

90



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA  
RESTAURACION DEL EDIFICIO BALDERAS No. 71  
(INEGI) CENTRO HISTORICO

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO CIVIL  
P R E S E N T A :  
ALEJANDRO MIRANDA AGUILLON

287960

DIRECTOR DE TESIS: ING. ALBERTO CORIA ILIZALITURRI



MEXICO, D. F.

200φ



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/070/00

Señor  
**ALEJANDRO MIRANDA AGUILLON**  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **ING. ALBERTO CORIA ILIZALITURRI**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

**"ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA RESTAURACION DEL  
EDIFICIO BALDERAS No. 71 (INEGI) CENTRO HISTORICO"**

- INTRODUCCION**
- I. ANTECEDENTES**
  - II. DICTAMEN TECNICO SOBRE EL EDIFICIO ACTUAL**
  - III. ESTUDIOS REALIZADOS PARA DETERMINAR LAS CONDICIONES ACTUALES DEL INMUEBLE**
  - IV. ALCANCES DEL PROYECTO**
  - V. INGENIERIA DE CIMENTACIONES**
  - VI. COSTO DE LA OBRA**
  - VII. CONCLUSIONES**
- BIBLIOGRAFIA**

Ruego a usted 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 le 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. Universitario a 26 de junio de 2000.  
EL DIRECTOR

  
**M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO**  
GFB/GMP/mstg.

## **AGRADECIMIENTOS:**

### **MI MAYOR AGRADECIMIENTO A MIS PADRES**

Antonio Miranda Espinosa y Santa Aguillón Guzman  
por creer siempre en mí, por su apoyo incondicional y por su amor

### **A MIS HERMANOS**

Víctor y Neftali  
por estar siempre conmigo, por confiar en mí,  
por su gran amistad y amor que nos une

### **A TODA MI FAMILIA:**

Abuelos  
Tíos  
Primos  
Sobrinos

Que este pequeño logro también es de ustedes

**AL INGENIERO**

Alberto Coria Ilizaliturri  
por ayudarme a dar este gran paso en mi vida  
y por brindarme su tiempo.

**A LA UNIVERSIDAD**

y muy en especial a la Facultad de Ingeniería  
por permitirme formarme como ingeniero  
y ser parte de la vida universitaria.

**A LOS CUATES DE LA FACULTAD**

por tantas cosas que vivimos juntos.

**GRACIAS A DIOS**

por permitirme concluir, una parte importante de mi vida.

## INDICE

### INTRODUCCION

#### Capítulo I Antecedentes.

- Antecedentes Históricos 4
- Ubicación y dimensionamiento del predio 6
- Clasificación del inmueble 10
- Permisos y licencias 11

#### Capítulo II Dictamen técnico sobre el edificio actual

- Características de la estructura 20
- Estado en que se recibió el inmueble 21
- Condiciones de la cimentación 23
- Condiciones de la superestructura 24

#### Capítulo III Estudios realizados para determinar las condiciones actuales del inmueble.

- Geología de la zona y el subsuelo del sitio 29
- Estudios de geotécnia ( exploración y muestreo, estratigrafía, mecánica de suelos) 30
- Levantamientos y nivelaciones. 39
- Inspección de elementos estructurales y daños encontrados 42
- Resistencia del concreto y calas 43
- Estudio de cargas 48
- Estudio y análisis de un marco 52

#### Capítulo IV Alcances del proyecto

- Propuesta de cimentación y superestructura 59
- Propuesta de demolición 61
- Propuesta de renivelación 62
- Procedimientos constructivos 66
- Instalaciones (hidráulica, sanitaria, eléctrica, aire acondicionado) 70

## Capítulo V Ingeniería de cimentaciones

- Análisis de la estabilidad de la cimentación 82
- Condiciones de análisis 83
- Estado límite de falla y capacidad de carga 84
- Estado límite de servicios y asentamientos 87

## Capítulo VI Costo de las obras

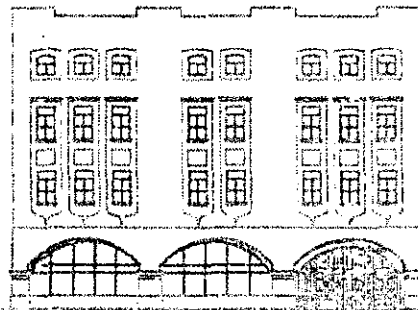
- Obtención de los costos aproximados de los trabajos de restauración 89
- Obtención de los costos aproximados de los trabajos de demolición

## Capítulo VII Conclusiones 108

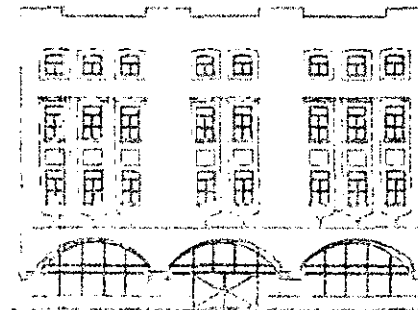
## BIBLIOGRAFIA 111



FACIADIA ANTERIOR



FACIADA NOROCCIDENTAL



FACIADA SUDORIENTAL



## INTRODUCCION

El presente trabajo denominado "Estudio de Factibilidad para la Restauración del Edificio Balderas No.71 (INEGI), Centro Histórico"; por la amplia temática que presenta se decidió dividirlo en siete Capítulos, los cuales a continuación se explicará brevemente el contenido de cada uno de ellos.

El capítulo I llamado "Antecedentes", se refiere precisamente a cuando y quien hizo el edificio, su ubicación y sus dimensiones además la clasificación del inmueble y los permisos y licencias que tuvieron que tramitarse para la restauración del mismo.

En el capítulo II, "Dictamen técnico sobre el edificio actual", se realizaron una serie de estudios para conocer las características de la estructura y el estado de la misma y saber los problemas que presenta el edificio. Tales pruebas me dieron a conocer de que material esta construido el inmueble, así como las condiciones de la cimentación y de la superestructura en cuanto a condiciones de seguridad que impone el Reglamento para su ocupación.

"Estudios realizados para determinar las condiciones actuales del inmueble", es el nombre que se da al capítulo III, que al igual que el capítulo anterior, este estudio me da a conocer las características que presenta actualmente , así como la zona y el subsuelo donde esta construido el edificio , así como también de los levantamientos y las nivelaciones que presenta el mismo.

Se realizaron pruebas de corazonces para determinar la resistencia del concreto ya que es uno de los primeros edificios que emplea este material de construcción en la ingeniería mexicana. Además de los elementos estructurales y daños encontrados en él. Se hizo el análisis de un marco tipo para conocer la capacidad de la estructura ante condiciones de seguridad

Capítulo IV denominado "Alcances del proyecto", plantea y analiza un a propuesta para la restauración de la cimentación y la superestructura actual, al igual de una demolición del edificio y construcción del mismo con idénticas características o la renivelación del edificio para su correcto funcionamiento, además un procedimiento constructivo en cuanto a la restauración del inmueble sin afectar la fachada por ser de una arquitectura definida, así como las instalaciones para hacerlo funcional; llevándose a cabo la restauración.

El siguiente capítulo, “Ingeniería de cimentaciones”, se hizo el análisis de la cimentación actual para saber si cumple con los requisitos del Reglamento y las normas técnicas complementarias en cuanto a estabilidad, condiciones de falla y de servicio así como los asentamientos que sufre el inmueble.

Capítulo VI “Costo de las obras “ Aquí pongo lo más detalladamente posible los costos aproximados de los trabajos realizados en la obra, tanto de la restauración comparativamente con el costo de la demolición.

En el último capítulo llamado “Conclusiones” hago las observaciones de las condiciones en que se recibió el inmueble y la factibilidad para su restauración.

# CAPITULO I

## ANTECEDENTES

## ANTECEDENTES HISTORICOS.

La Revolución Mexicana iniciada en 1910, originó una inestabilidad social, política y económica que duró hasta los primeros años de la década de los 30'S. Durante los años que van de 1920 a 1930, la arquitectura en nuestro país entró en una nueva etapa de "nacionalismo" que siguió tres corrientes fundamentales: una basada en lo colonial (neo colonial), la inspirada en lo prehistórico (neo indigenista) y una más de origen revolucionario y actual (la arquitectura Decó).

A pesar de haberse construido un buen número de edificios bajo el primer criterio, no dejó de concebirse esta tendencia como "tradicionalista" e inclusive un tanto contradictoria con la Revolución, ya que basaba su repertorio formal en los 2 siglos de dominación española"; el aspecto económico fue primordial para que esta tendencia no cuajara completamente: el complejo y excesivo trabajo de ornamentación, el difícil y detallado labrado de la piedra, la herrería y las dimensiones que requerían los edificios para seguir los esquemas coloniales, eran demasiado costosos para un país, que por su proceso revolucionario, se encontraba gravemente afectado en su economía.

Este esquema neo colonial nacido en la capital del país, se reforzó por una moda surgida en California, el "Spanish Style" que era una mezcla de plateresco con elementos de rancherías y haciendas mexicanas; este peculiar "estilo" fue propagado y auspiciado por Hollywood y sus películas producidas en esos años.

Esta corriente neo colonial perduró durante muchos años con ligeras variantes, prolongándose incluso hasta mediados de los 50'S. Así en los años comprendidos entre 1925 y 1935, las colonias Roma, Hipódromo, Condesa y Cuauhtémoc, se llenaron de casas coloniales que incorporaban algunos elementos del Decó y aun del eclecticismo, pero dándoles un toque peculiar debido a la incorporación de elementos "nacionales" (aleros con tejas, azulejos, etc.).

