF, TUBE, TURNS o equivalente en cédulas 40 que cumplan la norma NOM.B-214-1969.
- c) Materiales de unión de soldadura eléctrica con electrodos de calibre adecuado a los espesores de la tubería E-6010 para corriente directa y polaridad invertida en cualquier posición.

Válvulas para Presiones Hasta de 8.8 KG/CM².

- a) Válvulas. De fabricación nacional y dependiendo del diámetro serán:

Diámetros hasta 51 mm. de bronce y con extremos roscados.

Diámetros de 64 mm. y mayores de fierro fundido y bridadas.

a.1) De seccionamiento tipo compuerta marcas Urrea, Walworth o equivalente.

a.2) De retención. Tipo columpio.

- b) Válvulas eliminadoras de aire. Instaladas en los extremos de cada columna o tubería vertical. De la marca AMSTROMG, modelo 21-AR o 71-AR o SARCO, modelo 13W y 13WH.

Accesorios para Desagües:

- a) Casquillos de plomo para instalación de inodoros coladeras y registros para limpieza fabricación en obra con tubo de plomo reforzado de 15.2 kg/m. de 100 mm. de diámetro que cumpla la norma NOM.W-16-1961.
- b) Válvulas de flujo y reflujo de fabricación nacional marca Helvex o equivalente.
- c) Coladeras. De fierro fundido marca Helvex de fabricación nacional.
- d) Charolas de plomo. Fabricadas en el lugar para ajuste de dimensiones, con lámina de 1.6 mm. de espesor (1/16") que cumpla con la norma NOM.31-1956.

V.3.3 PROCESO CONSTRUCTIVO DE LAS INSTALACIONES HIDRÁULICA Y SANITARIA.

Para plantear el proceso constructivo es necesario tener un buen conocimiento del proyecto, de donde se partirá para obtener los volúmenes a ejecutar y de esta manera poder contemplar la programación de los recursos.

Obra por Ejecutar

De acuerdo al piso de cada sección del módulo IV obtenemos los núcleos sanitarios por tipo con su número de muebles, determinando así los muebles a instalar. Ver Tabla V.3.3.1.. Las tuberías para la red de agua, el albañal interior, las columnas de alimentación, las bajadas de aguas negras y pluviales y ramales en cada piso se muestran en la tabla V.3.3.2.. Para el ramaleo interior de alimentación, desagüe y ventilación; el material a utilizar por salida se obtiene de la cuantificación de los núcleos sanitarios tipo. Ver Tablas V.3.3.3. y V.3.3.4.

Organización de Mano de Obra

La mano de obra para las instalaciones hidráulica y sanitaria se organiza a través de un residente de instalaciones el cual controla directamente al subcontratista de la plomería el que ordena a sus cuadrillas de plomeros los trabajos a realizar según el programa, supervisando y controlando el avance diario. El subcontratista además presenta un informe por escrito semanal de avance y de recursos utilizados.

Para la realización de los trabajos de las instalaciones Hidráulica y Sanitaria del Módulo IV se tienen los siguientes rendimientos considerando la variedad de diámetros y tipos de tubería.

Colocación, Conexión y fijación de tubería de fierro negro de 300 mm de diámetro	tubero + ayudante	1 cuadrilla de tuberos
	6 m/jornal	36 m/semana
colocación, conexión y fijación de tubería de fierro fundido y fierro galvanizado de 250mm a 38 de diámetro	plomero + ayudante	1 cuadrilla de tuberos
	8 m/jornal	48 m/semana

TABLA V.3.3.1
MUEBLES SANITARIOS POR PLANTA DEL MODULO IV.

NIVEL	U S O	NUMERO	LOCALES	NUMERO DE MUEBLES POR LOCAL				TOTAL DE MUEBLES				TOTAL MUEBLES
				LAV	WC	MN	TAR	LAV	WC	MN	TAR	
P.B.	ARCHIVO	1	S.HOMBRES	3	3	2		3	2	2		
		1	S.MUJERES	2	3			2	3			
	2	LIMPIEZA				2					2	
	JUZGADOS	3	S.HOMBRES	2	1	1		6	3	3		
		3	S.MUJERES	2	2			6	6			
		3	S PRIVADO	1	1			3	3			
		2	LIMPIEZA				2					2
S U M A								20	17	5	4	46
1er.NIVEL	JUZGADOS	6	S.HOMBRES	2	1	1		12	6	6		
		6	S.MUJERES	2	2			12	12			
		6	S PRIVADO	1	1			6	6			
		2	LIMPIEZA				2					4
S U M A								30	24	6	4	64
2do.NIVEL	TRIBUNALES	4	S.HOMBRES	2	2	1		8	8	4		
		4	S.MUJERES	2	2			8	8			
		12	S PRIVADO	1	1			12	12			
		4	LIMPIEZA			1						4
S U M A								28	28	4	4	64
3er.NIVEL	TRIBUNALES	4	S.HOMBRES	2	2	1		8	8	4		
		4	S.MUJERES	2	2			8	8			
		12	S PRIVADO	1	1			12	12			
		4	LIMPIEZA			1						4
S U M A								28	28	4	4	64
TOTALES								106	97	19	16	238

TABLA V.3.3.2**TUBERIA PARA REDES Y COLUMNAS DE ALIMENTACION DE AGUA;
ALBAÑALES Y BAJADAS DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES.**

TUBERIA	UNIDAD	DIAMETRO (mm)	C A N T I D A D E S				TOTAL
			P.B.	1er. NIVEL	2do. NIVEL	3er. NIVEL	
Fo. No.	M	300	180				180
Fo.Fo.	M	250	120				120
Fo.Fo.	M	200	24	48	51		123
Fo.Fo.	M	150				120	120
Fo.Ga.	M	100	152				152
Fo.Ga.	M	75	128	32	34		194
Fo.Ga.	M	64	72			34	106
Fo.Ga.	M	50		16	17		33
Fo.Ga.	M	38				17	17
SUMA	M		676	96	102	171	1045

TABLA V.3.3.3

MATERIAL HIDRAULICO POR SALIDA

MATERIAL COBRE	DIAMETROS (MM)	UNIDAD	C A N T I D A D E S			
			POR SALIDA	PLANTA BAJA (46 SALIDAS)	NIVEL PARA 1er,2do,3er. (64 SALIDAS)	TOTAL (238 SALIDAS)
TUBO	50	M	2.30	106	147.20	547.60
TUBO	38	M	0.41	18.90	26.30	97.80
TUBO	32	M	1.12	51.50	71.70	266.60
TUBO	25	M	0.35	16.10	22.40	83.30
TUBO	19	M	0.38	17.50	24.30	90.40
TUBO	13	M	1.53	70.40	97.90	364.10
CODOS	50	PZA.	1.53	71	98	365
CODOS	38	PZA.	0.06	3	4	15
CODOS	32	PZA.	0.53	25	34	127
CODOS	25	PZA.	0.12	6	7	27
CODOS	19	PZA.	0.06	3	4	15
CODOS	13	PZA.	0.53	27	37	138
TEES	505050	PZA.	0.12	6	8	30
TEES	503819	PZA.	0.06	3	4	15
TEES	503232	PZA.	0.59	3	4	15
TEES	505013	PZA.	0.12	3	4	15
TEES	503813	PZA.	0.06	3	4	15
TEES	383825	PZA.	0.06	3	4	15
TEES	383813	PZA.	0.06	3	4	15
TEES	383232	PZA.	0.06	3	4	15
TEES	323232	PZA.	0.41	19	26	97
TEES	322525	PZA.	0.06	3	4	15
TEES	323219	PZA.	0.06	3	4	15
TEES	252525	PZA.	0.12	6	8	30
TEES	251913	PZA.	0.06	3	4	15
TEES	191919	PZA.	0.06	3	4	15
TEES	191913	PZA.	0.06	3	4	15
TEES	131313	PZA.	0.47	22	30	112
TAPON	32	PZA.	0.41	19	26	97
TAPON	25	PZA.	0.12	6	8	30
TAPON	19	PZA.	0.06	3	4	15
TAPON	13	PZA.	0.47	22	30	112

TABLA V.3.3.4
MATERIAL SANITARIO POR SALIDA

MATERIAL	DIAMETRO (MM)	UNIDAD	C A N T I D A D E S			
			POR SALIDA	PLANTA BAJA (46 SALIDAS)	NIVEL 1er,2do,3er. (64 SALIDAS)	TOTAL
TUBO Fo.Fo.	100	M	0.63	29	40	149
TUBO Fo.Fo.	50	M	1.75	81	112	417
TUBO Fo.Ga.	50	M	0.75	35	48	179
TUBO Fo.Ga.	38	M	1.90	87	122	453
CODO 90 Fo.Fo.	100	PZA.	1	46	64	238
CODO 90 Fo.Fo.	50	PZA.	1	46	64	238
CODO 90 Fo.Ga.	50	PZA.	0.13	6	8	30
CODO 90 Fo.Ga.	38	PZA.	0.63	29	40	149
YEB Fo.Fo.	100-100	PZA.	0.75	35	48	179
YEB Fo.Fo.	100-50	PZA.	0.25	12	16	60
TEE Fo.Ga.	50-50	PZA.	0.13	6	8	30
TEE Fo.Ga.	50-38-50	PZA.	0.25	12	16	60
TEE Fo.Fo.	100-100-50	PZA.	0.13	6	8	30
TAPON REGISTRO BRONCE		PZA.	0.13	6	8	30
COLADERA HELVEX M-25		PZA.	0.25	12	16	60

Ramaleo para alimentaciones, desagües y ventilaciones interiores salidas de muebles	plomero+ayudante =	1 cuadrilla de plomeros =
	2 salidas/jornal	12 salidas/semana

Colocación de muebles	plomero+ayudante =	1 cuadrilla de plomeros =
	3 muebles/jornal	18 muebles/semana

La cuadrilla se integra por un oficial y un ayudante según la especialidad del trabajo por ejecutar.

Programa de Ejecución

En cada una de las cuatro plantas del Módulo IV la ejecución de las Instalaciones Hidráulica y Sanitaria se programa en base a la terminación de actividades de la obra civil, y se divide primordialmente en dos etapas.

Primera Etapa.- Colocación, conexión y fijación de tuberías para redes, columnas de distribución agua, albañales y alimentaciones, horizontales, bajadas, ramaleo para alimentaciones desagües y ventilaciones interiores de salidas y las pruebas de tuberías, pudiendo iniciar al termino del descimbrado de la losa del piso de la planta por ejecutar y al irse terminando los muros en los locales donde se tienen instalaciones.

Segunda Etapa.- Colocación de los muebles sanitarios al tenerse ejecutados los acabados de pisos y muros en los locales.

Dentro de estas etapas marcados en el programa para cada una de las plantas del Módulo IV se van realizando trabajos complementarios de las Instalaciones Hidráulica y Sanitaria incluidos en la partida de albañilería como la red de drenaje exterior, construcción de pozos y registros y las conexiones a la red municipal.

A continuación se describen brevemente las dos etapas indicadas, tomando como ejemplo las cantidades a ejecutar para el nivel de Planta Baja.

Planta Baja

De las tablas V.3.3.1 y V.3.3.2 obtenemos las cantidades de obra a ejecutar para la Planta Baja.

Tubería de Fierro Negro Soldable de 300 mm	180 m.
Tubería de Fierro Fundido y Fierro Galvanizado de 250 mm a 50 mm.	496 m.
Ramaleo para salidas	46 salidas

Primera Etapa

Para la colocación, conexión y fijación de 180 m de tubería de Fierro Negro soldable de 300 mm. de diámetro, de acuerdo al rendimiento indicado y tomando en cuenta el período de ejecución en el programa de obra, que nos indica la ejecución de estos trabajos entre la semanas números 27 y 29, se efectúa el siguiente análisis:

Primera Etapa

$$\frac{180 \text{ m}}{36 \text{ m/semana}} = 5 \text{ semanas/1 cuadrilla de tuberos}$$

Si consideramos tener 2 cuadrillas de tuberos x semana, el trabajo se realiza en 2.5 semanas. Finalmente se contratan 2 cuadrillas durante 3 semanas. De las semanas números 27 a 29.

Para los 496 m. de tuberías de Fierro Galvanizado y Fierro Fundido de 250 a 64 mm. de diámetro se realiza en 5 semanas con 2 cuadrillas de plomeros resultante del siguiente análisis:

$$\frac{496 \text{ m}}{48 \text{ m/semana}} = 10.33 \text{ semanas/1 cuadrilla de plomeros}$$

Con las 2 cuadrillas de plomeros el trabajo se realiza en 5 semanas comprendidas entre las semanas número 30 a 34.

El ramaleo para alimentaciones desagües y ventilaciones interiores de 46 salidas se ejecuta de la semanas números 35 a 38 según análisis con 1 cuadrilla de plomeros en 4 semanas.

$$\frac{46 \text{ salidas}}{12 \text{ salidas/semana}} = 3.83 \text{ semanas/1 cuadrilla de plomeros}$$

De la semana 39 a 40 se hacen las pruebas de tubería con 1 cuadrilla de plomeros y la semana número 41 queda como holgura para imprevistos y/o retrasos.

Segunda Etapa.

Para la colocación de 46 muebles se tiene el siguiente análisis con el rendimiento dado anteriormente.

$$\frac{46 \text{ muebles}}{18 \text{ muebles/semana}} = 2.56 \text{ semanas/1 cuadrilla de plomeros}$$

Tomando en cuenta que el personal se contrata por semana se decide tener 1 cuadrilla de plomeros 3 semanas comprendidas de la 53 a 55. Y dando de holgura la semana número 56 para atrasos y/o imprevistos para la terminación de las Instalaciones Hidráulica y Sanitaria en Planta Baja.