El nacionalismo, por lo menos en el periodo histórico que me ocupa, entraña en defensa. Significa la posibilidad de construir el presente tomando conciencia de la valoración no sólo del pasado heroico, sino de todos los elementos que históricamente han contribuido a consolidar la identidad de la cultura; y justamente la primera tarea es hacerse cargo de rescatar el principio

de que sí existe una cultura local, la cual ha sido capaz de soportar diversos intentos de aniquilación y que en cambio ha venido conformando tanto las acciones materiales (la tecnología y el arte entre otros) como aquellas de orden intangible (la moral y la religión) que indudablemente son parte de la esencia de todo un pueblo.

La arquitectura de inspiración colonial hace su aparición de manera tímida dentro de este marco social en algunos conjuntos de departamentos o de oficinas en rentan construidos en el centro de la Ciudad de México.

El primer edificio que hemos registrado como involucrado con el sentido colonialista, es el conjunto de oficinas y comercios llamado Edificio Sotres Dosal construido por el arquitecto Federico Mariscal entre 1916 y 1917 en la esquina de las calles de Correo Mayor y Venustiano Carranza, dentro de lo que es el corazón comercial de la Ciudad de México. Dicho edificio todavía existe y funciona con locales comerciales.

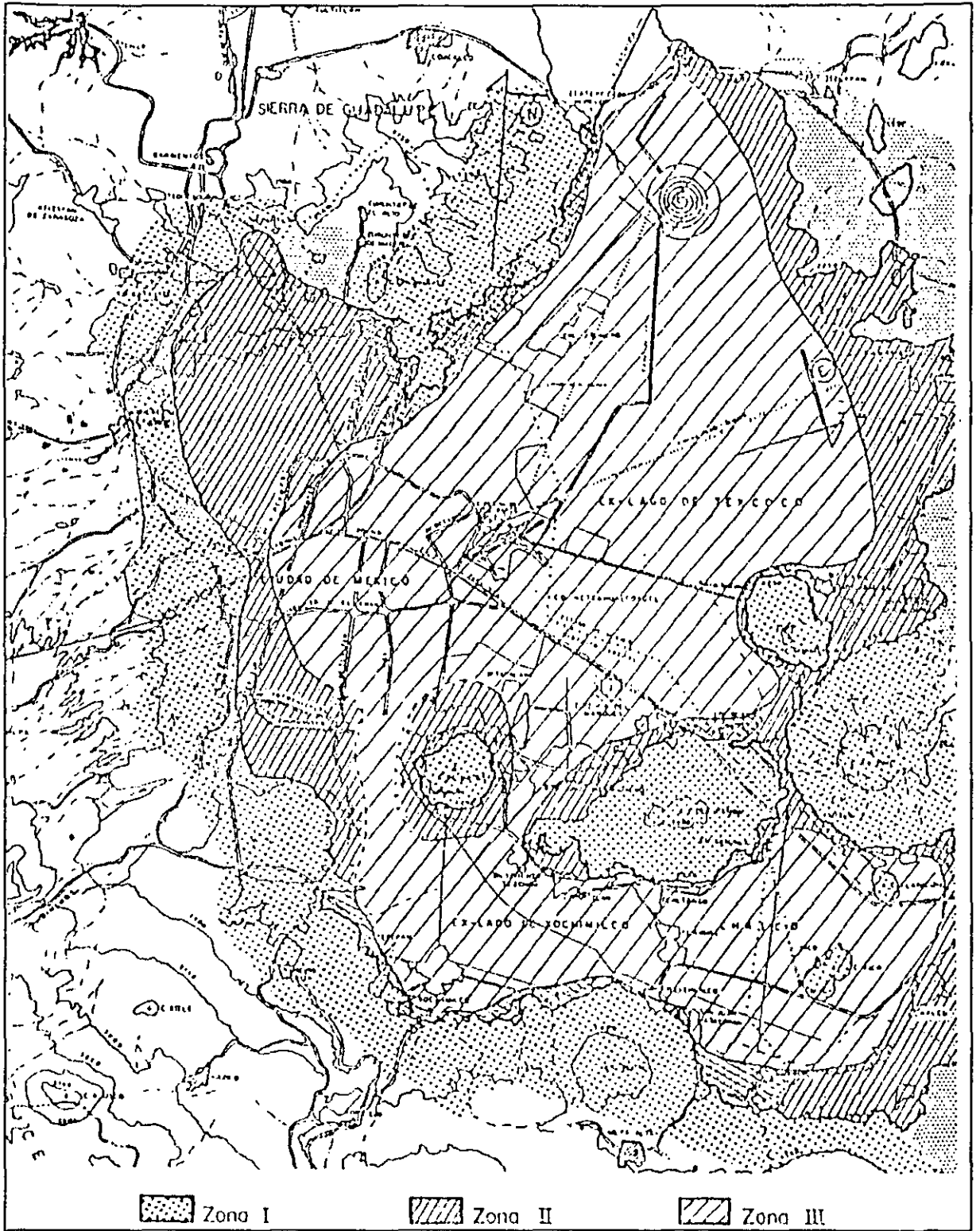
A partir de la aparición de este inmueble diseñado por uno de los más importantes patrocinadores del estilo arquitectónico adquiere ya el nombre de neo colonial basándose en la utilización de materiales característicos del periodo: azulejo-vidriado, tezontle, cantera, chiluca, hierro forjado (en balconerías), madera (en puertas y ventanas), y mayólica (en aplicaciones de remates, floreros y pináculos).

El edificio del que hablaré fue construido en el periodo de 1945 y 1947, por el arquitecto Vicente Mendiola Quezada, nacido en Chalco, Estado de México; quien fue uno de los primeros en introducir el concreto armado en México. Este inmueble en un principio fue la Secretaría de Industria y Comercio, actualmente lo ocupa el Instituto Nacional de Geografía, Estadística e Informática (INEGI).

## UBICACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO DEL PREDIO.

El inmueble se encuentra ubicado en la zona lacustre; nuestra ciudad para su estudio sea dividido en tres grandes zonas atendiendo a un punto de vista estratigráfico.

Esta zonificación se muestra a continuación.



ZONIFICACION DE LA CIUDAD DE MEXICO

La primera zona conocida con el nombre de lomas formada por rocas o suelos generalmente firmes que fueron depositados fuera del ambiente lacustre, pero en los que pueden existir, superficialmente o intercalados, depósitos arenosos en estado suelto o cohesivos relativamente blandos. En esta zona, es frecuente la presencia de oquedades en rocas y de cavernas y túneles excavados en suelos para explotar minas de arena.

La zona II conocida como de transición en la que los depósitos profundos se encuentran a 20 m de profundidad, o menos, y que está constituida predominantemente por estratos arenosos y limoarenosos intercalados con capas de arcilla lacustre; el espesor de éstas es variable entre decenas de centímetros y pocos metros.

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

En particular el inmueble se sitúa en la zona III o del lago; esto se explicará mas detalladamente en los estudios de geotécnia.

El inmueble se localiza sobre la acera poniente de la calle de Balderas, entre Artículo 123 y Morelos, en el Centro Histórico de esta ciudad.

El edificio no colinda con ninguna construcción; consta de planta baja y tres niveles superiores, cuyas fachadas presentan una altura a pretilos de azotea de 18.2 m. No se cuentan con áreas libres, ni estacionamientos.

Ocupando un terreno sensiblemente rectangular, su perímetro se extiende 62.7 m (de esquina a esquina) sobre Balderas, 24.4 m sobre Morelos, y 23.8 m sobre Artículo 123; a todo lo largo de su parte posterior, de 62 m, colinda con un terreno no construido que funciona como estacionamiento.



M  
O  
R  
E  
L  
O  
S

ESTACIONAMIENTO PUBLICO

No. 71

A  
R  
T  
I  
C  
U  
L  
O  
  
1  
2  
3

AV. BALDERAS

CROQUIS DE LOCALIZACION DEL INMUEBLE

## CLASIFICACION DEL INMUEBLE.

Aun cuando el inmueble no se encuentra catalogado como monumento histórico tuvo que hacerse una recabación de datos ante diferentes organismos para poder tramitar los permisos y licencias.

Este inmueble se clasifica según el Reglamento de acuerdo con la siguiente clasificación:

I Grupo A . Edificaciones cuya falla estructural podría causar la pérdida de un número elevado de vidas o pérdidas económicas o culturales excepcionalmente altas, o que constituyan un peligro significativo por contener sustancias tóxicas o explosivas, así como edificaciones cuyo funcionamiento es esencial a raíz de una emergencia urbana, como: hospitales, escuelas, terminales de transporte, estaciones de bomberos, centrales eléctricas y de telecomunicaciones; estadios, depósitos de sustancias inflamables o tóxicas; museos y edificios que alojen archivos y registros públicos de particular importancia, a juicio del Departamento; y

II Grupo B. Edificaciones comunes destinadas a vivienda, oficinas y locales comerciales, hoteles y construcciones comerciales e industriales no incluidas en el Grupo A, las que se dividen en:

a) Subgrupo B1. Edificaciones de más de 30 m. De altura o con más de 6,000 m<sup>2</sup> de área total construida, ubicadas en las zonas I y II a que se alude en el artículo 175, y construcciones de más de 15 m. De altura o 3,000 m<sup>2</sup> de área total construida, en zona III; en ambos casos las áreas se refieren a un solo cuerpo de edificio que cuente con medios propios de desalojo, (acceso y escaleras), incluyen las áreas de anexos, como pueden ser los propios cuerpos de escaleras. El área de un cuerpo que no cuente con medios propios de templos, salas de espectáculos y edificios que tengan salas de reunión que pueden alojar más de 200 personas, y

b) Subgrupo B2. Las demás de este grupo (artículo 174)

La clasificación del edificio como del Grupo A obedece a que aloja información valiosa y un número importante de usuarios (artículo 174). Asimismo se categoriza como de Riesgo Mayor para fines de contraincendio, por su número de ocupantes y la superficie de construcción (artículo 117).

La clasificación características del edificio se presentan en la Tabla

**Tabla CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS DEL EDIFICIO PARA FINES DE LA EVALUACION DE SU SEGURIDAD**

Clasificación de la construcción	Grupo A
Clasificación para conraincedio	Riesgo Mayor
Clasificación del suelo	Zona III (lacustre)

**PERMISOS Y LICENCIAS.**

Según el artículo del Reglamento de Construcciones del D.F.

Artículo 35. En los monumentos o en las zonas de monumentos a que se refiere la Ley Federal de Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricas, o en aquellas que hayan sido determinadas como de preservación del patrimonio cultural por el Programa, de acuerdo con el catálogo debidamente publicado por el DDF y sus Normas Técnicas Complementarias para la Rehabilitación del Patrimonio Histórico, no podrán ejecutarse nuevas construcciones, obras o instalaciones de cualquier naturaleza sin recabar previa a la autorización del Departamento, la del Instituto Nacional de Antropología e Historia o del Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura, en los casos de su competencia.

Con relación a los permisos y licencias necesarias, se investigó la situación del edificio ante diversas dependencias: INBA, INAH, D'D.F. y SEP, con objeto de definir las restricciones existentes para modificar el edificio actual.

Se incluyen los resultados de la investigación efectuada con relación a la situación del inmueble propiedad del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), ubicado en Av. Balderas No. 71, Centro Histórico, México, D.F., ante diversas dependencias gubernamentales.

## INSTITUTO NACIONAL DE ANTROPOLOGIA E HISTORIA (INAH)

El INAH, a través de la Coordinación de Monumentos Históricos, informó lo siguiente: según decreto publicado en el diario oficial el 11 de Abril de 1980; tiene localizado el inmueble en cuestión, en el perímetro del Centro Histórico. No lo tiene registrado como monumento Histórico; sin embargo, tiene interés en conservarlo por ser un edificio representativo de la Arquitectura Neo colonial de México, siendo obra del Arq. Vicente Mendiola.

Por lo anterior expuesto es necesario solicitar mediante un oficio, el peritaje y dictamen del INAH con respecto al edificio citado, explicando las intenciones de reestructurar o demoler y construir un nuevo edificio.

Se deberán anexar fotografías, planos, etc., del estado que guarda actualmente el edificio.

El dictamen se emitirá a los 10 días hábiles de la fecha de ingreso del oficio. Una vez conocido el dictamen, es necesario ingresar solicitud de autorización de obra en el departamento de licencias e inspección. Cumpliendo con los siguientes requisitos:

Para el trámite de obra de restauración

1. Copia de alineamiento y número oficial
2. Solicitud en original y tres copias de la obra
3. Fotografías en color del inmueble referidas a un plano de ubicación (se presentarán en hojas tamaño carta)
4. Juego de planos arquitectónicos del levantamiento (copias heliográficas)
5. Juego de planos arquitectónicos de la intervención (copias heliográficas)
6. Memoria descriptiva de la obra y especificaciones.
7. Copia de la cédula profesional del Arquitecto responsable

Para el trámite de demolición

1. Copia de alineación y número oficial
2. Solicitud en original y tres copias
3. Fotografías en color del interior y exterior del inmueble, con sus colindantes, referidas a un plano de ubicación. (se presentarán en hoja tamaño carta)
4. Juego de planos arquitectónicos de la construcción existente (copias)

Para el trámite de obra nueva.

1. Visto bueno de la subdirección de arqueología. En el caso que se vaya a realizar excavación para la cimentación y de no existir construcción alguna.
2. Copia de alineamiento y número oficial
3. Solicitud en original y tres copias de la obra
4. Fotografías en color del predio y colindancias, referidas a un plano de ubicación (se presentan pegadas en hoja tamaño carta)
5. Juego completo de planos arquitectónicos
6. Levantamiento de árboles, indicando dimensiones y especie de los mismos
7. Estudio de áreas y densidad de población
8. Carta poder
9. Copia de la identificación del propietario
10. Copia del registro del director responsable de la obra
11. Copia de escrituras
12. En caso de existir alguna construcción, deberá de presentar levantamiento del estado actual

13. Uso del suelo autorizado por el D.D.F

14. Presentar montaje fotográfico de todo el parámetro donde se encuentra el predio, insertando su propuesta de proyecto en el mismo, así como el parámetro de enfrente, pegado en hojas tamaño carta.

Para cada trámite se otorgará una ficha de pago con un costo, mismos que deberá cubrir el solicitante. Tardando el trámite 10 días hábiles a partir de la fecha de ingreso

## INSTITUTO NACIONAL DE BELLAS ARTES.(INBA)

El INBA, por medio de la Dirección de Arquitectura y Conservación del patrimonio Artístico inmueble comunicó lo siguiente: no tiene registrado el inmueble en cuestión como de valor Artístico; sin embargo, por ser un edificio representativo de la Arquitectura Neocolonial de México, obra del Arq. Vicente Mendiola; al igual que el INAH, tiene interés en conservarlo, será necesario ingresar en original y copia una solicitud de intervención, licencias e inspección de la Arquitectura.

Se deben cumplir los siguientes requisitos:

### INFORMACION

1. Carta poder del propietario autorizando al interesado a realizar el trámite
2. Fotografías interiores y exteriores del inmueble o predio
3. Copia de la boleta predial (fecha reciente)

INTERVENCIONES MENORES SIN MODIFICACION DEL INMUEBLE:  
Mantenimiento, pintura, etc.

4. Levantamiento arquitectónico del estado actual del inmueble:

Plantas  
Corte  
Fachadas

5. Memoria descriptiva de los trabajos a realizar en el inmueble o predio a intervenir.

INTERVENCIONES MAYORES: Rehabilitación, ampliación, etc.

6. Planos arquitectónicos del proyecto de intervención:

Plantas

Cortes

Fachadas

7. Memoria descriptiva del proyecto de intervención.

Una vez aprobada la intervención solicitada el interesado deberá presentar por triplicado (3) copias de los planos del levantamiento arquitectónico y/o del proyecto de intervención autorizado, así como la memoria descriptiva correspondiente.

La información por escrito del valor Artístico del inmueble se entrega a los dos días hábiles siguientes a la fecha del ingreso de la solicitud.

La autorización se entrega a los cinco días hábiles del ingreso de la solicitud.

Los tramites se realizan sin costo alguno para el solicitante.

DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL (DDF)

El DDF por medio de la Dirección de Restauración de Edificios comunicó lo siguiente: tiene conocimiento de que el inmueble que nos ocupa resultó dañado en el año 1985 y que dentro del período de 1985 a 1988 este edificio fue reforzado en su estructura.

Después del año 1988 se turnó el expediente a la subdelegación de obras correspondientes. En este caso ubicada en la delegación Cuauhtémoc.

La subdelegación de obras no tiene ninguna restricción para la realización de cualquier obra en el citado inmueble; ya sea de reestructuración o demolición y construcción de un edificio nuevo, siempre y cuando se cumpla con los

requisitos necesarios para la obtención de las siguientes constancias, permisos y licencias:

1. Constancia de Uso del Suelo, Alineamiento y Número oficial.

Requisitos:

- a) Original y (4) copias de la solicitud a doble carta con firma.
- b) En original y llenado a máquina.
- c) Dos copias de recibo de pago de derechos.
- d) Dos copias de la boleta predial.

Para recoger el tramite dictaminado:

- a) Copia de identificación del solicitante.
- b) En caso de no ser el solicitante traer carta poder y copia de identificación de ambas partes.
- c) En caso de ser persona moral presentar copia del acta constitutiva o del poder notarial para la acreditación del representante legal.

El costo de la constancia es por cada M.L de alineamiento y otro costo por número oficial.

La duración de este trámite es de 10 días hábiles posteriores a la fecha de ingreso de la solicitud.

2. Constancia de zonificación de uso del suelo.

Requisitos:

- a) Formato de solicitud debidamente requisitado a máquina.
- b) Volante de tramite e identificación (Foto copia).
- c) Declaración de valor catastral y/o del impuesto predial (copia)



d) Recibo de pago de derechos (original)

e) Para recoger traer copia de identificación por ambos lados o carta poder, con identificación por los lados de quien otorga y quien recibe.

El tramite tiene una duración de 22 días hábiles posteriores a la fecha de ingresos de la solicitud.

3. Licencia de construcción para reparación.

4. Licencia de construcción para demolición.

5. Licencia de construcción para obra nueva.

El costo de la licencia de construcción para demolición es por cada metro cuadrado del inmueble.

El costo de la licencia de construcción para obra nueva ó reparación es por cada metro cuadrado del inmueble.

6. En caso de ser obra nueva se requiere también el Vo. Bo. de la D.G.C.O.H. trámite que tiene una duración de 10 días hábiles posteriores a la fecha de de la solicitud sin costo.

7. Permiso para colocación de tapial.

Requisitos:

a) Original y (4) copias del formato de licencia de construcción.

b) Solicitud firmada por el Director responsable de obra.

c) Copia del carnet del Director responsable de la obra (vigente).

d) Memoria descriptiva indicando el plazo requerido.

e) Croquis conteniendo planta y alzado debidamente acotado.

f) Licencia y autorización vigente.

## SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA (SEP)

La SEP a través de la Dirección General de Obras en Sitios y Monumentos del Patrimonio Cultural informó lo siguiente: esa dependencia se encarga de la preservación de propiedades Federales que datan de los siglos XVI al XIX, no tiene registrado el inmueble en cuestión. Por lo anterior se aclara que no tiene competencia en este edificio.