De manera similar se analizan los niveles 1ro., 2do y 3ro., obteniendo la mano de obra necesaria para ejecutar los trabajos dentro de los períodos que marca el programa de obra y de ellos obtenemos los elementos para la elaboración del programa de mano de obra y del cual finalmente se origina el programa de materiales. Figuras V.3.3.5, V.3.3.6.

Adquisiciones de materiales.

La compra de materiales de las actividades a desarrollar se hará 15 días antes de la iniciación de las mismas según el programa.

Verificándose su existencia en el almacén de obra una semana antes de inicio de actividad, por el residente y subcontratista conjuntamente y de no estar en orden las existencias con lo programado, se hacen las requisiciones adicionales, esto evita retrasos por falta de materiales. Es importante aclarar que se deben prever con oportunidad los pedidos de algunas tuberías y equipos especiales que tienen un tiempo de determinado de entrega.

TABLA V.3.3.5
PROGRAMA DE MANO DE OBRA PARA LAS INSTALACIONES HIDRAULICA Y SANITARIA DEL MODULO IV, POR CUADRILLA

ACTIVIDAD	ABRIL			MAYO				JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE			NOVIEMBRE							
	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	
PLANTA BAJA																																		
C.C.F.TUBO Fo.No.300mm	2T	2T	2T																															
C.C.F.TUBO Fo.Fo.yFo.Ga. 250 A 64 mm.				2P	2P	2P	2P	2P																										
RAMALEO P/48 MUEBLES								1P	1P	1P	1P																							
PRUEBAS MAS HOLGURA												1P	1P	1P																				
COLOC. MUEBLES + HOLGURA																											1P	1P	1P	1P				
1er. NIVEL																																		
C.C.F.TUB. Fo.Fo Y Fo.Ga. 200 A 50 mm.								1P	1P																									
RAMALEO P/64 MUEBLES									1P	1P	1P	1P	1P																					
PRUEBAS MAS HOLGURA													1P	1P	1P																			
COLOC. MUEBLES + HOLGURA																											1P	1P	1P	1P	1P			
2do. NIVEL																																		
C.C.F.TUB.Fo.Fo Y Fo.Ga. 160 A 38 mm.									1P	1P																								
RAMALEO P/64 MUEBLES										1P	1P	1P	1P	1P	1P																			
PRUEBAS MAS HOLGURA																			1P	1P	1P													
COLOC. MUEBLES + HOLGURA																											1P	1P	1P	1P	1P			
3er. NIVEL																																		
C.C.F.TUB.Fo.Fo Y Fo.Ga. 200 A 50 mm.													1P	1P	1P	1P																		
RAMALEO P/64 MUEBLES																	1P	1P	1P	1P	1P	1P	1P											
PRUEBAS MAS HOLGURA																								1P	1P	1P								
COLOC. MUEBLES + HOLGURA																													1P	1P	1P	1P	1P	
TOTAL MANO DE OBRA																																		
POR SEMANA	2T	2T	2T	2P	2P	2P	3P	3P	2P	3P	3P	3P	3P	4P	4P	3P	2P	2P	2P	2P	2P	2P	1P	1P	1P	1P	1P	2P	3P	4P	4P	3P	2P	1P

Control de ejecución

a) Control de materiales:

Se tiene através del almacenista quien hace los pedidos siguiendo la programación de materiales, con el kardex reporta semanalmente las existencias al residente de instalaciones que verifica con el programa y avance de obra para hacer los ajustes necesarios al programa de materiales.

b) Control de obra:

La supervisión, control y avance de los trabajos diarios es del residente hacia el subcontratista, este además deberá presentar un reporte escrito semanal de avance de los volúmenes ejecutados.

c) Comparación de reportes de almacén con avances de obra.

Esto sirve para checar el avance con el programa de obra, los consumos por cantidad de obra ejecutada, para ir afinando el programa de materiales, detección de desperdicios excesivos ó fuga de materiales fuera de la obra.

Además con esto se avala el avance del que se derivan las estimaciones para pago al subcontratista y para el cobro de obra ejecutada.

V.3.4.- INSTALACION ELECTRICA

Generalidades y Normatividad

La Instalación Eléctrica del Palacio de Justicia Federal se diseño en base a las normas que marca el Reglamento para Obras e Instalaciones Eléctricas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Como se ha dicho anteriormente el edificio se compone de cinco módulos interconectados entre si los que a su vez se dividen en dos secciones con sus cuatro plantas ya señaladas.

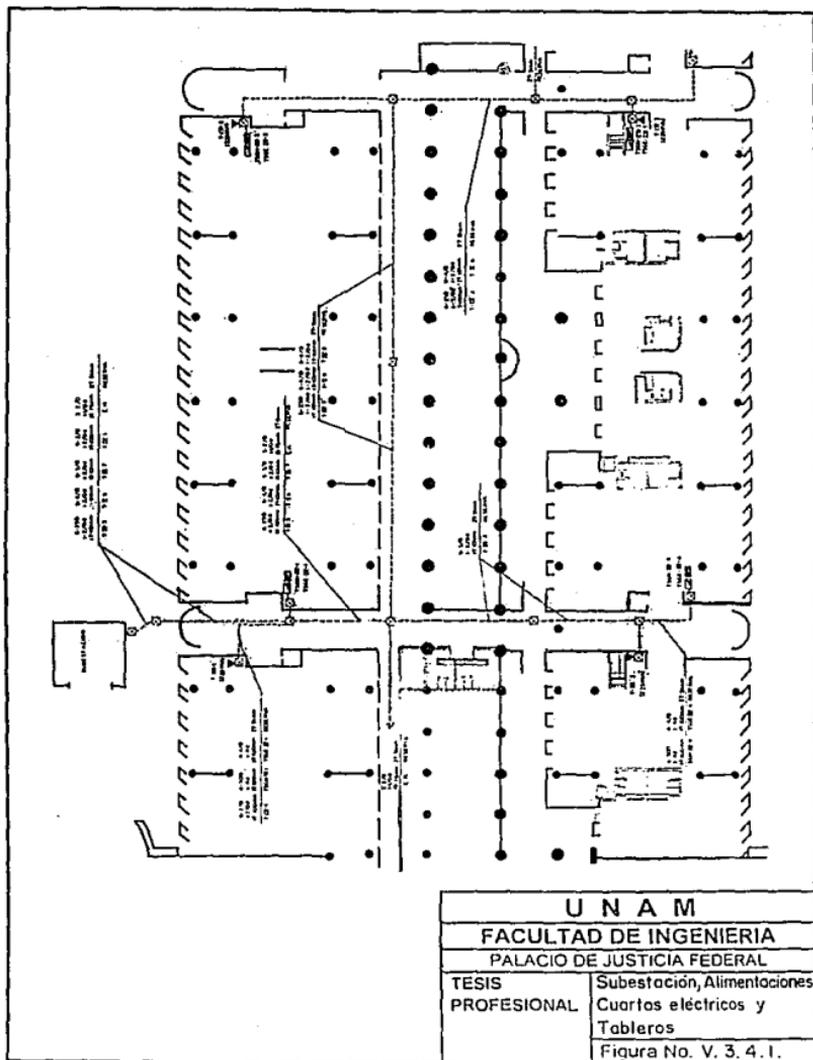
Descripción General de la Instalación Eléctrica.

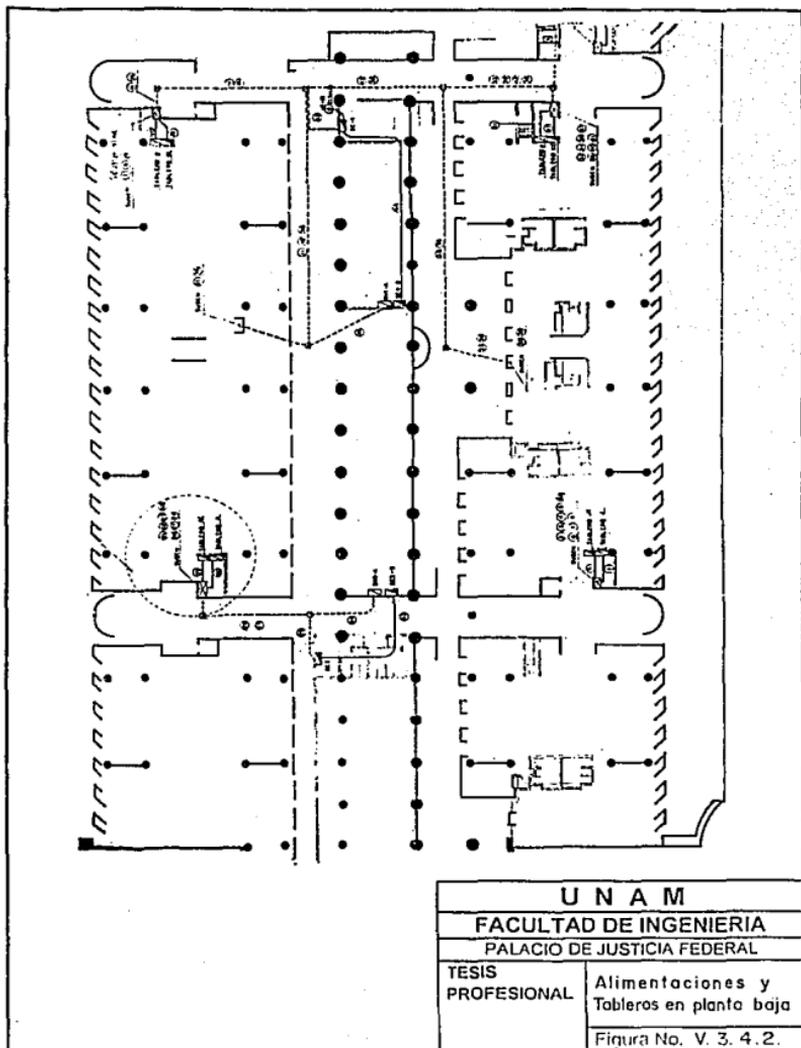
El suministro de energía eléctrica se hace mediante dos acometidas subterráneas a 23 KV. por la Calzada Ignacio Zaragoza a dos subestaciones con una carga instalada de 1125 KVA. cada una, ubicadas en el estacionamiento abierto, una alimenta a los módulos I, II y a los servicios generales y la otra a los módulos III, IV y V, se conectan a 5 transformadores por subestación, de 225 KVA., cada uno a una tensión de 440/220-127V. de los que se conectan los tableros generales de distribución quienes alimentan a los tableros subgenerales, los cuales alimentan a servicios y tableros de línea en los pisos de las secciones de cada módulo que finalmente suministran la energía para iluminación y contactos.

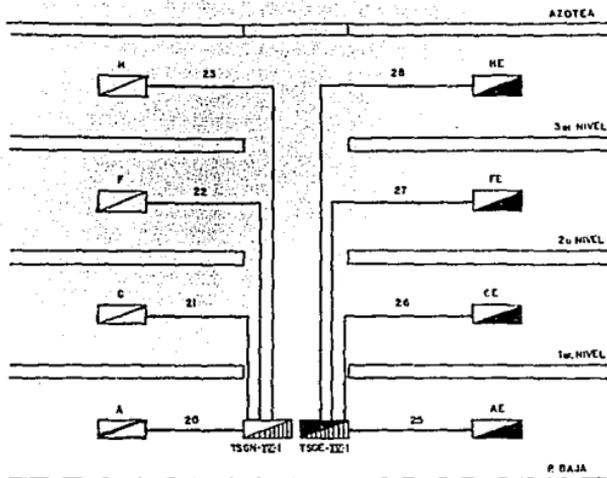
El sistema de emergencia para casos de interrupción del suministro de energía eléctrica se compone de dos plantas generadoras de 300 KW. a una tensión de 440 V., 60 ciclos/segundo, y ubicadas dentro de las subestaciones donde se tienen los tableros de transferencia que van a los transformadores y tableros generales de distribución los cuales alimentan a su vez a los tableros subgenerales de emergencia, alimentado así a los servicios de emergencia. Ver figuras V.3.4.1, V.3.4.2 y V.3.4.3.

Todos los circuitos de alumbrado y contactos se alimentan, controlan y protegen con interruptores termomagnéticos alojados en los tableros de línea en cada piso de las distintas secciones de cada módulo. Además de tenerse un sistema de tierras físicas en los contactos y equipos.

La iluminación interior es básicamente de unidades fluorescentes de empotrar en plafones y cajillos luminosos combinadas con lámparas doble dulux de 13 W. e incandescentes de 100 W. y 75 W. y para exteriores con lámparas de 250 W. de vapor de sodio de alta presión.







CORTE A - A'

U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Diagrama de conexión de Tableros Subgenerales y de línea
	Figura No. V.3.4.3.

Especificaciones de los Materiales Empleados en la Instalación Eléctrica.

Tuberías

Tubería Conduit pared gruesa de acero galvanizado con extremos roscados y conexiones de acero galvanizado pared gruesa roscadas de fabricación nacional marcas Júpiter, Omega ó Catusa, diámetros de 38 mm. a 19 mm. Para utilizarse en canalizaciones aparentes, instalaciones de fuerza, en casas de máquinas y alimentaciones.

Tubería Conduit pared delgada de acero galvanizado y coples contratueras de fabricación nacional marcas Júpiter, Omega ó Catusa, diámetros de 25 mm. a 13 mm. utilizadas en instalaciones ocultas interiores de baja tensión para salidas de alumbrado y contactos.