Aunque el edificio del INEGI no está catalogado como Monumento Histórico o como un edificio de especial valor artístico, dependencias como el INAH e INBA han manifestado interés en conservar su aspecto por ser representativo de un estilo arquitectónico definido.

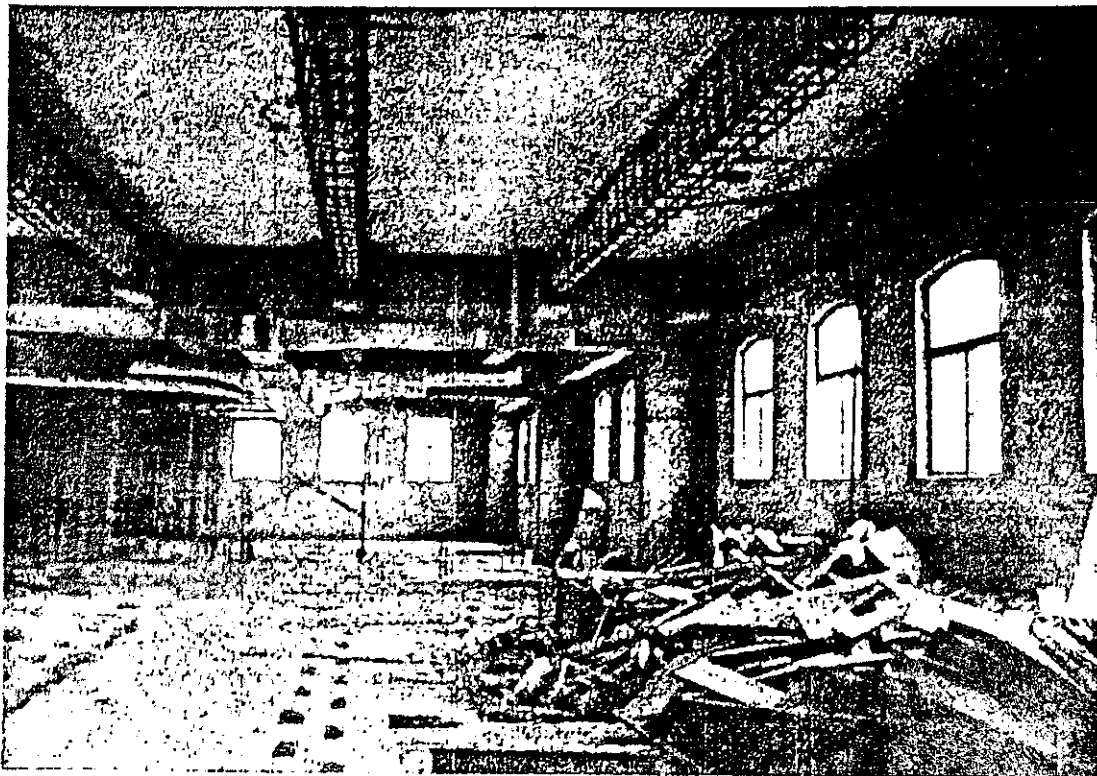
## CAPITULO II

DICTAMEN SOBRE

EL EDIFICIO ACTUAL

## CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA.

Toda la estructura es de concreto armado, y esta constituida por marcos rígidos apoyados sobre un cajón de cimentación, y entrepisos formados por traveses secundarias y losas planas macizas.



Como información adicional de interés conviene mencionar los siguientes hechos:

Algunas zonas de planta baja (auditorio y vestíbulo) presentan vestigios de daños provocados por un incendio.

Se han efectuado modificaciones aisladas de la estructura original, principalmente en la planta baja y el primer nivel. Algunos sitios han sido reforzados con viguetas metálicas.

En el nivel de planta baja existe una zona, cubierta a base de losa nervurada de 30 cm de espesor, soportada por columnas de concreto reforzado (las cuales no tienen refuerzo a base de ángulo).

Los sismos de septiembre de 1985 dañaron al edificio, habiendo sido necesario reforzar sus columnas con ángulos de acero zunchados. No se cuenta con ningún tipo de información (planos, memoria de cálculo, etc.) sobre dicho refuerzo.

Los sismos de septiembre de 1985 destruyeron un cuarto nivel que aparentemente no formaban parte de la construcción original.

Algunas características físicas generales de la construcción se presentan en la Tabla

Tabla. CARÁCTERÍSTICAS GENERALES DE LA CONSTRUCCIÓN

Año de construcción.....	Entre 1945 y 1947
Niveles .....	4
Altura de la estructura.....	18.2 m
Ancho promedio.....	24.4 m
Largo promedio.....	62.7 m
Relación largo-ancho.....	2.60 m
Relación altura-ancho .....	0.74 m
Area del predio .....	1530 m <sup>2</sup>
Area total de la construcción .....	6120 m <sup>2</sup>
Tipo de construcción .....	Concreto reforzado
Estructuración.....	Marcos rígidos
Sistemas de pisos .....	Trabes y losas planas macizas
Cimentación .....	Cajón a 1.5 m de profundidad

#### ESTADO EN QUE SE RECIBIO EL INMUEBLE.

Este inmueble a raíz de los sismos de septiembre de 1985, se realizó una revisión, concluyéndose un desalojo del mismo.

Este inmueble tenía el siguiente uso.

USO DEL INMUEBLE	
Planta Baja	Biblioteca Auditorio Venta de publicaciones Bodegas Servicios
Primer Nivel	Oficinas, Baños y Servicios
Segundo Nivel	Oficinas, Baños y Servicios
Tercer Nivel	Oficinas, Baños y Servicios
Número aproximado de usuarios permanentes	200
Promedio diario de usuarios permanentes	250

El inmueble se recibió desocupado con instalaciones hidráulicas, eléctricas, sanitarias etc. Las columnas presentaban un recubrimiento a base de material desplegable, los techos tenían un plafón falso que alojaba las instalaciones que posteriormente tuvieron que ser desmanteladas para poder restaurar el edificio.

La fachada principal presentaba algunos problemas principalmente en los ejes de columnas los cuales habían sido reforzados y, posteriormente, restaurados por lo cual los trabajos fueron defectuosos.

Tiene ventanas con marco de madera, típicas de la arquitectura neocolonial las cuales se conservaron para no cambiar su estilo, además tenía las puertas interiores hechas del mismo material; los portones de la entrada principal y el que está sobre la calle Artículo 123 son de hierro forjado así como también los balcones.

En la azotea existían dos tinacos de agua hechos a base de concreto armado, estos tenían el uso de tanque regulador los cuales estaban conectados con una cisterna, por medio de tuberías de fierro galvanizado, que se encontraba en la zona de cimentación, la cual estaba hecha de concreto armado, ésta captaba agua directamente de la toma domiciliaria. Las escaleras entre los pisos eran de concreto armado recubiertas de loseta.

En la planta baja existía una losa nervurada, como ya se había explicado anteriormente, que no era parte de la estructura original la cual se utilizaba como archivo muerto.

Las tuberías sanitarias eran de fierro fundido fofo que conectaba a la azotea y a los baños; éstas se descargaban a registros en la zona de cimentación y las aguas eran conducidas a través de tuberías de barro (albañales), las cuales se unían a la red de drenaje.

Existía un cuarto de máquinas el cual esta hecho de concreto armado por las altas tensiones que demandaba el inmueble

## CONDICIONES DE LA CIMENTACION.

La cimentación es del tipo semicompensada con un cajón de concreto armado de aproximadamente 1.5 metros de profundidad, sobre el cual se apoya la superestructura. El nivel freático se encuentra muy próximo a la superficie y se observa una liga deficiente de la cimentación con la superestructura.

Con base en los resultados del los estudios, puede establecerse que el suelo es apto para soportar las cargas inducidas por el edificio, tanto en condiciones de operación normal, como por acciones extraordinarias, como en el caso de las solicitaciones sísmicas. Sin embargo, los asentamientos experimentados por el edificio han ocasionado deformaciones que rebasan las aceptadas por el Reglamento de Construcciones de Distrito Federal vigente, por lo que es necesario modificar la cimentación actual para cumplir con el citado reglamento o demolerla y construir una nueva el mismo lugar.

Se observa que la cimentación original del edificio, además de que fue construida bajo especificaciones menos rigurosas que las actuales, presenta escasez de rigidez con relación a las dimensiones del lado del edificio. A lo

anterior se agrega el impacto que sobre el comportamiento del suelo ha tenido las obras del "Metro", las cuales al constituir un confinamiento artificial del suelo, en el frente del edificio y a un costado, ocasionan diferentes condiciones de deformación del suelo entre los extremos del edificio que se traduce en asentamientos diferenciales entre esos extremos.

Entre los resultados de la inspección cabe destacar en relación con la cimentación que:

- En ninguna de las calas del cajón de cimentación se encontraron evidencias de pilotes.
- En las 5 calas del cajón de cimentación se encontraron diferentes cantidades de escombros secos, principalmente cascajo.
- Las alturas libres de las celdas del cajón de cimentación, en los sitios inspeccionados varió entre 85 cm y 100 cm, y las contratraves observadas son de 25 cm x 100 cm y de 30 cm x 100 cm.

En conclusión puede decirse que la cimentación consiste de un cajón de cimentación desplantado a aproximadamente a 1.5 m, sobre una plantilla de pedacera de piedra y tabique, con contratraves de 1.0 m de peralte, cuyo espacio está ocupado casi totalmente por rellenos; ningún daño se encontró en la losa o contratraves. Se trata de una cimentación somera, parcialmente lastrada y muy flexible.

## CONDICIONES DE LA SUPERESTRUCTURA.

Por lo que concierne a la estructura se señala que:

Primer Entrepiso: Los daños de esta losa son los de mayor importancia relativa, tanto por su magnitud como por su abundancia. La mayoría de las fisuras son cercanas y paralelas a las traves principales, aunque también existen algunas diagonales muy cerca de la esquina SW. Asimismo se aprecian algunas fisuras diagonales de cortante en traves. Tal como se observó en todos los niveles, los daños se concentran más en la parte Sur del edificio, principalmente a lo largo del Eje 2. Se encontraron vestigios de un incendio en la zona del vestíbulo y del auditorio, y algunas losas en este sitio fueron reforzadas con viguetas metálicas.



Segundo Entrepiso: Aunque mínimos, los daños de este entrepiso se concentran cerca de la esquina SW.

Tercer Entrepiso: Aunque la mayoría de los tableros y trabes están en buenas condiciones, tal como en los otros niveles existen daños cerca de la esquina SW.

Cuarto Entrepiso: Los daños de la losa superior son escasos y poco importantes.

El sistema de entrepisos intermedios, tal como se observó en la cala, consta de una losa plana maciza de 10 cm de espesor, con un firme ligero de 6 cm de espesor, y acabado de loseta vinílica.

Existen varios casos de trabes cuyo lecho inferior de refuerzo está descubierto, lo cual propicia la corrosión del acero en donde la trabe más lo requiere.

Conforme se observó en la cala correspondiente, el sistema de piso de la azotea consiste de una losa plana maciza de 10 cm de espesor, sobre la que yace un relleno de tezontle de 8 cm, en el que descansa un firme de 7 cm, que sirve de apoyo a un enladrillado de 2 cm, en cuya superficie se aplicó impermeabilizante.



Aunque se observan fisuras aparentemente importantes en los recubrimientos de algunas columnas, muros y pisos, dichos daños sólo afectan los acabados y firmes que cubren a la estructura principal.

Como conclusión sobre los daños reportados, puede decirse que la estructura no presenta fisuras importantes, sin embargo sus deformaciones son muy grandes y afectan su aspecto y funcionamiento.

En relación con el refuerzo de las columnas, realizado después de los sismos de septiembre de 1985, se tiene lo siguiente:

Refuerzo en Columnas: A lo largo y a lo ancho todas las columnas fueron reforzadas con ángulos de acero zunchados con soleras. En general se usaron ángulos de 4" en los niveles superiores y de 5" y 6" en los niveles inferiores.

El refuerzo se realizó con el criterio de marcos libres, desligando los muros de fachadas de la estructura mediante juntas perimetrales de celotex y conectores bajo el lecho inferior de las traveses. Debe señalarse que el trabajo no se realizó con el debido cuidado, por ejemplo para rellenar las holguras entre el concreto y el refuerzo.

El refuerzo de las columnas adolece de varios defectos entre los que destacan:

- a) Relleno nulo o defectuoso entre el refuerzo y las columnas.
- b) Zunchados con espaciamiento y espesor no uniformes.
- c) Falta de simetría del refuerzo en el conjunto de la estructura, que origina comportamiento desigual ante acciones horizontales de sentidos opuestos.
- d) No existe conexión con las trabes para la transmisión del momento.  
falta de continuidad del refuerzo en la losa de azotea.

CAPITULO III  
ESTUDIOS REALIZADOS  
PARA  
DETERMINAR LAS CONDICIONES  
ACTUALES DEL INMUEBLE

## GEOLOGÍA DE LA ZONA Y EL SUBSUELO DEL SITIO.

El sitio en estudio se localiza en el centro de la Ciudad de México, en terrenos ocupados por el antiguo lago de Texcoco, en el cual se encuentran suelos blandos alternados con lentes arenosos como parte de los depósitos del subsuelo.

De acuerdo a la clasificación geotécnica de la Ciudad de México y áreas adyacentes, el predio se localiza en la “Zona del Lago” o Zona III.

La zona de lago se caracteriza por estar constituida, a partir de la superficie del terreno por rellenos superficiales y depósitos areno-arcillosos o limosos que pueden llegar hasta 10 metros de profundidad constituyendo la Costra Superficial; subyaciendo a estos suelos se encuentra la Formación Arcillosa Superior constituida por arcillas volcánicas de alta compresibilidad, de variados colores y consistencia, comprendidas entre muy blanda y poco firme, con intercalaciones de delgadas capas o lentes de arena, su espesor oscila de 15 a 32 metros.

Aproximadamente a 33 m de profundidad se localiza la Primera Capa Dura, constituida por arenas y gravas limosas compactadas; posteriormente se encuentra arcillas volcánicas de características semejantes a las de la formación superior, sólo que más comprimidas y resistentes, este manto tiene un espesor variable de 4 a 14 m y se le denomina Formación Arcillosa Inferior, a continuación se encuentran los Depósitos Profundos, formados por depósitos de arena con grava, separados por estratos de limo o arcilla arenosa.

Teniendo en cuenta:

- a) Que el objetivo geotécnico del estudio consiste solo en verificar la seguridad de la cimentación.
- b) Que existe mucha información disponible sobre la estratigrafía de los alrededores del edificio.
- c) Que las instalaciones del metro pudiesen estar ocasionando variaciones diferenciales del nivel freático.

d) Que dada la inclinación de la estructura sería conveniente registrar un eventual contraste fino de propiedades mecánicas entre los sitios con mayor diferencia de hundimiento.

## ESTUDIOS DE GEOTECNIA (EXPLORACION Y MUESTREO, ESTRATIGRAFIA, MECANICA DE SUELOS)

La geotécnica forma parte de la geología y se encarga de estudiar la disposición de los materiales de la corteza terrestre de donde se desprende la necesidad de establecer una serie de parámetros mediante la utilización de un programa de exploración y muestreo del subsuelo para poder conocer la estratigrafía y determinar las propiedades mecánicas de los estratos, tales como la resistencia, deformabilidad y permeabilidad.

### EXPLORACIÓN Y MUESTREO.

Debido a la necesidad de contar con datos firmes y seguros en donde se desplanta una edificación, es importante la realización de un programa de exploración y muestreo de donde se obtengan resultados que permitan obtener la clasificación del subsuelo de acuerdo a su granulometría y límites de plasticidad, así como las características de deformación y resistencia a los esfuerzos en que se encuentra sometido el mismo, para lo cual es necesario como parte de dicho programa llevar a cabo sondeos preliminares tales como exploración de pozos a cielo abierto, métodos de lavado, penetración cónica y perforaciones en boleos y gravas.

En particular y con la finalidad de determinar los datos mencionados con anterioridad, se planteó la necesidad de llevar a cabo una exploración consistente para poder correlacionar con mayor precisión la resistencia y posición que tienen las diferentes capas que forman el subsuelo, por esta razón se propusieron sondeos del tipo de cono eléctrico y mixtos.

Se decidió explorar el subsuelo mediante 2 sondeos con cono eléctrico hasta la capa dura, y la instalación de 4 pozos de observación para la determinación periódica del nivel freático.

Los sondeos con eléctrico se efectuaron en las esquinas diagonalmente opuestas del edificio donde las condiciones parecieron más contrastantes, tanto por corresponder con los puntos más y menos hundidos de la estructura,

como por sus respectivas distancias a la Estación Juárez del Metro, que parece jugar un papel muy importante en las deformaciones del subsuelo de la zona.

Los pozos de observación se instalaron en las cuatro esquinas del inmueble.

Para la realización de los sondeos se usó una perforadora Long Year 34, se hizo mediante el hincado continuo, a razón de 1cm/seg de un penetrómetro de punta cónica estándar, instrumentando con deformímetros eléctricos (strain gages) conectados a un puente donde pueden leerse cargas con aproximación de 1 kg.

Conjuntamente a los resultados obtenidos del método anteriormente mencionado, se llevaron a cabo sondeos mixtos selectivos, extrayéndose muestras alteradas e inalteradas de los estratos más representativos del subsuelo, para determinar la compacidad y la estratigrafía, así como las propiedades índice y de resistencia de los materiales extraídos.

Las muestras alteradas se conservaron en bolsas de polietileno herméticamente cerradas con objeto de evitar pérdidas en el contenido de agua inicial de los materiales.

Las muestras inalteradas se obtuvieron mediante el hincado a presión de tubos shelby, los cuales fueron cubiertos con brea y parafina con el fin de evitar también la pérdida de humedad por evaporación durante su traslado al laboratorio, ejecutando en los materiales de las muestras obtenidas las pruebas de laboratorio para determinar sus propiedades índice y mecánicas.

Una vez trasladadas las muestras al laboratorio, se procedió a clasificarlas tanto visual como manualmente, para confeccionar un programa de ensayos destinados a precisar las características de los materiales de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

Estas pruebas consistieron en:

- Clasificación visual y manual
- Contenido de humedad, w.
- Límites de Atterberg. LL, LP.
- Densidad de Sólidos, Ss.
- Peso Volumétrico Natural,

Con el fin de obtener la magnitud de los parámetros de resistencia al esfuerzo cortante se hizo la prueba de “Compresión triaxial no consolidada no drenada”.

## ESTRATIGRAFIA

La estratigrafía forma parte de la geología, que trata de la definición o interpretación de las capas que forman el subsuelo de la corteza terrestre, especialmente su litología, es decir la textura y composición de las rocas, así como su sucesión, distribución y correlación.