Tubería Conduit de P.V.C. rígido, tipo pesado, extremos lisos y acampanados para cementar con conexiones de P.V.C. rígido tipo pesado de fabricación nacional marca Duralón ó similar, diámetros de 100 mm. a 50 mm. Para canalizaciones enterradas de alta y baja tensión.

Cajas

Cajas de conexión tipo conduit de aluminio libre de cobre, fundido, con tapa y empaque marca Crouse-Hinds-Domex o similar para conexiones de tubería conduit pared gruesa.

Cajas y chalupas de lámina de acero galvanizada, troquelados, con las aberturas circulares requeridas por diseño y con tapa para conexiones y salidas para alumbrado, contactos y apagadores interiores con tubo conduit de pared delgada.

Conductores

Conductores de cobre: de cobre electrolítico suave ó recocido 100 % de conductividad. Con aislamiento de cloruro de polivinilo (P.V.C.). Calibres de acuerdo a la clasificación A.W.G., y cumplan con las normas de la A.S.T.M. De marcas Conduflex, Monterrey, Latincasa ó Conelec. tipo THW, 600 V. y 75 C., TW, 600 V. y 60 C de temperatura máxima y cable desnudo.

Accesorios

- a) Contactos para montaje oculto de 180 w. a 127 v. monofásico duplex polarizado, marca Arrow Hart.
- b) Apagadores para montaje oculto para 15 A y a 127 v. tipo intercambiable, con balancín de tecla fosforescente y contactos de plata una ó dos vías marca Arrow Hart.

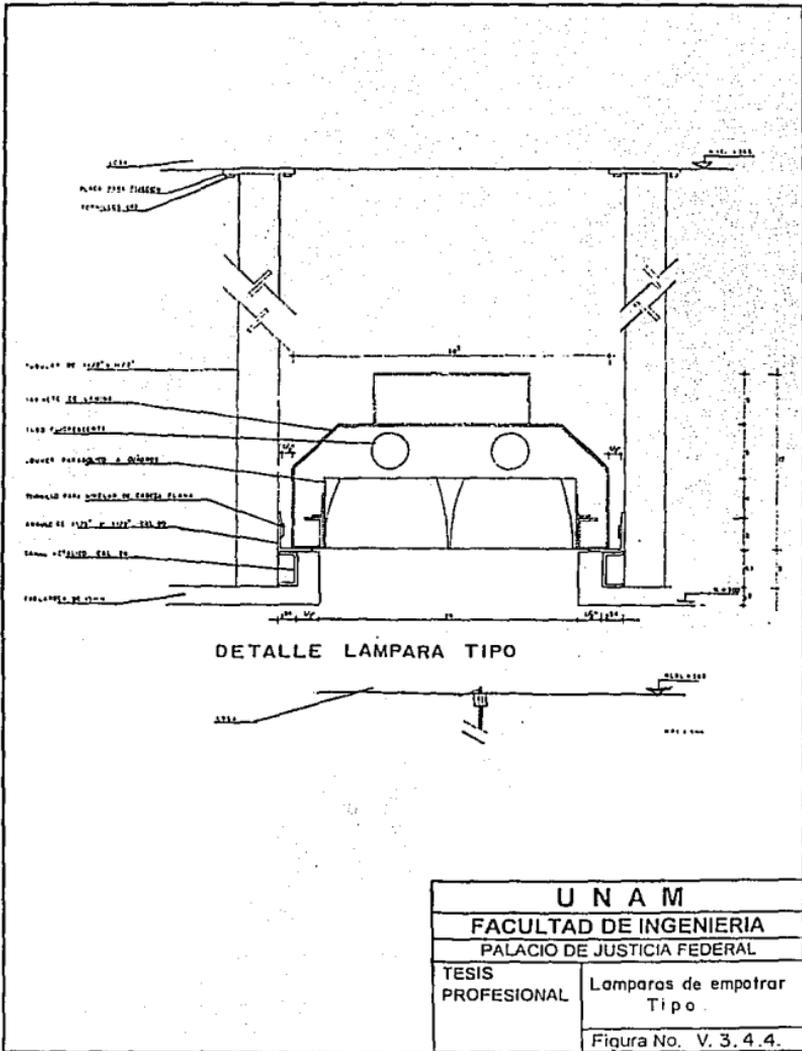
Materiales de Consumo

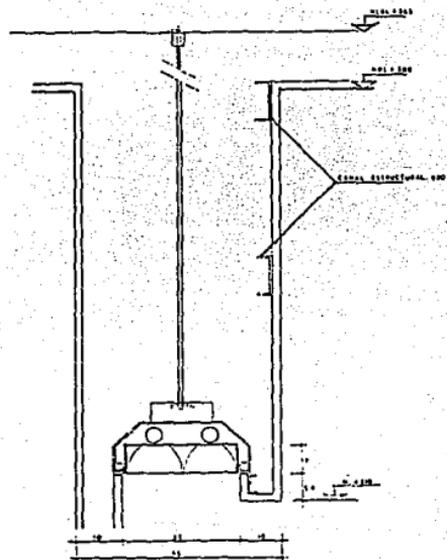
- a) Cinta eléctrica aislante plástica, de alta resistencia a los aceites, humedad y corrosión. Con resistencia dieléctrica mínima de 9000 v. marca Scotch No. 33 ó similar.
- b) Soldadura de estaño y plomo (50 y 50%) libre de impurezas.

Unidades de Iluminación

- a) Unidades fluorescentes de empotrar con lámparas de 2 x 38 W. y 2 x 74 W. fabricados con lámina de acero rolada en frío calibre No. 22 para el cuerpo y calibre No. 20 para el marco, con dimensiones de 30 cm. x 122 cm. para las de 2 x 38 W y de 30 cm. x 244 cm. para las de 2 x 74 W. Con acabado de pintura de polvo acrílico color blanco aplicado por el método electrostático y secado al horno a 180 C. durante 20 minutos. Difusor de celdas de aluminio de alta reflexión, tipo Louver parabólico. Colocados en los locales interiores. Ver figuras V.3.4.4, V.3.4.5 Y V.3.4.6.
- b) Plafones luminosos en cajillos y huecos se instalan con dos juegos de bases telescópicas Slim-Line para tubos de 74 W. y de arranque rápido para las de 38 W. Localizados en los perímetros, en los costados de pasillos combinados con unidades de doble dulux y en baños. Ver figuras V.3.4.8.

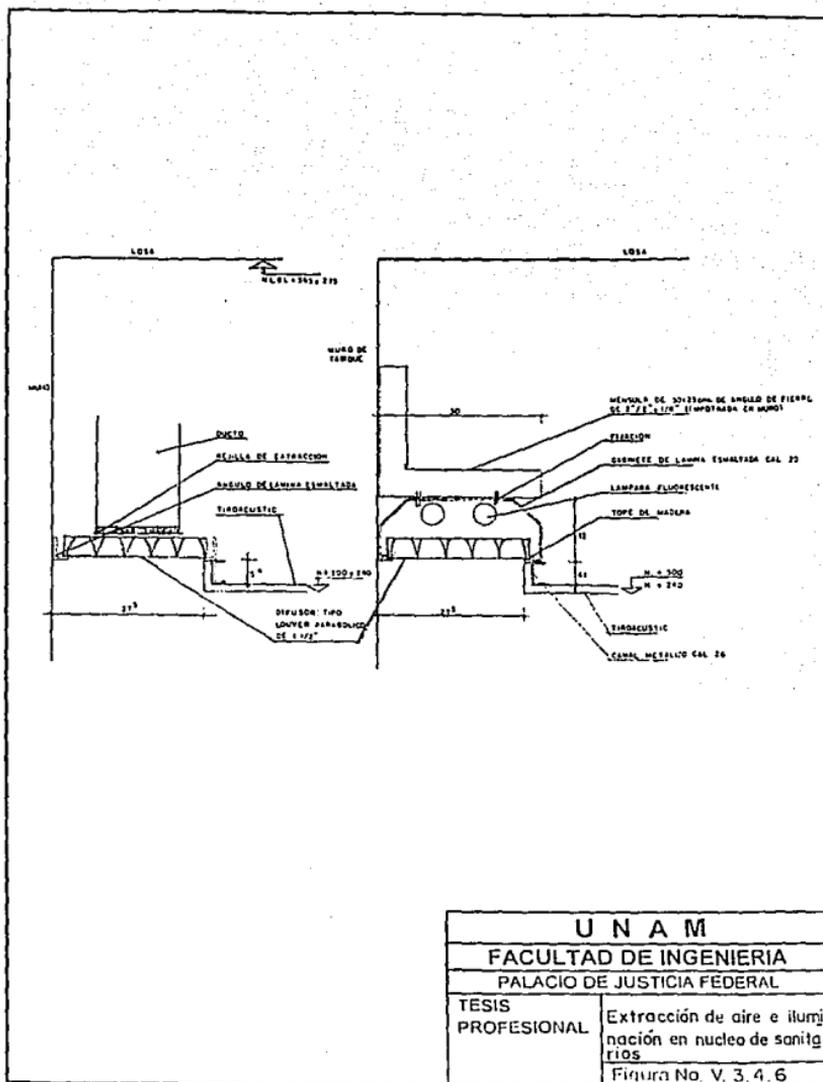
Para las unidades fluorescentes de empotrar y plafones luminosos se usaran balastros de las marcas Advance, Lumicon ó similar cubriendo las siguientes especificaciones:





DETALLE

U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL	
TESIS PROFESIONAL	Detalle de fijación de lamparas de empotrar
Figura No V. 3. 4. 5	



U N A M

FACULTAD DE INGENIERIA
 PALACIO DE JUSTICIA FEDERAL

TESIS
 PROFESIONAL

Extracción de aire e iluminación en núcleo de sanitarios

Figura No. V. 3. 4. 6

Potencial Nominal	2 x 38	2 x 74
Voltaje	127 C.V.A.	127 V.C.A.
Pérdidas	6 %	3 %
Regulación	+ - 5 %	+ - 5 %
Sobre/elev.Temperatura	90 C.	90 C.
Factor de Potencia	Alto	Alto
Encendido	Rápido	Instantáneo

c) Unidades Fluorescentes de sobreponer 2 x 38 W. con cuerpo de lámina calibre No.20 de 12 x 30 x 122 cm. con el mismo acabado de los de empotrar, colocados en cuartos de máquinas y eléctricos.

d) Unidades Fluorescentes doble dulux de 13 W. para empotrar con reflector fabricado en lámina de aluminio calibre No. 18 y cono del cuerpo en lámina calibre No. 16 con dimensión interior de 13 cm. exterior de 16 cm. y 21 cm. de altura, en pasillos interiores y combinados con fluorescentes de 2 x 38 W ó 2 x 74 W. en cajillos de plafones luminosos.

e) Unidades incandescentes 100 W. y 75 W. para empotrar en pasillos y vestíbulos, con reflector de aluminio.

f) Unidades de vapor de sodio de alta presión de 250 W. tipo reflector autobalastroado Holaphone modelo Haleón predador para alumbrado exterior en azoteas.

V.4.5.- PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA INSTALACION ELECTRICA

El proceso constructivo de la Instalación Eléctrica del Módulo IV se realizó en base al programa de ejecución de la obra civil. Requiriéndose para su programación la obtención de los volúmenes de obra por ejecutar, de estos datos obtenemos el volúmen de los recursos a utilizar dentro de los períodos fijados por programa.

Obra por Ejecutar.

Las cantidades de obra se obtuvieron con la cuantificación con los planos del proyecto de la Instalación Eléctrica. Con estas se partió para hacer la programación de la mano de obra y de los materiales, concentrándose estos datos en las tablas V.3.5.1, V.3.5.2., V.3.5.3., V.3.5.4., y V.3.5.5. donde se tiene los materiales a utilizar por salidas de alumbrado y contactos, así como tuberías y conductores para las alimentaciones de la subestación a los tableros de distribución y de línea.

TABLA V.3.5.1.**COLOCACION Y FIJACION DE TUBERIA PARA ALIMENTACIONES POR NIVEL**

TUBERIA	DIAMETRO M.M.	P.B.	1er. NIVEL	2do. NIVEL	3er. NIVEL
P.V.C. RIGIDO	100	800			
P.V.C. RIGIDO	75	70			
P.V.C. RIGIDO	50	530	80	80	50
ACERO GALVANIZADO PARED GRUESA	38	120	90	90	90
ACERO GALVANIZADO PARED GRUESA	32	90	100	100	100
ACERO GALVANIZADO PARED GRUESA	25	70	80	120	220

TABLA V.3.5.2
MATERIAL POR SALIDA DE ALUMBRADO Y POR NIVEL

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD POR SALIDA	P.B. 778 SALIDAS CANTIDAD	1er. NIVEL 892 SALIDAS CANTIDAD	2do. Y 3er. N. 732 SALIDAS CANTIDAD	T O T A L
CONECTOR P/USO RUDO	PZA.	1.00	778	892	732	2,402
TUBO COND. P.D. 13 MM.	M	2.75	2,139.50	2,453	2,013	6,606
TUBO COND. P.D. 19 MM.	M	0.19	147.82	169.48	139.08	456
TUBO COND. P.D. 25 MM.	M	0.49	381.22	437.08	358.68	1,177
CONTRA Y MONITOR 13 MM.	PZA.	1.67	1,299	1,490	1,223	4,012
CONTRA Y MONITOR 19 MM.	PZA.	0.20	156	178	146.5	481
CONTRA Y MONITOR 19 MM.	PZA.	0.26	202	232	190.5	625
CAJA CHALUPA	PZA.	0.17	132	152	124.5	409
CAJA CUADRADA C/TAPA 13 MM.	PZA.	0.74	578	680	541.5	1,778
CAJA CUADRADA C/TAPA 19 MM.	PZA.	0.08	62	71	58.5	192
CAJA CUADRADA C/TAPA 19 MM.	PZA.	0.10	78	89	73	240
APAGADOR SENCILLO	PZA.	0.08	62	71	58.5	192
TAPA DE ALUMINIO	PZA.	0.22	171	178	161	510
ALAMBRE T H W COL. 10	M	2.61	2,030.58	2,328.12	1,910.52	6,269
ALAMBRE T H W COL. 12	M	8.86	6,893.08	7,903.12	6,485.52	21,282
CABLE USO RUDO 3 X 14 A W G	M	1.1	855.80	981.20	805.20	2,642

TABLA V.3.5.3.
MATERIAL POR SALIDA DE CONTACTO Y POR NIVEL

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD POR SALIDA	P.B. 180 SALIDAS CANTIDAD	1er. NIVEL 304 SALIDAS CANTIDAD	2do. Y 3er. N. 332 SALIDAS CANTIDAD	T O T A L
TUBO COND. P.D. 13 MM.	M	4.33	779.40	1,316.32	1,437.56	3,533
TUBO COND. P.D. 19 MM.	M	1.50	270	456	498	1,224
TUBO COND. P.D. 25 MM.	M	1.07	192.60	325.28	355.24	873
CONTRA Y MONITOR 13 MM.	PZA.	1.11	200	337	368.52	906
CONTRA Y MONITOR 19 MM.	PZA.	0.55	99	167	182.60	449
CONTRA Y MONITOR 25 MM.	PZA.	0.30	54	91	99.60	245
CAJA CHALUPA	PZA.	0.30	54	91	99.60	245
CAJA CUADRADA C/TAPA 19 MM.	PZA.	0.55	99	167	182.60	449
CAJA CUADRADA C/TAPA 25 MM.	PZA.	0.20	36	61	66.40	163
CONTACTO DUPLEX POLARIZADO	PZA.	1.00	180	304	332	816
PLACA P/CONTACTO DUPLEX	PZA.	1.00	180	304	332	816
ALAMBRE T II W COL. 10	M	18.20	3,276	5,532.80	6,042.40	14,851
ALAMBRE T II W COL. 12	M	6.40	1,152	1,945.60	2,124.80	5,222
CABLE DESNUDO CAL. 12	M	9.50	1,710	2,888	3,154	7,752

TABLA V.3.5.4.

CABLEADO PARA ALIMENTACIONES POR NIVEL

CABLE	CALIBRE A.W.G.	P.B. M	1er. NIVEL M	2do. NIVEL M	3er. NIVEL M	TOTAL M
THW	250	1,200				1200
THW	300	400				400
THW	350	220				220
THW	4/O	1,600				1600
THW	3/O	950				950
THW	2/O	720	200	60	70	1050
DESNUDO	2/O	1,600				1800
THW	1/O	240				240
THW	2	20				20
THW	4	130	140	340	410	1020
DESNUDO	4	110				110
THW	6	180	40	60		280
THW	8	220	50		380	650
THW	10	20	140	130	20	310
DESNUDO	10	215	170	140	240	765
SUMAS	DE 250 A 1/O	6,930	200	60	70	
	DE 2 A /O	895	540	670	1050	

TABLA V.3.5.5**TABLEROS DEL MODULO IV.**

	P.B.	1er. NIVEL	2do. NIVEL	3er. NIVEL
TABLEROS GENERALES TIPO AUTOSOPORTADO DE 3 , 44, 0.220-0.127 KM.	3			
TABLEROS SUBGENERALES TIPO 1 LINE NEMA 1 CAT. KA-225M-10-1	6			
TABLEROS DE LINEA TIPO NQ0-14, 4AB, 3 0 4 H.	7	11	7	7
T O T A L TABLEROS	16	11	7	7

Organización de Mano de Obra.

La realización de los trabajos de la Instalación Eléctrica se lleva a cabo con cuadrillas electricistas formadas por un oficial electricista y su ayudante, contratados por el subcontratista de la Instalación Eléctrica. Los trabajos son coordinados y supervisados por el residente de instalaciones, lleva el avance diario de los trabajos, para el control y seguimiento del programa de obra y el subcontratista presenta semanalmente su reporte escrito de avance con los recursos utilizados durante el período.

Los rendimientos para la ejecución de los trabajos de la Instalación Eléctrica, se dan considerando los diferentes diámetros y tipos de tubería, los distintos calibres de los conductores, así como los tipos y tamaños de tableros a instalar, siendo los siguientes por jornal y por semana:

Colocación de tubería de P.V.C. rígida de 100 mm. a 50 mm. de diámetro para alimentaciones.	Electricista + Ayudante	1 C. de Electr.
	<u>30m./jornal</u>	<u>180 m/semana</u>

Colocación de tubería de acero galvanizado pared gruesa de 38 mm. a 25 mm. para alimentaciones	Electricista + Ayudante	1 C. de Electr.
	<u>60 m/jorna</u>	<u>360 m/semana</u>

Colocación de tubería de acero galvanizado pared delgada de 25 mm. a 12.5 mm. para salidas	Electricista + Ayudante	1 C. de Electr.
	<u>10 salidas</u>	<u>60 sal./semana salidas.</u>

Cableado con conductores calibre de No. 350 a 1/0 para alimentaciones	Electricistas + Ayudante	1 C. de Electr.
	<u>50 m./jornal</u>	<u>300 m/semana</u>

Cableado con conductores calibre de No. 2 al 10 para alimentaciones	Electricistas + Ayudante	1 C. de Electr. según A.W.G.
	<u>100 m./jornal</u>	<u>600 m/semana</u>

Cableado para salidas conductores calibre No. 10 al 12 para alimentaciones	Electricistas + Ayudante	1 C. de Electr.
	<u>10 salidas/jornal</u>	<u>60 sal./semana</u>

Colocación y fijación de tableros de distribución	Electricista + ayudante	1 C. Electr.
	<u>2 tableros/jornal</u>	<u>12 tab./semana</u>

Conexión de tableros con las alimentaciones circuitos de servicios.	Electricista + Ayudante	1 C. Electr.
	<u>2 tableros/jornal</u>	<u>12 tab./jornal</u>

Colocación de unidades de iluminación fluorescentes 2x38 W y 2x74 de empotrar, sobreponer y en plafones luminosos, lamparos doble dulux de 13 W., incandescentes de 75 y 100 W. de empotrar ó arbotantes; para exteriores de vapor de sodio de alta presión de 250 W.	Electricista + Ayudante	1 C. de electr.
	<u>7 unidades /jornal</u>	<u>42 U./semana</u>

Colocación de contactos	Electricista + Ayudante	1 C. de Electr.
	<u>20 contactos</u>	<u>120 C./semana</u>

Programa de Ejecución

Para la ejecución de los trabajos de la Instalación Eléctrica se depende de lo programado para la obra civil teniéndose con ello tres etapas de ejecución principales a seguir. En cada una de las cuatro plantas del módulo IV, y son:

Primera Etapa.- Colocación, fijación de tuberías para alimentar a tableros generales, subgenerales y de línea y para salidas de los diferentes circuitos en cada sección de cada piso, colocando antes de el colado de las diferentes elementos estructurales del edificio pero primordialmente en las losas, así como en patios y ductos de instalaciones. Y colocación y fijación de tableros de distribución generales, subgenerales y de línea.

Segunda Etapa.- Cableado de alimentaciones a tableros y de salidas en general. Las salidas de las unidades de iluminación deben estar cableadas antes de tener el plafón falso.

Tercera Etapa.- Colocación, fijación y conexión de las unidades de iluminación y contactos; conexiones a los tableros de distribución generales y subgenerales con los de línea y estos con los circuitos de alumbrado y contactos. Realizando estas actividades teniéndose ya los acabados finales en pisos, muros y plafones.

Finalmente se hace la conexión de energía y se procede a las pruebas de los elementos que componen la Instalación Eléctrica como son los conductores, las unidades de iluminación, contactos y se hacen los balanceos de fases.

A continuación se describe brevemente el proceso a seguir para la ejecución de los trabajos de la Instalación Eléctrica en cada una de sus tres etapas tomando como ejemplo el nivel de Planta Baja. Con las cantidades de obra a ejecutar de las tablas V.3.5.1, V.3.5.2, V.3.5.3, V.3.5.4 y V.3.5.5.

Planta Baja.

Primera Etapa.

a) Tubería Conduit P.V.C. rígido de 100 mm a 50 mm 1,400 M.

Tubería Conduit pared gruesa acero galvanizado
de 38 mm. a 25 mm. 280 M.

b) Tableros generales 3 piezas
Tableros Subgenerales 6 piezas
Tableros de línea 7 piezas

T O T A L ...

16 Piezas

c) Tubería Conduit acero galvanizado pared degada de 25 mm. a 12.5 mm. para salidas.

No. de salidas para alumbrado	778
No. de salidas por contactos	180
T O T A L ...	<u>958 salidas</u>

a) Para esta primera etapa se hace el siguiente análisis:

$$\frac{1,400 \text{ M.}}{180 \text{ M/semana}} = 7.78 \text{ semanas/1 C. electricistas}$$

Cerrando a 1 Cuadrilla durante 8 semanas

$$\frac{280 \text{ M.}}{360 \text{ M/semana}} = 0.78 \text{ semanas/ 1 C. electricistas}$$

Se cierra a 1 Cuadrilla 1 semana

b) Colocación y fijación de tableros.

$$\frac{16 \text{ tableros}}{12 \text{ tableros/semana}} = 1.33 \text{ semana/1 C. electricistas}$$

Cerrando a 1 semana

c)

$$\frac{958 \text{ salidas}}{60 \text{ salidas/semana}} = 15.97 \text{ semanas/1 C. electricistas}$$

Cerrando a 16 semanas

Tenemos 8 semanas de la No. 21 a 28 por lo tanto los trabajos para la primera etapa se realizan así:

De las semanas No. 21 a 26 con 3 cuadrillas electricistas y de las semanas No. 27 a 28 con 4 cuadrillas.

Tercera Etapa

a) Colocación de unidades de iluminación y contactos

No. de unidades de iluminación	778 piezas
No. de contactos	180 piezas
T O T A L...	958 piezas

b) Conexión de tableros

Tableros generales	3 piezas
Tableros Subgenerales	6 piezas
Tableros de línea	7 piezas
T O T A L ...	16 Piezas

Se realiza el siguiente análisis para la tercera etapa.

a)

$$\frac{778 \text{ unidades de iluminación}}{42 \text{ piezas/semana}} = 18.60 \text{ semanas/1 C. electricistas}$$

$$\frac{180 \text{ contactos}}{120 \text{ piezas/semana}} = 1.50 \text{ semanas/1 C. electricistas}$$

b)

$$\frac{16 \text{ tableros}}{12 \text{ tableros/semana}} = 1.33 \text{ semanas/1 C. electricistas}$$

Si se tienen 3 cuadrillas de electricistas el trabajo se realiza en 7 semanas de las No. 41 a 47. Finalmente la conexión de energía y pruebas se hacen de las semanas No. 50 a 52 con una cuadrilla electricistas.

De manera análoga se analizan los niveles 1ro., 2do. y 3ro., para seguir obteniendo la mano de obra necesaria para ejecutar los trabajos en los períodos marcados para la programación general de obra y con estos datos obtener el programa de mano de obra y de materiales Ver figuras V.3.5.6 y V.3.5.7.

VI. ALBAÑILERÍA Y ACABADOS

VI.1 INTRODUCCION

El módulo IV del Palacio de Justicia Federal consta de dos edificios de tres niveles y planta baja cada uno y fue diseñado para albergar a 12 Tribunales Colegiados y 6 Juzgados; los Tribunales están distribuidos de la siguiente manera ocupando una área de 825 m² cada uno: dos Tribunales en planta baja, dos en el segundo nivel y dos en el tercer nivel de cada uno de los edificios; en el primer nivel de cada edificio, se diseñó para ubicar a tres Juzgados con una área aproximada de 530 m² cada uno.

La distribución de áreas en el interior de Juzgados y Tribunales fue a base de muros de tabique rojo recosido y muros de tablaroca; los muros de tabique se especificaron para los núcleos sanitarios y cuartos eléctricos, los muros de tablaroca delimitaron todas las áreas de oficinas. Sobre los muros de tabique se especificó aplanado de mezcla en interiores y aplanado de yeso en exteriores. Como acabado sobre los muros tanto de tabique como de tablaroca se colocó pintura vinílica en color beige, excepto sobre los muros de vestíbulos en los cuales se colocó pasta tipo Corev del mismo color y sobre muros de cafeterías que se acabaron con pintura de esmalte en color amarillo.

En la zona de oficinas, vestíbulos, cafeterías y una parte de sanitarios, se colocó plafón de tablaroca a 3.0, 3.4, 2.1 y 3.0 metros de altura respectivamente; en la mayor parte de los sanitarios se colocó plafón registrable en placas de 40 x 40 cm., a 3.0 metros de altura; en zonas como papelerías y cuartos eléctricos no se colocó plafón. El acabado sobre el plafón también fue de pintura vinílica excepto sobre el plafón modular el cual ya tiene integrado el acabado.