De acuerdo con los resultados de exploración del subsuelo y los resultados de los ensayos de laboratorio, se determinaron las condiciones estratigráficas del sitio en estudio, pudiéndose resumir de la siguiente manera:

Superficialmente se encontró la cimentación actual del edificio hasta una profundidad de 1.50 m, con un peso volumétrico promedio de 1.5 ton /m<sup>3</sup> y un contenido de humedad promedio de 50%.

De 1.50 a 5.20 m se detectó una arcilla de alta plasticidad arenosa con intercalaciones de limo, de color gris verdoso, con peso volumétrico promedio de 1.4 ton /m<sup>3</sup> y un contenido de humedad promedio de 80%; en ensaye de prueba triaxial se obtuvo que su cohesión es 0.60 kg/cm<sup>2</sup>, presenta un grado de saturación de 92% y una densidad de sólidos de 2.44.

### CLASIFICACION SUCS: CH-SP

Subyaciendo, de 5.20 a 5.80 m se tiene una arcilla de alta plasticidad gris verdosa con un peso volumétrico promedio de 1.4 ton /m<sup>3</sup> y un contenido de humedad promedio de 180%.

### CLASIFICACION SUCS: CH.

De 5.80 a 6.20 m se encontró una arena fina gris verdoso, con un peso volumétrico promedio de 1.43 ton /m<sup>3</sup> y un contenido de humedad promedio de 230%.

### CLASIFICACION SUCS: SP.



Posteriormente, de 6.20 a 6.50 m se encontró una arcilla de alta plasticidad color gris verdoso, con un peso volumétrico promedio de 1.214 ton /m<sup>3</sup> y un contenido de humedad promedio de 300%.

CLASIFICACION SUCS: CH.

Subyaciendo, de 6.50 a 7.00 m se encontró una arena fina y media, color gris verdoso con un peso volumétrico promedio de 1.40 ton / m<sup>3</sup> y un contenido de agua que varía de 220%

CLASIFICACION SUCS: SP

Subyaciendo, se detectó de 7.00 a 12.60 m una arcilla de alta plasticidad, gris verdoso con manchas café rojizo con un lente de arena e incrustaciones de ceniza volcánica y un lente con fósiles; con un contenido de agua promedio 280 %, un peso volumétrico promedio de 1.233 ton / m<sup>3</sup>, en ensayos de pruebas triaxiales se obtuvieron valores de cohesión de 0.04 kg/ cm<sup>2</sup> y de 0.16 kg/cm<sup>2</sup>.

CLASIFICACION SUCS: CH.

Subyacente se encontró un limo arenoso gris oscuro, de los 12.60 a los 13.40 m de profundidad, con un contenido de agua de 120% y una densidad de sólidos 2.41.

CLASIFICACION SUCS: ML.

De los 13.40 a los 21.40 m de profundidad se detectó una arcilla de alta plasticidad, color gris verdoso con tonos rojizos, algo de fósiles e intercalaciones de lentes de arena, limo y vidrio volcánico; con un contenido de agua que varía entre 380 y 180 % . Presentó un peso volumétrico de 1.183 ton / m<sup>3</sup>, en el ensaye triaxial se obtuvo una cohesión de 0.10 kg/cm<sup>2</sup>, una densidad de sólidos de 2.37.

CLASIFICACION SUCS: CH.

Subyaciendo al estrato anterior, de los 21.40 a los 21.70 m de profundidad se encontró un limo de alta plasticidad, con materia orgánica, con un contenido de agua de 271%.

CLASIFICACION SUCS: OH.

De los 21.70 a los 24.00 m de profundidad se encontró una arcilla de alta plasticidad, color gris verdoso con algo de arena, fósiles y un lente de vidrio volcánico. Tiene un peso volumétrico medio de 1.229 ton / m<sup>3</sup>, un contenido de agua que varía de los 280 a los 220 %, en el ensaye triaxial se le determinó una cohesión de 0.117 kg / cm<sup>2</sup>.

CLASIFICACION SUCS: CH.

Subyaciendo, de los 24.00 a los 24.50 m, se detectó un limo arenoso gris de alta compresibilidad, con un contenido de agua de 61%.

CLASIFICACION SUCS: MH.

De los 24.50 a los 29.05 m, subyace una arcilla de alta plasticidad, gris verdoso, con intercalaciones de arena limosa y vidrio volcánico; con contenidos de agua que varían desde los 60 hasta los 280 %; presenta un peso volumétrico de 1.229 ton / m<sup>3</sup>, el valor de la cohesión obtenida en un ensaye triaxial es de 0.44 kg/ cm<sup>2</sup>.

CLASIFICACION SUCS: CH.

Subyaciendo, de los 29.05 a los 29.85 m, se detectó una arena fina poco limosa, gris, con un contenido de agua promedio de 26%, una densidad de sólidos de 2.59.

CLASIFICACION SUCS: SP.

De los 29.85 a los 30.45 m, se encontró un limo arenoso gris, con contenidos de agua menores al 35%.

CLASIFICACION SUCS: ML-SP.

De los 30.45 a los 32.25 m, subyace una arcilla muy dura, de alta plasticidad, gris verdoso, con escasa arena fina y contenido de agua menor a 53%.

CLASIFICACION SUCS: CH.

De los 32.25 a los 32.85 m, se detectó una arena fina, poco arcillosa, gris verdoso, compacta.

CLASIFICACION SUCS: SP.

Subyaciendo, de los 32.85 a los 34.00 m, se encontró una arcilla dura, gris verdoso con escasa arena fina y contenidos de agua menores a 65%.

CLASIFICACION SUCS: CH.

De los 34.00 a los 35.25 m, se localizó una arcilla gris verdoso con un lente de arena fina, de consistencia firme, con contenidos de agua que varían desde 180 hasta 195%.

CLASIFICACION SUCS: CH.

De los 35.25 a los 35.85 m, no se recuperó muestra.

De los 35.85 a los 37.00 m, se detectó una arcilla gris verdoso, muy dura, con vetas de limo blanquisco, con contenidos de agua de 150 a 160%.

CLASIFICACION SUCS: CH.

Subyaciendo de los 37.00 a los 38.25 m, se encuentra un estrato de arena fina con poco limo en la parte superior y limo arenoso en la parte inferior, compacto, su contenido de agua del 30 al 45 %.

CLASIFICACION SUCS: ML-SP.

De los 38.25 a los 39.45 m, subyace un estrato de arcilla muy dura, gris verdoso, con un lente de limo blanquisco, con un contenido de agua del 146%.

CLASIFICACION SUCS: CH.

Por último, de los 39.45 a los 40.05 m, existen interestratificadas, arena fina limos, gris oscuro; arcilla gris verdoso con pequeña veta de arena fina gris

oscuro negruzco; compacta la arena y muy dura la arcilla; la arena tiene un contenido de agua de 46% y la arcilla de 166 %.

CLASIFICACION SUCS: SP-CH.

El nivel de aguas freáticas, N.A.F., se detectó a una profundidad de 2.50 m.

MECANICA DE SUELOS.

La Mecánica de Suelos es la rama de la Ingeniería que estudia el comportamiento de los suelos desde el punto de vista:

1. Físico
2. Cualitativo
3. Cuantitativo

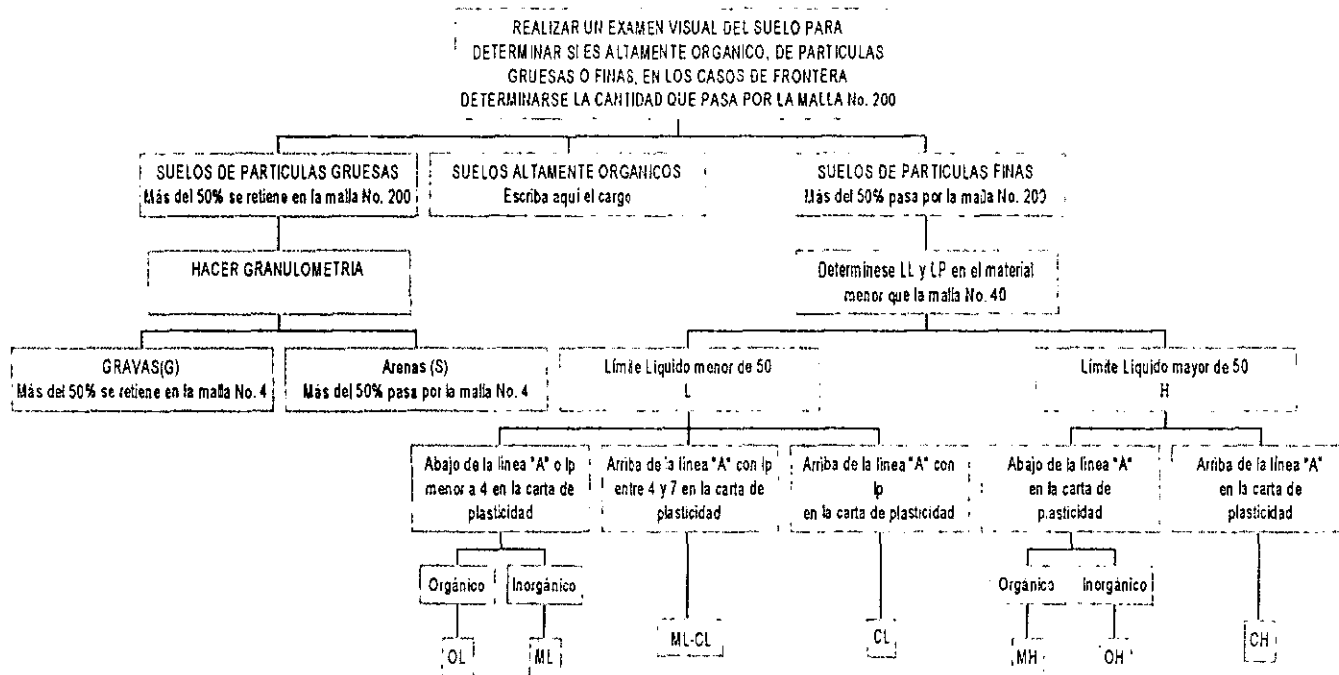
De donde se pueden determinar sus propiedades índice, hidráulicas y mecánicas como son: deformación, compresibilidad, plasticidad y resistencia al esfuerzo cortante.