El acabado en pisos fue de alfombra para la zona de oficinas colocada sobre un firme de concreto de 5 cm. de espesor terminado pulido; en los vestíbulos de acceso se especificó mármol Santo Tomás pulido sin brillar en placas de 40 x 40 cm. y 2 cm. de espesor, en el perímetro se colocó zoclo del mismo mármol en placas de 40 x 10 cm.; en sanitarios se colocó mármol Peñuela pulido y brillado en placas de 40 x 40 cm. y 2 cm. de espesor con zoclo de 40 x 10 cm; en zonas como cafeterías, cuartos eléctricos, papelerías y archivos el acabado sobre el firme pulido fue pintura epóxica en color amarillo. En las zonas de circulación exterior se colocó mármol Santo Tomás acabado macheteado en placas de 20 x 20, 20 x 30, y 20 x 40 cm con un espesor promedio de 3 cm, formando tableros que se delimitaron con cenefas de concreto con agregado de mármol blanco y arena de tezontle cinceladas. En las escaleras generales se colocaron escalones macizos de mármol Santo Tomás macheteado combinados con las alfardas coladas en sitio de concreto con agregado de mármol cinceladas.

La cancelería interior fué de madera de pino con barniz en color natural en marcos y puertas combinadas con cristal de 6 mm, además de la existencia de puertas de entabladas de pino y de puertas de tambor forradas con formaica de color amarillo o azul. La cancelería de fachada fué de aluminio anonizado con cristal ahumado de 6 mm de espesor. Las puertas de acceso a Tribunales y Juzgados fué de cristal templado de 6 mm de espesor.

Los muros y plafones exteriores colados con concreto de agregado de mármol y arena de tezontle se cincelaron para dar el acabado especificado por el proyectista, al igual que las columnas, bancas, pretilas, pérgolas y cornizas.

Los acabados en la azotea consistieron en hacer un relleno a base de tezontle y cal sobre el cual se colocó un entortado de mortero cemento arena para recibir la impermeabilización que se protegió con un segundo entortado.

VI.2 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Las actividades de albañilería y acabados se programaron para que iniciaran en planta baja y concluyeran en el tercer nivel, ya que así lo demandaron los trabajos de obra civil. Se planteó que para iniciar estas actividades, se contara con un avance en la losa del nivel por atacar, entre el 80% y 90%, con la finalidad de que el personal de las actividades de acero, cimbra y concreto de la estructura, no interfirieran en los trabajos de albañilería y acabados. En el caso de planta baja el inicio de actividades fué muy difícil ya que este nivel era utilizado como zona de paso para trasladarse de un lado a otro de la edificación, a pesar de las medidas de confinamiento que se colocaron las que fué muy difícil que se respetaran como ocurrió con las rejas metálicas de 1.50 x 1.70 m que se colocaron en el espacio entre grapas sobre los ejes A, F, I y N, además de los tapiales que se colocaron sobre los accesos del eje 29.

La albañilería se inició con los colados de firmes de concreto reforzado con malla electrosoldada para el caso de planta baja y con fibras de plástico tipo Fibermesh sustituyendo a la malla en los otros niveles, posteriormente se procedió a levantar los muros de tabique de los núcleos sanitarios y de cuartos eléctricos, dejando empotradas a los muros las mesetas de concreto previamente coladas sobre las que se colocaron al final las cubiertas de mármol y lavabos de sanitarios, terminados los muros se procedió a iniciar las actividades de aplanados tanto de mezcla como de yeso. Es importante señalar que antes del colado de firmes y de aplanados, se coordinó la colocación de todas las canalizaciones de las instalaciones eléctricas, sanitarias, hidráulicas y de telefonía .

Los aplanados de yeso prácticamente se iniciaron al igual que los muros de tabique, ya que todos los muros de concreto se les colocó aplanado de yeso al igual que los exteriores de los núcleos sanitarios que fueron los últimos en atacarse en cada nivel.

Al tener un avance de aproximadamente el 60% en los aplanados de yeso y un 80% en las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias canalizadas por el plafón, se inició con las actividades de taqueteo y colganteo del bastidor para el plafón de tablaroca. Los muros de tablaroca se iniciaron tan pronto como se tuvo el plafón terminado ya que éstos por lo general se colocaron del firme al plafón y solo en zonas como papelerías, archivos, cuartos eléctricos, etc. se fijaron los muros hasta el techo inferior de la losa; todos los muros se les colocó una cara de tablaroca dejando el otro libre para dar oportunidad de que se complementaran todas las instalaciones y con esto disminuir los daños que se pudieran ocasionar a los muros.

La colocación del mármol Santo Tomás en vestíbulos de acceso se inició cuando se contó con los muros de tabique y de tablaroca de delimitaron el vestíbulo, así como el aplanado de yeso que se colocó sobre el muro de tabique y en la parte de los muros de concreto que delimitaron el acceso a los vestíbulos. El mármol peñuela en sanitarios comenzó a instalarse cuando ya se habían concluido las actividades referentes al aplanado de mezcla sobre los muros de tabique.

Se estableció que contando con un avance de aproximadamente el 30%, se iniciaran las actividades de carpintería. Con estos trabajos concluidos solo quedaron por ejecutar la colocación de alfombra y la aplicación de pintura y pasta en muros y plafones, actividades que se iniciaron a dos meses de concluir el plazo de ejecución total de la obra; decidiendo que la pintura por ser una de las actividades principales que determinan la calidad final de la obra, se ejecutara al final de todos los trabajos incluyendo la colocación de la alfombra, para evitar que fuera manchada o maltratada por otros trabajos.

Durante la ejecución de los muros y plafones de tablaroca no se contó con la protección lateral que se esperaba de la cancelería de fachada, donde se tenía que rematar los muros y el plafón, ésta fué la razón de que se presentaran problemas para tener un avance del 100% en los niveles inferiores, ocasionando de que las actividades de pintura y alfombra se iniciaran a muy poco tiempo de terminar la obra.

Los rellenos, entortados e impermeabilización se iniciaron en cuanto se concluyeron las actividades en azoteas y pérgolas. La colocación de escalones de mármol macheteado así como el mármol en exteriores, sobre todo en el andador central del primer nivel, estuvo supeditada al avance que se registrara en la construcción de las pérgolas.

El cincelado fué una de las actividades con mayor duración de acuerdo a la forma que se programó; se inició el cincelado de muros y grapas en las fachadas cuando el colado de los mismos se encontraba en el tercer nivel, iniciando con la fachada norte ubicada sobre el eje N, siguiendo con las fachadas de los ejes I, F y A; posteriormente las fachadas de los ejes 29 y 23; y por último las columnas centrales terminado con las pérgolas.

VI.3 ALBAÑILERIA

VI.3.1 FIRMES DE CONCRETO

La finalidad de colar firme de concreto acabado pulido sobre el colado de las losas, fué la de dejar perfectamente nivelado el piso para recibir el acabado de alfombra y de pintura epóxica según fuera el caso.

El espesor de los firmes marcados en proyecto fundamentalmente fueron de 10 y 5 centímetros, para planta baja y los niveles subsecuentes respectivamente y el material especificado fué concreto de resistencia a la compresión de 150 kg/cm², reforzado con malla electrosoldada 6-6, 10-10, para el caso del firme de 10 cm en planta baja y los firmes de 5 cm se reforzaron con fibras de plástico tipo Fibermesh sustituyendo a la malla electrosoldada.

Para la ejecución de los trabajos, como primer paso se realizaron nivelaciones en toda el área por atacar dejando referencias o palomas para determinar el nivel de las maestras que sirvieran de apoyo a unas guías metálicas formadas a base de un perfil tubular de sección cuadrada de una pulgada de lado, sobre las cuales, ya colocada la malla de refuerzo y vaciado el concreto, se hizo pasar una regla vibratoria dejando así nivelado el concreto del firme, posteriormente y aún fresco el concreto, se le agregó un endurecedor metálico en polvo tipo Duracón-S de Proconsa o similar a razón de 2.5 a 3.0 kg por m², para después efectuar el pulido de la superficie utilizando una allanadora mecánica. Una de las mayores ventajas que se obtuvieron al utilizar reglas vibratorias, fué la de poder plantear de acuerdo a las características de los espacios libres dejados por la estructuración del edificio, el ancho adecuado de las reglas de tal manera que se hicieran el menor número de franjas para nivelar el concreto fresco.

Para garantizar que la malla quedara a la mitad del espesor del concreto se hizo colocar cubos de concreto o pollos de 2 ó 3 centímetros de espesor amarrando la malla a las calzas para evitar que la malla sufriera movimientos al colocar el concreto que modificaran el recubrimiento especificado. En el caso del refuerzo a base de fibras de plástico, éstas se agregaron directamente en el camión transportador del concreto en proporción de 800 a 900 gramos por metro cúbico.

El concreto para los firmes generalmente fué premezclado aunque algunas veces se fabricó en obra, para su colocación se utilizó la grúa torre y bacha que se hacía bajar por los cubos de escalera o de elevadores antes de cerrar la azotea o bien por un costado del edificio hasta dejar el concreto en el nivel deseado mediante el uso de un canalón en una artesa para después transportarlo al lugar del colado.

Algunos problemas que se presentaron al ejecutar el colado de firmes, fué la variación del techo alto de las losas de entrepiso y que originaron que para colocar las tuberías de instalaciones se hicieran ranuras en la capa de compresión de las losas.

El área total de firmes fué de 10,480 m², donde se utilizaron 2,690 m² de malla electrosoldada; 660 m³ de concreto; 26,200 kg de endurecedor y 590 kg de fibras de plástico; además de tres reglas y allanadoras mecánicas.

VI.3.2 MUROS DE TABIQUE, CADENAS Y CASTILLOS

Los muros de tabique rojo recocido con altura total igual a 3.80 metros, se especificaron solo para cuartos eléctricos, los tabiques se juntaron con mortero cemento-arena con proporción 1:4, reforzandolos con castillos a una separación máxima de 3.0 metros y con una dala intermedia a 2.80 m de altura; el refuerzo para dalas y castillos consistió en 4 varillas del número 3 y estribos del número 2.5 a una separación de 20 cm uno del otro y concreto de resistencia f_c 150 kg/cm² Los castillos se anclaron a las losas mediante unas cajas que se abrieron para poder alojar las escuadras de 30 cm del acero de refuerzo del castillo.

Los trazos topográficos que se hicieron para desplantar los muros de tabique tomaron en cuenta que cualquier descuadre o desfase de los muros prodrian afectar seriamente el despiece de los pisos de mármol.

Los muros se levantaron cuidando tanto el alineamiento horizontal como la verticalidad del mismo, además de verificar constantemente las escuadras formadas por los muros, para lo anterior se aplicó el siguiente criterio: el alineamiento de los muros en planta se cuidó que no excediera de 2 cm; el desplome máximo aceptado fué de 0.5 cm por metro de altura del muro; el desnivel horizontal máximo permitido de las hiladas fué de 0.5 cm por metro de longitud del muro; el espesor de las juntas se especificó que no excediera de 2 cm y que no fuera menor de 0.5 cm.

El suministro de materiales se solicitó de tal manera que de acuerdo al avance de la obra no faltara, pero que tampoco existiera una cantidad en la obra que dificultara su almacenaje y su manejo ya que el espacio dentro de la obra siempre fué muy reducido, problema que se incrementó cuando el avance de las obras exteriores quitaron mucho espacio para almacenaje de materiales tanto en la fachada norte como en la zona jardinada de la calle Sidar y Robirosa. Otra medida para evitar tener materiales almacenados fué la de disponer de una brigada para llevar a cabo las maniobras de acarreo y elevación de materiales tanto de día como de noche, auxiliándose de una canastilla de varilla de 1.20 x 1.20 x 0.60 m para el caso del tabique de un bogue para el caso de la arena y con la grúa torre para llevar los materiales al nivel donde se requerían.

La cantidad total de muros de tabique fué de 4,180 m² y se necesitó de 237 millares de tabique considerando un promedio de 54 piezas por metro cuadrado, incluido un 5% de desperdicio y con un espesor de juntas promedio igual a 1.5 cm. También se utilizaron 68 m³ de mortero de proporción 1:4, para lo cual se necesitó de 29 toneladas de cemento, 76 m³ de arena y 18 m³ de agua durante el transcurso de la obra, el consumo de agua fué considerablemente mayor considerando la que se utilizó para humedecer los tabiques antes de colocarlos así como la superficie donde se colocaría el muro.

El proporcionamiento utilizado en el mortero fué de 7 botes alcoholeros de arena por cada 50 kg de cemento y 1.75 botes de agua; o bien 0.430 toneladas de cemento, 1.12 m³ de arena y 0.266 m³ de agua para obtener un metro cúbico de mortero.

Para cadenas y castillos con un total de 5,960 metros, se utilizaron 20 toneladas de acero del número 3 y alambrión de 1/4 pulgada de diámetro; 140 metros cúbicos de concreto de 150 kg/cm² donde se utilizaron un total de 46 toneladas de cemento. 68 metros cúbicos de arena, 106 m³ de grava de tamaño máximo 3/4 de pulgada y 30 m³ de agua, considerando que para un metro cúbico de concreto se estimaron que se consumirían 0.329 toneladas de cemento, 0.489 m³ de arena, 0.758 m³ de grava y 0.216 m³ de agua.

En el caso de la cimbra, se utilizaron 894 m², que se hicieron mediante juegos de cimbra reforzados mediante dos marcos de solera para obtener el mayor número de usos de la cimbra habilitada.

El rendimiento considerado originalmente fué de 10 metros cuadrados por jornal de una pareja formada por un oficial albañil y un ayudante, este rendimiento se reconsideró al observar que por las características de la obra (muros de poca longitud) solo se podía ejecutar como máximo entre 7 y 8 metros cuadrados por jornal.

VI.3.3 APLANADOS

VI.3.3.1 APLANADOS DE MEZCLA

Los aplanados de mortero cemento-arena de proporción 1:4 con acabado rústico y de 2 cm de espesor, se especificaron para los interiores de sanitarios y de cuartos eléctricos; la altura del aplanado se definió en obra estableciéndose que quedara a 10 cm por arriba del plafón por colocar.