Estas características son importantes, ya que a partir de ellas se pueden determinar las condiciones del suelo en que se encuentran desplantadas las edificaciones.

El principio de estos estudios comienza con la determinación de las propiedades volumétricas y gravimétricas de los suelos, las cuales se basan en relacionar volúmenes y pesos de una muestra sólida, líquida y gaseosa.

Para complementar las propiedades obtenidas se recurre a la determinación de la granulometría de los suelos, la cual se obtiene mediante el uso de mallas graduadas para clasificarlos en suelos gruesos y finos utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, auxiliado con la carta de plasticidad propuesta por Casagrande, para el caso específico de suelos finos, en donde también es indispensable el uso del hidrómetro para, finalmente, mediante el uso de modelos en el laboratorio obtener las propiedades mecánicas de los suelos a través de las pruebas de compresión axial y triaxial. A continuación se muestra el procedimiento que debe seguirse para la clasificación de los suelos.

# PROCEDIMIENTO PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS (S.U.C.S.)

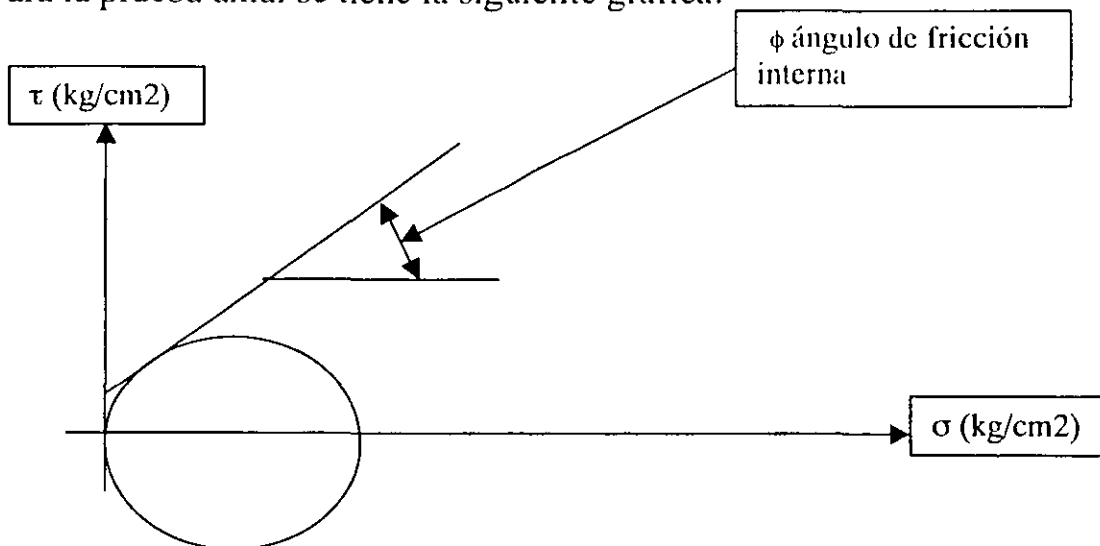


La prueba de compresión axial consiste en cargar la muestra, provocando un aumento en el esfuerzo aplicado, obteniendo deformaciones hasta lograr la falla. Al obtener la gráfica esfuerzo-deformación de la muestra, se determina su resistencia “qu”, y el módulo de elasticidad E.

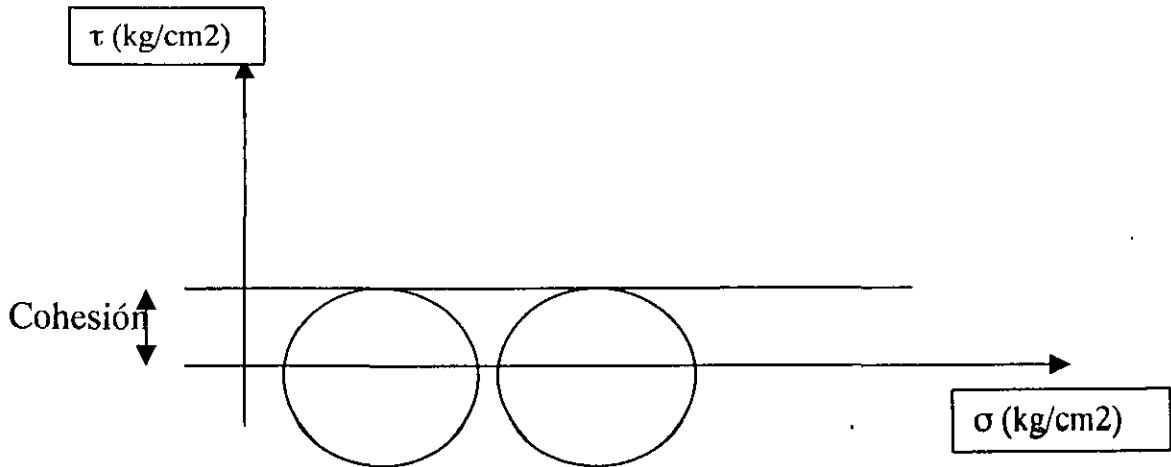
Para la prueba triaxial, encontramos tres modalidades para realizarla, ya sea C.D. (consolidada-drenada), C.U (consolidada-no drenada), las cuales se diferencian por permitir la salida de agua de la muestra y someterla a una consolidación inicial. Al comienzo de los ensayos se satura el sistema de medición de presión de poro y la probeta queda protegida con una membrana de hule. Se aplica una carga axial y la presión confinante se incrementa gradualmente hasta su nivel de trabajo; entonces la presión de poro se mide en ambos extremos. El sistema de contrapresión se cierra y la probeta se carga progresivamente con una velocidad de aplicación de carga que debe quedar entre 5 y 10 kg/cm<sup>2</sup>.

Para analizar los resultados de los ensayos de compresión deben trazarse los círculos de falla de Mohr. Para el caso de la prueba axial los círculos son tangentes al eje de las ordenadas, mientras que para las triaxiales se localizan a una distancia de este eje a una distancia igual al esfuerzo confinante efectivo, como puede apreciarse en las gráficas siguientes:

Para la prueba axial se tiene la siguiente gráfica:



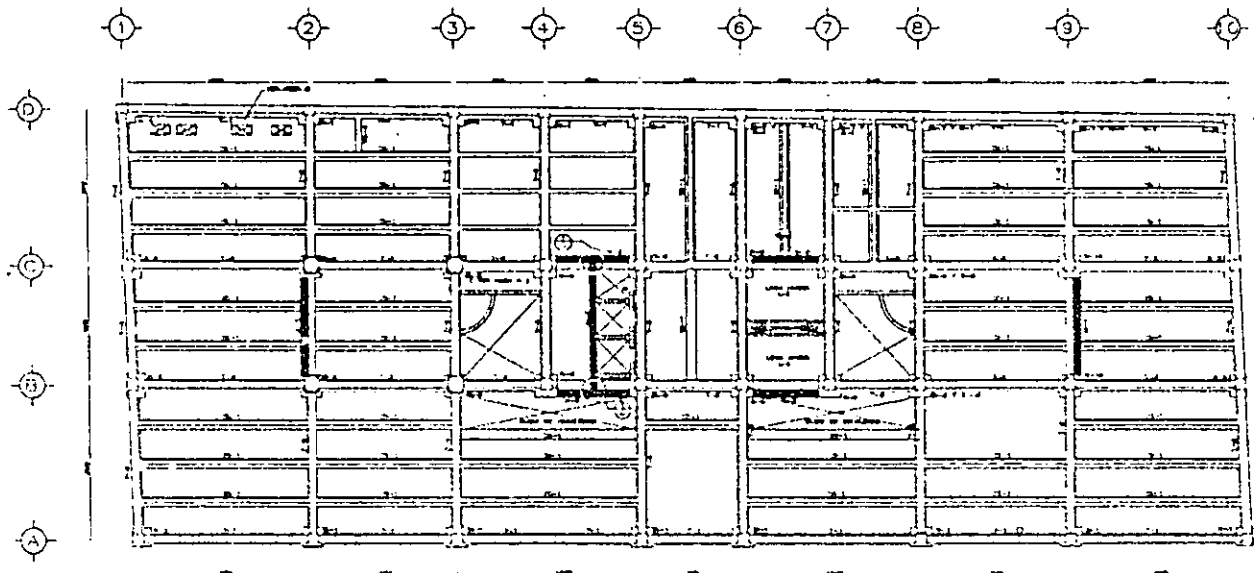
Para la prueba triaxial la gráfica sería de la siguiente forma:



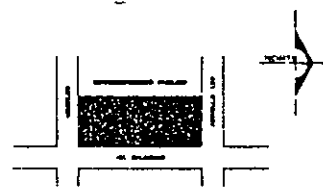
#### LEVANTAMIENTOS Y NIVELACIONES.