El espesor promedio se incrementó a 3.0 cm debido básicamente a que el ancho de las piezas de los tabiques no se mantuvo constante, lo que provocó que al hacer el muro se alineara en una cara y por la otra existieran desplazamientos relativos entre las hiladas hasta de 1 cm.

Para llevar a cabo los aplanados de mezcla como primer paso se colocaron referencias o maestras debidamente plomeadas y horizontalmente alineadas o regladas para asegurar que el aplanado cubriera perfectamente cualquier protuberancia que el muro pudiera tener entre dos muestras, estas referencias o maestras sirven como guías para apoyar una regla metálica y emparejar el mortero recién colocado sobre el muro previamente humedecido, dejando de esta manera, un aplanado a plomo y a un solo paño, además de cumplir la especificación de no tener desplomes mayores de 1/400 de la altura del elemento recubierto.

El acabado rústico se logró mediante la utilización de arena no cernida, esto es con gravillas hasta de 1/4 pulgadas de diámetro, que al pasar la regla sobre el aplanado, hacían la rugosidad requerida como acabado.

El volumen total de aplanado de mezcla fué de 3350 m² para los que se necesitó elaborar 84 m³ de mortero donde se utilizaron 36 toneladas de cemento, 94 metros cúbicos de arena y 22 metros cúbicos de agua.

La totalidad de mortero tanto para los muros de tabique como para los aplanados se elaboró mediante la utilización de una revolvedora de 1 saco de cemento de capacidad.

VI.3.3.2 APLANADO DE YESO

Para ejecutar todos los aplanados de yeso se siguió el mismo procedimiento que para el aplanado de mezcla con la diferencia de que antes de colocar el yeso se hizo un picado en la superficie por aplanar, ya que una gran parte del aplanado de yeso se efectuó sobre muros de concreto, además del pulido del aplanado con llana metálica.

El espesor del aplanado de yeso inicialmente fué de 2 cm, en el módulo IV fué cambiado a un centímetro, espesor que no fué posible respetar ya que debido a las características de las grapas de 45 y 90 grados, en su construcción resultó muy difícil su cimbrado lo que ocasionó que se presentaran desplomes y descuadres que se observaron con el aplanado.

Durante la ejecución de los trabajos se presentaron situaciones que se les dió especial atención como es el caso de que al efectuar el picado de la superficie por aplanar se cuidó de no dañar el recubrimiento del acero para que el yeso no estuviera en contacto directo con el acero ya que de darse el caso, éste se oxida y pierde sus propiedades. En el caso de que presentaran espesores mayores a 3.5 cm debido a los descuadres o desplomes de los muros, fué necesario reforzar el aplanado mediante la colocación de tela de gallinero anclada a los muros, para evitar que dicho aplanado se cuarteara y se desprendiera. Para el caso de los registros eléctricos que se colocaron sobre los muros de tabique, y que por el espesor del registro atravesó todo el muro dejando sin superficie de apoyo al aplanado, también se colocó tela de gallinero como refuerzo.

El espesor promedio que se consideró para cuantificar los materiales fué de 3 cm tomando en cuenta los desplomes y descuadres en los muros grapas que se detectaron en un levantamiento previo al inicio de las actividades, de esta manera un metro cúbico de pasta de yeso alcanzó para 33 metros cuadrados de aplanado.

Para elaborar 1 m³ de pasta de yeso se requieren de 845 kg de yeso, 50 kg de cemento y 200 litros de agua. Si el volúmen total de aplanado es de 3600 m², por lo que de acuerdo con el espesor promedio se necesitaron 115 m³ de pasta de yeso, considerando un 5% de desperdicio, lo que significó que por cada bulto de yeso de 30 kg se hacían 0.80 m² de aplanado; en total se utilizaron 97 toneladas de yeso y 6 toneladas de cemento.

VI.3.4 RELLENOS Y ENTORTADOS

Los rellenos que se especificaron en las azotecas, jardineras, escaleras y andadores de planta baja, fueron para dar las pendientes marcadas en el proyecto y consistió en un mortero cal - tezontle en proporción 1 : 4 en volúmen. El espesor promedio de todos los rellenos fué de 15 cm lo que representó un volúmen total de 415 m³, de acuerdo al proporcionamiento establecido, para un metro cúbico de tezontle (1,250 kg) se necesitaron 6.6 bultos de cal (165 kg), esto da un total de 70 ton de cal y 436 m³ de tezontle tomando en cuenta un desperdicio del 5%.

Para la elaboración del mortero se decidió elevar los materiales, en el caso de la azotea que fué donde se colocó la mayor parte del volúmen, y preparar el mortero en el mismo sitio de su colocación, para tal efecto se programó la elevación del tezontle y la cal en turnos nocturnos ya que el ciclo de elevación utilizando la grúa torre, bacha y un cargador frontal necesitaba de una continuidad que no se pudo en el día debido a las diferentes actividades en que utiliza la grúa.

Para los materiales del entortado también se decidió que se subieran a la azotea para preparar el mortero en el mismo sitio de su colocación.

Previamente a la colocación del relleno, se efectuó una nivelación de toda el área por rellenar marcando todos los niveles para dar las pendientes solicitadas en el proyecto, de acuerdo a estos niveles se colocaron maestras dejando un ancho tal que una persona pudiera hacer pasar una regla sobre dichas maestras y dejar así nivelado el relleno.

Antes de proceder a la colocación del relleno se verificó ya estuvieran terminadas todas las bases para los equipos de aire acondicionado así como comprobar que todas las bajadas de aguas pluviales estuvieran debidamente recibidas, también se revisó que los pasos existentes en la losa ya contaran con su respectiva protección o pretil, para que de esta manera se pudiera rematar adecuadamente los rellenos.

VI.4 ACABADOS

VI.4.1 PLAFONES Y MUROS DE TABLAROCA

a) Plafones .- Se especificaron dos tipos de plafones: plafón de tablaroca de suspensión oculta y plafón registrable con suspensión visible. En el primer caso el plafón se estructuró de un colganteo de alambre a cada 90 cm formando una cuadrícula, este colganteo consiste en anclar al lecho bajo de la losa un pedazo de alambón en forma de gancho del cual se cuelga un alambre galvanizado del número 12 de una longitud tal que permita colocar el plafón a la altura requerida; de estos alambres se amarra una "canaleta de carga galvanizada calibre 26", bajo la canaleta y transversal a ésta se colocó un "canal listón" amarrándolo con alambre galvanizado calibre 18.

Formando así una cuadrícula de 61 cm de lado que es el bastidor sobre el cual se colocan las hojas de tablaroca de 1.22 x 2.44 m y 13 mm de espesor atornilladas al canal listón mediante tornillos de 1 pulgada de longitud, finalmente se las juntas se calafatean aplicando una mano de "compuesto redimix" sobre el que se colocó como refuerzo "perfacinta" sobre la junta y una segunda aplicación de redimix y dejar listo el plafón para recibir la pintura o pasta.

En caso del plafón registrable el colganteo es del mismo tipo que para el plafón de suspensión oculta solo que el bastidor es formado por una sección "T" invertida formando cuadrícula de 40 x 40 cm, la ceja de la "T" sirven para apoyar la placa prefabricada del plafón que incluye el acabado según sea el tipo o modelo escogido, que para el módulo IV fué modelo Tyroacoustic o Eclipse de Yeso Panamericano.

Durante la ejecución de los trabajos y previamente a la colocación de las placas, sobre todo en el plafón de suspensión oculta, se verificó haber terminado y probado todas las instalaciones que quedaron ocultas en el plafón, para lo cual fué muy importante tener una buena coordinación en los avances tanto de instalaciones como de plafones.

Una de las actividades importantes que se ejecutaron sobre el plafón, fueron los huecos para las lámparas que tuvieron un ancho constante de 27.5 cm y un longitud variable de acuerdo al número de lámparas por alojar de 1.22 m. La localización de estas lámparas sirvieron para determinar el sentido de colocación de las canaletas de carga que fué paralela a los huecos con el objeto de que al hacer los huecos la canaleta no fuera cortada, esta medida evitó que por esta actividad el plafón no fuera desnivelado.

Por otra parte la falta de cancelería lateral de los edificios no permitió concluir los trabajos referentes al plafón adyacente a los ejes A, F, I y N, donde quedó pendiente la ejecución de elementos completos como es el caso del cajillo recto de ventilación lateral que se apoya directamente en el plafón y en la cancelería de aluminio de la fachada lateral.

b) Muros de tablaroca.- Los muros de tablaroca que se especificaron también fueron de dos tipos: muros de tablaroca normal y muros de tablaroca acústicos. Los primeros se subdividen en muros de dos caras o de una cara, que se formaron por un bastidor armado con un "canal de amarre de 63.5 mm" galvanizado calibre 26 colocado longitudinalmente en la parte inferior y superior del muro, sobre el canal de amarre se colocaron verticalmente "postes galvanizado 63.5 mm" calibre 26 a cada 60 cm; el canal de amarre se fijó en la parte superior al plafón mediante tornillos de 1 pulgada y en la parte inferior mediante trozos de alambro anclados al piso que doblados sobre el canal lo sujetaron firmemente, los postes se fijaron al canal mediante tornillos formando el bastidor sobre el que se atornillaron a cada 30 cm, las placas de tablaroca de 1.22 x 3.00 m y de 13 mm de espesor, como lo indicaba la especificación de los proyectistas.

Es importante mencionar que atendiendo las características de altura de los muros se solicitó el suministro de las piezas de tablaroca de 2.44 m y 3.00 de largo, utilizando las placas de tres metros exclusivamente para los muros y las placas normales de 2.44 m para plafones y otros elementos.

Esto tuvo la finalidad de disminuir desperdicios de material, ya que la altura de los muros fué de 3.00 m y con esto se evitaron cortar las placas para efectuar ajustes. Así mismo se programó una cierta cantidad de piezas de tablaroca de 9 mm de espesor exclusivamente para hacer muros o elementos curvos como son los muros de la zona de papelería y el cajillo curvo para iluminación indirecta que se instaló en los vestíbulos arriba del cancel de acceso.

c) Otros elementos de tablaroca.- Además de los muros y plafones se hicieron otros elementos de tablaroca como son los cerramientos o antepechos en forma de "L" sobre las puertas de acceso principal a cada tribunal o juzgado y sobre las puertas de los sanitarios, cajillos en forma de "U" que son los cerramientos que junto con los cancel de madera y vidrio delimitaron el frente de los cubículos de los secretarios, cajillos en forma de "J" que se utilizaron para iluminación indirecta en las zonas secretariales de tribunales y juzgados y cajillos curvos para iluminación indirecta en los vestíbulos.

De acuerdo a los volúmenes totales de muros y plafones a ejecutar que implican una fuerte cantidad de materiales a suministrar y con la experiencia que se tiene con respecto a que los proveedores les resulta muy difícil suministrar grandes volúmenes y que por otro lado en la obra se dificulta su almacenaje y distribución, se optó por elaborar un programa semanal de suministro de materiales, de esta manera se contribuyó a que el proveedor garantizara el suministro requerido según el avance de la obra y por otro lado se buscó disminuir desperdicios por el mal manejo de materiales en la obra, en especial de las hojas de tablaroca que por sus características es un material que hace mucho volumen y es muy fácil de maltratarse.

Para elaborar el programa de suministros mencionado se procedió a cuantificar la cantidad total elementos con unidades diferentes como metro cuadrado, metro o pieza buscando su equivalencia en metros cuadrados: teniendo estos elementos como son muros de dos y una cara, plafones, cajillos curvos y rectos, antepechos, faldones, lambrines, mesetas, muros acústicos, muros curvos, etc., se procedió a calcular un factor que permitiera conocer su equivalencia en metros cuadrados y posteriormente otro factor que nos proporcionara los diferentes materiales a utilizar por metro cuadrado como son placa de tablaroca de 13 y 9 mm, poste 6.35 cm, canal de amarre 6.35 cm, canaleta de carga, canal listón, canal 4.10 cm, alambre galvanizado, alambción, tornillos, compuesto redimix y perfacinta, dando un rendimiento por metro cuadrado de cada material según fuera el elemento, como se indica en la siguiente relación. Conocidas las cantidades de los diferentes materiales se hizo el programa de suministros, tabla en la figura VI.4.1.1.

FACTORES UTILIZADOS EN EL CALCULO DE MATERIALES PARA MUROS Y PLAFONES DE TABLAROCA.

ELEMENTO: PLAFON

Tablaroca de 13 mm de espesor en medidas de 1.22 x 2.40 m	0.359 pza/m ²
Alambción de 1/4 pulgada de diámetro	0.038 kg/m ²

Alambre galvanizado calibre 14	0.080 kg/m ²
Alambre galvanizado calibre 18	0.040 kg/m ²
Canaleta de carga galvanizada calibre 22 de 1 1/2 pulg. X 3.0 m	0.434 pza/m ²
Canal listón galvanizado calibre 26 de 3.0 m	0.500 pza/m ²
Angulo de amarre de 4 m	0.070 pza/m ²
Tornillo autorroscante S-1 de 1 pulg. de larg	12.000 pza/m ²
Compuesto redimix	0.700 kg/m ²
Refuerzo perfacinta	1.100 m/m ²

ELEMENTO: MUROS

Tablaroca de 13 mm de espesor en medidas de 1.22 x 3.00 m	0.573 pza/m ²
Tablaroca de 10 mm de espesor en medidas de 1.22 x 2.40 m	0.359 pza/m ²
Alambción de 1/4 pulg. de diámetro	0.025 kg/m ²
Canal de amarre de 6.35 cm y 4 m de longitud	0.175 pza/m ²
Poste galvanizado 6.35 cm y 3.0 m de longitud	0.734 pza/m ²
Tornillo autorroscante S-1 de 1 pulg	20.000 pza/m ²
Tornillo autorroscante S-2 de 1 5/8 pulg	20.000 pza/m ²
Compuesto redimix	1.400 kg/m ²
Refuerzo perfacinta	2.200 m / m ²

VI. 4.1.1 PROGRAMA DE MATERIALES PARA MUROS Y PLAFONES DE TABLAROCA

CONCEPTO	UNIDAD	MES	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE			
			SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS			
			29	6	13	27	3	10	17	24	31	7	14	21	28	5	12	19
ALAMBRO 1/4"	KG	PARCIAL	14	25	61	53	58	59	59	51	50	50	57	40	13	13	7	7
		ACUM	14	39	100	153	211	270	329	380	430	480	537	577	590	603	610	617
CANAL DE AMARRE GALV. 635 CAL. 26 DE 4.00 M	PZA	PARCIAL	54	102	158	155	101	160	164	164	160	161	160	94	94	94	47	
		ACUM	54	156	314	469	570	730	894	1,054	1,214	1,375	1,535	1,629	1,723	1,817	1,864	1,864
POSTE GALV. 635 CAL. 26 DE 3.00 M.	PZA	PARCIAL	200	286	296	500	575	700	899	866	671	674	674	396	396	396	198	
		ACUM	200	490	776	1,276	1,851	2,551	3,450	4,136	4,807	5,481	6,155	6,551	6,947	7,343	7,541	7,541
TORNILLO 5-1 1"	MILL	PARCIAL	12	14	26	26	26	27	27	28	27	27	27	20	11	11	5	5
		ACUM	12	26	52	80	106	133	160	188	215	242	269	289	300	311	316	321
COMPUESTO REDIMIT, CAJA DE 25 KG.	CAJA	PARCIAL	17	36	36	49	44	60	60	73	71	71	70	50	30	30	15	15
		ACUM	17	47	77	126	180	250	310	383	454	525	595	645	675	705	720	735
PERFACINTA, ROLLO DE 75 M.	ROLLO	PARCIAL	8	17	17	23	34	36	36	38	37	37	37	24	16	16	8	8
		ACUM	8	25	42	67	101	131	161	199	238	273	310	336	352	360	376	384
TABLAROCA DE 12.7 MM., 1.22 X 3.00 M.	PZA	PARCIAL	184	417	523	407	432	512	512	435	424	426	531	209	209	209	53	30
		ACUM	184	601	1,124	1,531	1,963	2,475	2,987	3,422	3,846	4,272	4,803	5,012	5,221	5,430	5,485	5,515
TABLAROCA DE 12.7 MM., 1.22 X 2.40 M.	PZA	PARCIAL	250	250	251	262	271	271	271	234	250	250	251	245	238	238	238	60
		ACUM	250	500	751	1,013	1,284	1,555	1,826	2,160	2,410	2,660	2,911	3,156	3,394	3,632	3,870	3,930
TABLAROCA DE 9.7 MM., 1.22 X 2.40 M.	PZA	PARCIAL	20	20	20	20	20	20	20	40	40	40	40	60	60	60	60	60
		ACUM	20	40	60	80	100	120	140	180	220	260	300	360	420	480	540	600
AISLADOR 0.60 X 15.24 M	PZA	PARCIAL	6	6	6	6	6	7	6	6	6	7	6	6	6	6	7	7
		ACUM	6	12	18	24	30	37	43	49	55	62	69	74	80	86	93	100
ANSULO DE AMARRE 2.2 X 2.8 CM. DE 3.00 M.	PZA	PARCIAL	40	45	45	40	40	40	50	40	30	30	30	30	30	30	30	30
		ACUM	40	85	130	170	210	260	300	340	370	400	430	460	490	520	520	520
ALAMBRE GALVANIZADO # 14	KG	PARCIAL	60	60	60	60	60	70	70	60	60	60	60	60	60	60	60	60
		ACUM	60	120	180	240	300	370	440	500	560	620	680	740	740	740	740	740
ALAMBRE GALVANIZADO # 18	KG	PARCIAL	31	32	32	32	31	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
		ACUM	31	63	95	127	158	188	218	248	278	308	338	368	398	398	398	398
CANAL LISTON CAL. 26 DE 3.00 M.	PZA	PARCIAL	372	372	372	372	372	372	372	372	372	372	372	372	372	372	372	372
		ACUM	372	744	1,116	1,488	1,860	2,232	2,604	2,976	3,348	3,720	4,092	4,464	4,836	4,836	4,836	4,836
CANAL 410 CAL. 26 DE 3.00 M.	PZA	PARCIAL	102	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
		ACUM	102	197	292	387	482	577	672	767	862	957	1,052	1,147	1,242	1,337	1,337	1,337

V.4.2 MÁRMOL

El mármol especificado fue de diferentes tipos atendiendo las características de las zonas por revestir como son sanitarios, vestíbulos y áreas exteriores, a las que se les colocó mármol peñuela acabado pulido y brillante, mármol Santo Tomás pulido y mármol Santo Tomás macheteado respectivamente.

MÁRMOL EN SANITARIOS. En sanitarios tanto de magistrados como de oficinas y para el público en general se colocó mármol tipo peñuela pulido y brillante en placas de 40 x 40 cm. asentado con mortero cemento arena en proporción 1:4 y con junta a hueso; perimetralmente en los muros se colocó zoclo del mismo tipo de mármol en medidas de 40 x 10 x 2 cm. también pulido y brillante. En el caso del mármol para el piso se optó por adquirir el mármol sin pulir y sin brillar con el objeto de evitar que el mármol se dañara al efectuar otras actividades en los sanitarios como son la colocación de mesetas de mármol para ovalines, muebles sanitarios, etc., así como en la colocación del mismo, esto fue para garantizar que con el pulido y brillante ejecutado directamente en la obra, se eliminaran cualquier discontinuidad en las piezas de mármol. La inconveniencia surgido por esta determinación fue que se dificultó dar el acabado en zonas como son las esquinas, bajo las mesetas y cerca de los muebles sanitarios.

En todo el perímetro de los sanitarios se colocó zoclo del mismo tipo de mármol en piezas de 10 x 40 x 2 cm. pulido y brillante con un canto boleado. Inicialmente no se había contemplado el canto boleado ya que los proyectistas marcaron que el zoco quedara al mismo paño que el aplanado, este trabajo no se ejecutó por ser considerado por la dirección de obra como innecesario y con un costo elevado.

En la colocación del mármol en pisos se tuvo especial cuidado en dejar la junta de cambio de acabado entre el sanitario y los pasillos de acceso, exactamente debajo de la puerta

Todas las cubiertas de los sanitarios fueron de mármol peñuela de 60 cm. de ancho y 2 cm. de espesor y de diferentes longitudes dependiendo del número de ovalines, el acabado fue pulido y brillante, con el hueco para los ovalines redondeado de 1 pulgada de diámetro, además con un lado biselado de 5 mm. en la unión con el faldón de 20 cm. de ancho también biselado formando en la unión una escuadra de 1 cm. de lado, en el fondo de la cubierta se colocó un zoclo en toda la longitud de la cubierta del mismo mármol y de 30 cm. de altura.

Para la colocación de las cubiertas se efectuó un levantamiento físico para evitar que las cubiertas se cortaran con las medidas de proyecto y que realmente se tuviera que ajustar al momento de su colocación incrementando con esto la posibilidad de dañar las cubiertas.

En la colocación de las cubiertas se presentaron diferentes problemas como lo fue la ubicación del hueco para el ovalín en las mesetas de concreto sobre las que se apoyaron la cubiertas, para dar la ubicación exacta se tuvo que demoler y recolar una parte de la meseta: esto se originó principalmente por el cambio que se efectuó en el modelo del ovalín por parte del proyectista, también el hecho de hacer las mesetas precoladas y posteriormente colocarlas influyó para que los huecos no quedaran en su posición y finalmente la no concordancia entre las dimensiones del proyecto de mármol y las dimensiones de las salidas de la instalación hidráulica para las llaves de los lavabos.

MÁRMOL EN VESTÍBULOS.- El mármol especificado para los vestíbulos de Juzgados y Tribunales fue tipo Santo Tomás con acabado pulido y sin brillar en placas de 40 x 40 x 2 cm. asentado con mortero cemento-arena en proporción 1:4 ; en el perímetro también se colocó zoclo del mismo tipo de mármol en placas de 40 x10 x 2 cm.

El objetivo de especificar mármol del mismo tipo que en los exteriores con un acabado pulido sin brillar fue que existiera una zona de transición entre el material macheteado que es de una superficie rugosa y las zonas de circulación de los Tribunales y Juzgados a las cuales se les colocó alfombra

En las tres ventanas de atención al público con que cuenta cada vestíbulo se colocaron cubiertas de mármol blanco mariscal pulidas y brilladas de 1.70 x 0.50 m y 2 centímetros de espesor, con una nariz doble redondeada (bocel) de 2 pulgadas de diámetro del lado exterior.

MÁRMOL EN ÁREAS EXTERIORES.- El mármol tipo Santo Tomás con acabado macheteado es un material que como ya se mencionó es de superficie rugosa, se especificó para todas las áreas de circulación como son el nivel plaza, andadores de planta baja y puentes de comunicación del nivel plaza a las escaleras generales, así mismo también se especificó su colocación en las propias escaleras en forma de escalón macizo.

Las placas se colocaron en medidas de 20 x 20, 20 x 30, 20 x 40 cm. y en el caso de los escalones en piezas de 17 cm. de peralte, 28 cm. de huella y 60 cm. de longitud, todas las piezas fueron asentadas con mortero cemento-arena en proporción 1:4 juntado a hueso, y según especificaciones del proyectista respecto a la colocación, cuidando que las líneas o juntas no se prolongaran más de 3 ó 4 piezas de los diferentes tamaños, así como también se indicó la formación de tableros delimitados por cenefas de concreto con agregado de mármol blanco y arena de tezontle reforzadas con mailla electrosoldada y dándoles un acabado cinclado, las dimensiones de estas piezas fueron de 1.85 x 0.60 m y de 1.85 x 0.30m.

La cantidad total de mármol Santo Tomás macheteado que se colocó en el módulo IV fue de 3760 m², de escalón macizo 340 m. y de cenefas de 0.60 m de ancho 235 m; las cenefas de 0.30 m de ancho fue de 83 m, tabla VI.4.2.

VI. 42 PROGRAMA DE MATERIALES PARA
PISOS DE MARMOL

PROGRAMA

CONCEPTO	UNIDAD	MES	JULIO					AGOSTO					SEPTIEMBRE				
			SEMANAS					SEMANAS					SEMANAS				
			29	6	13	20	27	3	10	17	24	31	7	14	21	28	
MARMOL STD. TOMAS PULIDO SIN BRILLAR EN PLACAS DE 40 X 40 X 02 CM.	M2	PARCIAL ACUM.	75 75	75 150	75 225	75 296	75 369	75 442	75 515	75 588	75 661	75 734	75 807	75 880	75 953		
ZOCLO STD. TOMAS PULIDO SIN BRILLAR EN PLACAS DE 40 X 10 X 02 CM.	ML	PARCIAL ACUM.	32 32	32 64	30 94	30 124	30 154	30 184	30 214	30 244	30 274	30 304	30 334	30 364	30 394		
MARMOL PENUELA PULIDO Y BRILLADO EN PLACAS DE 40 X 40 X 02 CM.	M2	PARCIAL ACUM.	64 64	64 128	61 189	61 250	61 311	61 372	61 433	61 494	61 555	61 616	61 677	61 738			
ZOCLO PENUELA PULIDO Y BRILLADO EN PLACAS DE 40 X 10 X 02 CM.	ML	PARCIAL ACUM.	84 84	84 168	84 252	84 336	84 420	84 504	84 588	84 672	84 756	84 840	84 924	84 1,008			
MARMOL STD. TOMAS MACHETEADO EN PLACAS DE 40 X 20 , 30 X 20 Y 20 X 20 CM.	M2	PARCIAL ACUM.	142 142	142 284	142 426	142 568	142 710	142 852	142 994	142 1,136	142 1,278	142 1,420	142 1,562	142 1,704			
ESCALON MACHIZO DE MARMOL STD. TOMAS MACHETEADO DE 40 X 40 X 17 CM.	ML	PARCIAL ACUM.	33 33	33 66	33 99	33 132	33 165	33 198	33 231	33 264	33 297	33 330	33 363	33 396			
CUBIERTAS DE BLANCO MARISCAL DE 1.55 X 0.50 CON UN BOZEL LATERAL DE 4.00 CM.	PZA	PARCIAL ACUM.	6 6	6 12	6 12	6 18	6 24	6 24	6 30	6 36	6 42	6 42	6 48	6 54			
CUBIERTAS DE MARMOL PENUELA DE 2.40 X 0.60 CON DOS OVALINES. ZOCLO DE 20 CM. Y FALDON DE 30 CM.	PZA	PARCIAL ACUM.	4 4	4 8	4 12	4 16	4 20	4 24	4 28	4 28	4 28	4 28	4 32	4 36			
CUBIERTAS DE MARMOL PENUELA DE 1.20 X 0.60 CON UN OVALIN. ZOCLO DE 20 CM. Y FALDON DE 30 CM.	PZA	PARCIAL ACUM.	6 6	6 12	6 18	6 24	6 30	6 30	6 30	6 30	6 30	6 30	6 36	6 42			
CUBIERTAS DE MARMOL PENUELA DE 1.95 X 0.60 CON UN OVALIN. ZOCLO DE 20 CM. Y FALDON DE 30 CM.	PZA	PARCIAL ACUM.										1 1	1 1	1 1			
CUBIERTAS DE MARMOL PENUELA DE 3.35 X 0.60 CON TRES OVALINES, ZOCLO DE 20 CM. Y FALDON DE 30 CM.	PZA	PARCIAL ACUM.										1 1	1 1	1 1			

La colocación del mármol se inició con la instalación de referencias de nivel, posteriormente se colocó el mortero solo con la cantidad suficiente de agua para que se pudiera cementar y antes de colocar las piezas se colocó sobre el mortero una lechada agua-cemento para pegar las piezas; esta medida evitó que el mármol colocado fuera menos susceptible de moverse ya que el mortero húmedo no es fácil que permita estos movimientos horizontales y principalmente hundimientos, que son estos últimos los que dificultan el desbastado y pulido de los pisos.

VI.4.3 CARPINTERÍA

La carpintería consta de cancelos y puertas de madera de pino de primera de secciones y espesores variables acabados con barniz laca en color mate natural, puertas entabladas del mismo material de 5 cm. de espesor, puertas de tambor a base de bastidor de pino y forro de formaica en color amarillo, muebles para cafeterías y tarjas a base de bastidor de pino y forro de formaica en color azul. Los cancelos fijos y puertas se especificaron para todos los cubículos de los secretarios y puertas de locales como sala de computo y secretaría de acuerdos, todos estos cancelos consistieron en un marco de madera de pino de 4 pulgadas de lado combinado con cristal de 6 mm. color blanco; las puertas entabladas solo se colocaron en los accesos a los locales de los magistrados y sanitarios, así como en los accesos de papelerías; las puertas de tambor se colocaron en las cafeterías.

En todas las puertas se verificó entre otros aspectos que el arrastre que estuviera comprendido entre 1.5 y 2.0 cm. de altura, que estuviera perfectamente barnizada por 5 lados, que las puertas quedaran perfectamente centradas a las chambranas, que no existieran alabeos o torceduras en los elementos, etc. En el control de calidad de la madera a utilizar se verificó principalmente el contenido de humedad, así como el número de nudos que se presentaran por caras de la madera colocada no rebasaran las tres piezas.

En esta actividad se tuvo la oportunidad de tener dos sistemas de ejecución de los trabajos que fueron, el primero hacer un levantamiento de los vanos de las puertas para luego cortar y ensamblar en taller y después colocar las puertas; el segundo consistió en hacer llegar a la obra la madera necesaria para ejecutar los trabajos y ahí mismo medir, cortar, ensamblar y colocar los elementos haciendo los ajustes necesarios. En el primer caso se tiene oportunidad de mantener la obra mas ordenada y limpia, respecto a estos trabajos, el inconveniente que se tiene es el ajuste que se tenga que hacer a algunos elementos; en el segundo caso casi no se presentan estos tipos de ajustes ya que ahí mismo se van ensamblando los elementos, para este caso se tiene que planear una área de habilitado en la obra, para que estas actividades no interfieran en la ejecución de otras.

VI.4.4 ALFOMBRA

La alfombra especificada para los Juzgados y Tribunales fue marca Luxor modelo Britania en color café con bajo alfombra de guata de 1.0 cm. de espesor, como sistema de fijación al perímetro de los locales se colocó tira de púas de 3/4 de pulgada de ancho.

Esta actividad se traslapó con la colocación de puertas y cancelos situación que provocó que los arrastres de las puertas tuvieran algunos problemas, también por el avance de la obra, en la que se retrasaron estas actividades, se presentó la situación de que se ejecutaron varias actividades a la vez..

El procedimiento de colocación de la alfombra es sumamente sencillo y rápido a la vez, se prepara la superficie del piso pulido retirando cualquier salpicadura de yeso y/o cemento y efectuar una buena limpieza de toda el área a colocar la alfombra, posteriormente se colocan en el perímetro del local por alfombrar la tiras de púas fijadas al piso mediante taquetes, se extiende la bajo alfombra y sobre ésta la alfombra previamente medida que antes de fijarla definitivamente se le da un tensado en dos sentidos con el objeto de que la alfombra colocada no tenga ondulaciones.

VI.4.5 PASTA Y PINTURA

La pasta tipo Corev de textura gruesa terminado caracoleado en color beige claro se había considerado inicialmente como recubrimiento final de muros y plafones en general, para el Módulo IV, solo se aplicó en muros y plafones de vestíbulos y en los locales restantes se especificó pintura vinílica marca Sherwin Williams o similar en color fuera de línea de tono beige claro.

Estas actividades se programaron ejecutarlas hasta el final, incluyendo las actividades de alfombrado, para lo que se tuvo la precaución de proteger tanto la carpintería, la alfombra, espejos, pisos de mármol, aluminio y vidrio.

Para obtener calidad en la terminación tanto de la pasta como de la pintura se cuidó que se cumplieran las especificaciones generales de aplicación que inician con la preparación de la superficie, que incluye el lijado y emplastecido, la aplicación de una mano de sellador y dos manos de pintura, en el caso de aplicarla con rodillo y de tres manos en el caso de aplicarla con pistola o bien hasta cubrir perfectamente la superficie. Para la pasta se verificó la colocación del sellador y la correcta aplicación de la pasta, en especial en lo que se refiere a la textura.

VII CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El compromiso contraído de construir la sede del Poder Judicial Federal fue de gran responsabilidad tanto de la parte arquitectónica, geotécnica, estructural y constructiva, ya que de la parte constructiva se pretendió dar la magestuosidad y funcionalidad a la sede de uno de los tres Poderes de la Federación, proyectando elementos como fueron las cornizas sobre grandes claros sobre los ejes A (acceso principal) y el eje F (acceso por el estacionamiento), columnas de un diámetro mayor a un metro y altura considerable (andador nivel plaza), muros de geometría a 45 grados y combinados con columnas, pérgolas, muros curvos, muros a 90 y 45 grados en forma de grapa, etc., y en general el tipo de acabado cincelado sobre concreto compuesto con arena de tezontle y grano de mármol dando la apariencia de la cantera tan tradicional en México.

En el caso del aspecto geotécnico se plantearon diferentes alternativas de cimentación, haciendo diferentes estudios para garantizar la funcionalidad de la cimentación propuesta para una estructura tan robusta y pesada como lo es el Palacio de Justicia Federal, tomando en cuenta que la obra se cimentó en una zona con materiales tan compresibles como lo es la zona del lago y en donde la capa dura se localiza a gran profundidad.

El aspecto estructural tuvo algunas modificaciones al final de la construcción (módulo IV), en donde el proyecto original fue cambiado dando como resultado una estructura mas esbelta y por lo consiguiente menos pesada y mas económica. Los cambios que se hicieron a la solución fue cambiar elementos como las losas aligeradas por losas macizas que con menos acero de refuerzo y menos concreto y apoyadas sobre unas traves principales y secundarias se solucionó los mismos claros que con las losas nervadas; otro cambio fue el espesor de los muros y pretiles que tambien contribuyeron al aligeramiento de la estructura. Estos cambios no demuestra que la solución inicial estaba mal aplicada si se toma en cuenta que dicha solución fue generada posteriormente al desastre mas importante que han sufrido las edificaciones con el sismo de 1985, y cuando el reglamento de construcciones todavía estaba en revisión en el aspecto de sismisidad, ademas de que por las características de los edificios como zonas públicas en el diseño estructural se tienen los mas altos factores de seguridad.

Los cambios efectuados en la estructura pueden a largo plazo tener problemas de hundimientos diferentes entre los modulos III y IV, ya que uno es mas pesado que el otro y que el mas pesado fue construído casi con un año antes, basandose en que los hundimientos se generan en un gran porcentaje en los primeros años de la construcción.

En el aspecto constructivo se aceptó la responsabilidad de construir el inmueble en el tiempo marcado en los contratos que fue bastante reducido si se toma en cuenta que el tipo de construcción con sus elementos arquitectónicos como los mencionados anteriormente tiene un grado de que dificultad su ejecución y que esto va en contra de la calidad de la obra, como se demostró en el alineamiento y plomeo de los muros grapa que dificultaron la colocación del aluminio y el vidrio de fachadas. Es posible dar la calidad necesaria a estos

elementos si en un programa de obra se concilian adecuadamente las necesidades del propietario, que en este caso estan marcadas por compromisos de índole político, con los tiempos de ejecución técnicamente hablando de tal manera que se logre llevar a cabo una obra de esta magnitud con la calidad y el tiempo adecuado y con el menor costo posible.

De los problemas generales que surgieron durante la edificación del Palacio de Justicia Federal, el de haber anulado la impermeabilización de los muros perimetrales así como el haber cambiado las características del concreto con impermeabilizante integral en la cimentación por un concreto normal, provocó que las celdas de cimentación se hinundaran casi en su totalidad provocando en primer lugar y de no tener cuidado en mantener las celdas secas, que la compensación que se buscó en la solución de la cimentación quede sin efecto a causa del peso del agua contenida en dichas celdas; en segundo término está la del costo de bombeo adicional que se tendrá en mantener esas celdas sin agua.

El costo de ejecución de la cimbra en los muros grapa tanto de 90 grados como de 45, resultó mucho mas alto que el considerado inicialmente en donde se puede establecer que no se tomó en cuenta el grado de dificultad que representan estos elementos que bajan considerablemente el rendimiento, así como el desperdicio de madera que se tiene al decimbrar y que rebasa el 5 % considerado generalmente.

La decisión de utilizar una grúa torre fue muy acertada ya que los movimientos de materiales como son el acero, la cimbra y el concreto, se ejecutan con una mayor rapidez, en el caso de la cimbra y el acero; en el caso del concreto permite disminuir los costos por bombeo si se programa su utilización sistematicamente y en coordinación con otras actividades, como sucedió en el módulo IV en donde se alternó su utilización tanto en los colados como en la elevación de materiales como el tablaroca y el mármol.

De los problemas que se presentaron en la colocación del piso de mármol fue la de tener niveles mas altos en las losas de la estructura, debido fundamentalmente a que el acero de refuerzo al irse cruzando va reduciendo la capa de compresión hasta el grado tal que se tiene que hacer la capa de mayor espesor, resultando el problema de niveles altos en la ejecución de los acabados. Para este caso es recomendable que las trabes o nervaduras que cuenten con una densidad alta de acero se verifique en campo que los cruces se hagan hacia el centro del elemento para no efecten la capa de compresión.

En el caso del acabado de pisos de andadores a base de mármol santo tomás macheteado se han recibido algunas sugerencias de los usuarios de no ser el acabado ideal para el tránsito ya que resulta muy rugoso y hasta incomodo para algunas personas de avanzada edad, minusválidos y hasta mujeres.

El proyecto general contempla un elevador en cada escalera general que conecta a dos edificios, al suspenderse la colocación de los elevadores, se tiene el caso mas crítico de altura para edificios sin elevador, haciendose patente la falta de rampas para minusválidos que tengan la necesidad de atender asuntos pendientes en algún tribunal localizado hasta el tercer nivel.

El proyecto tenía contemplado la construcción de un estacionamiento de dos niveles que fue anulado para dar paso al estacionamiento que se construyó del lado de la calzada Ignacio Zaragoza el cual no cumple con lo establecido en el Reglamento de Construcciones del Departamento del Distrito Federal, en el número de cajones para una edificación de la capacidad del Palacio de Justicia.

La decisión de construir una edificación sede del Poder Judicial, fue bastante acertada ya que los tribunales estaban funcionando en diferentes puntos de la ciudad pero que su trabajo está estrechamente ligado, dejando a los usuarios el problema de trasladarse de un tribunal a otro, con la pérdida de tiempo en el traslado. Esta es una de las razones junto con la de dejar los inmuebles rentados que a largo plazo representaban una erogación constante, que justifican la gran inversión que se efectuó para darle una sede digna del Poder Judicial de la Federación.

BIBLIOGRAFIA

MECANICA DE SUELOS Tomo I, II, III
Juárez Badillo - Rico Rodríguez
Ed. Limusa.

MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES
Carlos Crespo Villalaz
Ed. Limusa.

MANUAL DE DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PILAS Y PILOTES
Sociedad Mexicana de Mcc. de Suelos 1983.

CUADERNO DE TRABAJO DE GEOTECNIA II
G. Carlos Arias Rivera
Jorge L. Meza Reyna
Facultad de Ingeniería UNAM.

DISEÑO SIMPLIFICADO DE CONCRETO REFORZADO
Harry Parker
Ed. Limusa.

DISEÑO ESTRUCTURAL
Roberto Meli Piralla
Ed. Limusa.

REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL
Departamento del Distrito Federal.

APUNTES DE RUTA CRITICA
Carlos Capri Bodegas
Facultad de Ingeniería UNAM.

BREVE DESCRIPCION DEL EQUIPO USUAL DE CONSTRUCCION
Tesis
Facultad de Ingeniería U.N.A.M
Sección de construcción

INSTALACIONES ELECTRICAS PRACTICAS

Diego Becerril Onésimo

11a. Edición 1990

DATOS PRACTICOS DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS

Diego Becerril Onésimo

7a. Edición 1989

DISEÑO DE CIMBRAS DE MADERA

Federico Alcaraz Lozano

Facultad de Ingeniería U.N.A.M

FACTORES DE CONSISTENCIA DE COSTOS Y PRECIOS UNITARIOS

Ernesto R. Mendoza Sánchez

Jorge H. de Alba Castañeda

Facultad de Ingeniería U.N.A.M

ACERO DE REFUERZO

Jorge H. de Alba Castañeda

Facultad de Ingeniería U.N.A.M