Para poder ubicar el edificio fue necesario dividirlo por medio de ejes con números sobre la calle de Balderas del 1 al 10 y por de letras de la A a la D sobre la calle de Artículo 123

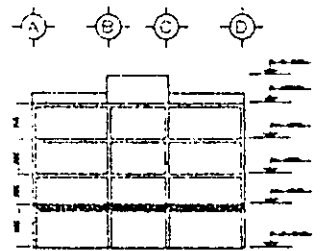
La obtención de las dimensiones generales y de detalle de los diferentes elementos que forman la estructura, así como de las características particulares de columnas, traveses y losas; y la clasificación de los elementos antes mencionados, se realizaron las mediciones en todos los elementos de los diferentes niveles que componen el edificio procediendo con esta información al dibujo de los siguientes planos:



PLANTA L.G.S.A. DPO

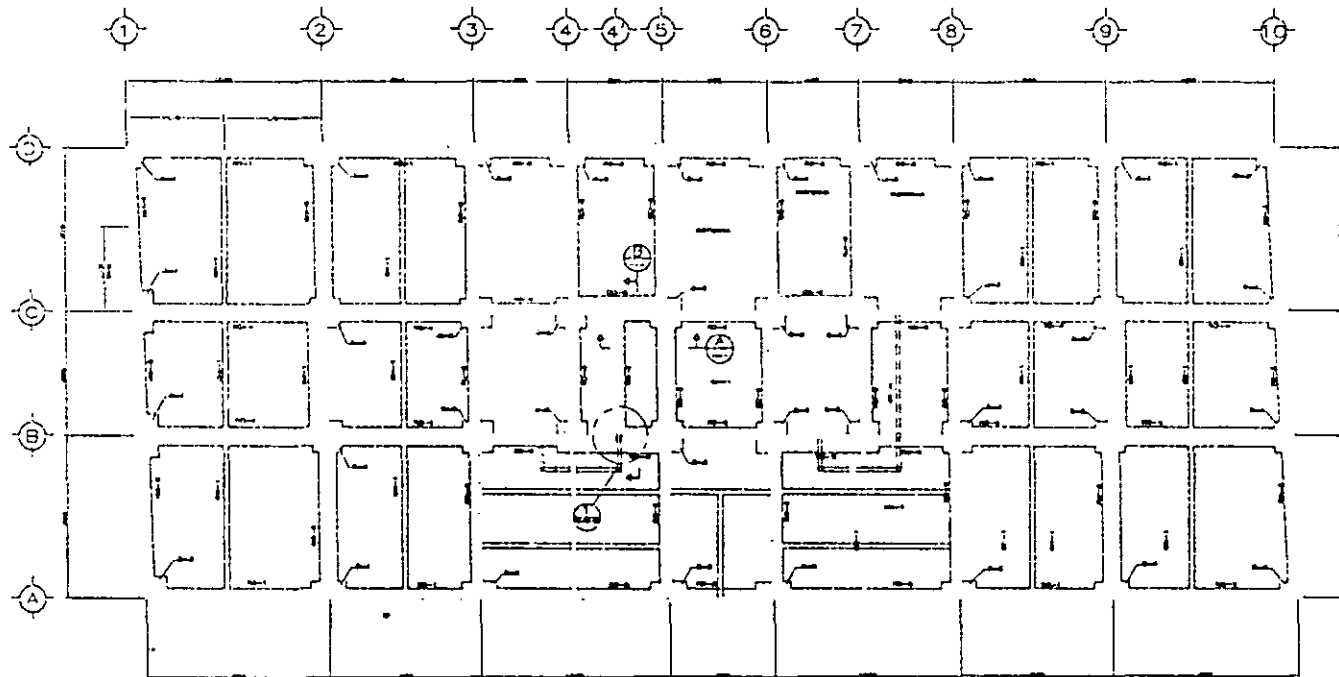


CRUQUIS DE LOCALIZACION

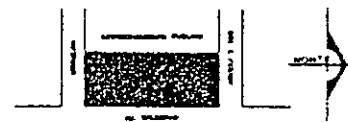


CORTE ESCUEMATICO

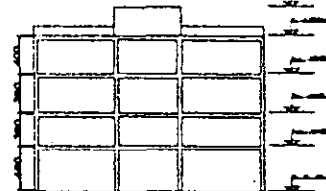
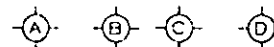




PLANTA DE CIMENTACION



PROCESO DE LOCALIZACION



CCBTE ESQUEMATICO

Las nivelaciones del edificio se lograron a través de un banco establecido en la calle de Balderas, junto al Metro del mismo nombre, este banco es autorizado por el Gobierno del D.D.F, el cual llega hasta la capa dura.

Con las nivelaciones se sacaron los hundimientos diferenciales entre esquinas de cada nivel y se presentan en la siguiente tabla:

Hundimientos diferenciales entre Esquinas								
Nivel	Elevaciones Esquinas (cm)				Hundimientos Diferenciales (dh/L)			
	NE	SE	SW	NW	NE-SE	SE-SW	NE-NW	NE-SW
PB	16.6	-5.4	-6.0	---	0.004	0.000	---	0.003
Mez	10.0	-10.5	-18.1	2.4	0.003	0.003	0.003	0.004
1°	35.1	17.7	-18.2	1.6	0.003	0.015	0.014	0.008
2°	29.9	14.4	-26.9	-2.2	0.002	0.017	0.013	0.008
3°	32.2	15.1	-20.3	0.7	0.003	0.015	0.013	0.008

La estructura muestra dos direcciones de inclinación: hacia el poniente y hacia el sur; la más importante engendra un desplome casi constante a lo largo de la colindancia poniente (fachada posterior) de 21 cm en el extremo Norte, de 27 cm al centro del edificio y de 26 cm en el extremo Sur; la otra dirección se traduce en un desplome de 5 cm hacia el sur.

#### INSPECCION DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y DAÑOS ENCONTRADOS.

La inspección que se realizó fue nivel por nivel, con ayuda de las calas efectuadas para poder determinar las características de los elementos. Se pudo observar que el acero de refuerzo de los elementos estructurales no contaba con una corrugación que le permitiera una mejor adherencia con el concreto, por lo cual se tomaron muestras de este material y se mandaron al laboratorio para conocer sus propiedades.

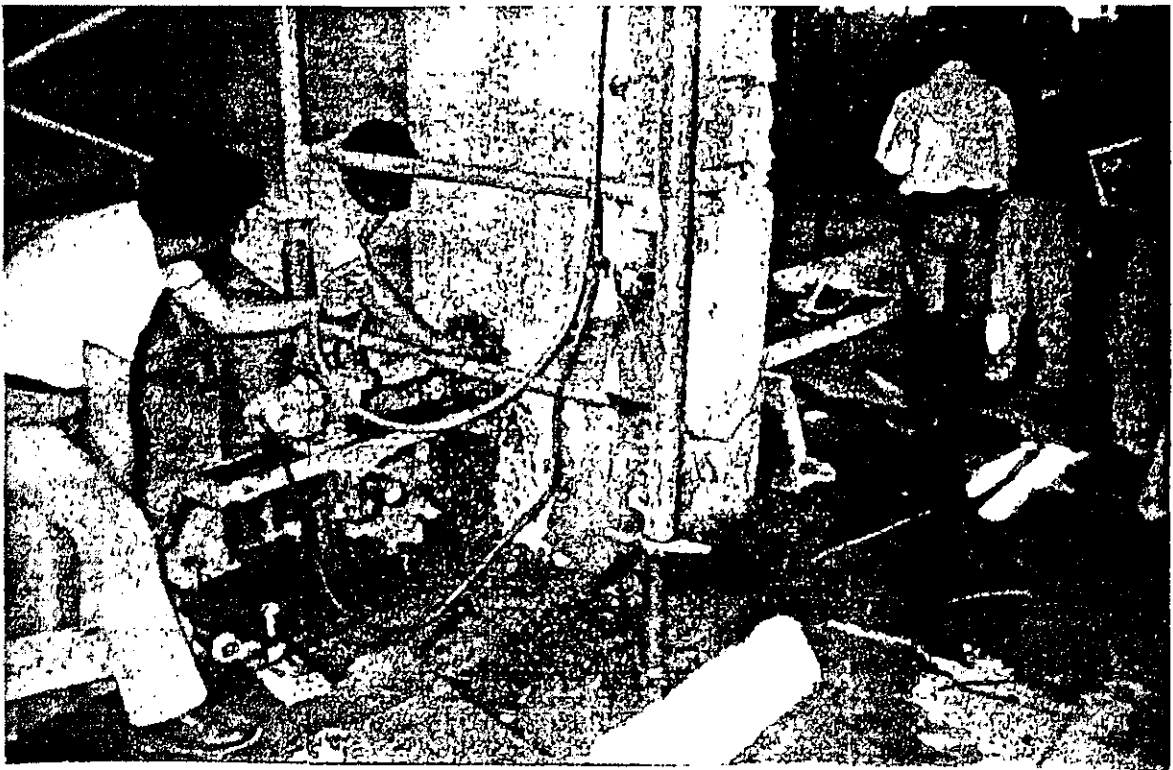
Con la ayuda de un Panchometro se pudo constatar los diferentes armados de los elementos estructurales, teniendose como problema fundamental la falta de acero de estribos en trabes presentando estas grietas diagonales principalmente en el área de nudos, con los movimientos que a sufrido el edificio las trabes secundarias presentan un problema de torsión que puede deberse a las dimensiones propias de las mismas, las columnas presentaban

desplomes importantes y falta de acero para cortante presentandose grietas no considerables. Las losas en todos los niveles presentaban un escaso acero en ambas direcciones una falta de continuidad en los nudos con las columnas por los refuerzos de ángulo antes mencionado se corto el acero de las losas no volviendose a ligar con las mismas, por lo cual algunas losas presentan grietas a  $45^\circ$  respecto a las columnas, otro problema que se presenta en estos elementos una flecha insipiente pero aun no manifestada visiblemente

## RESISTENCIA DEL CONCRETO Y CALAS.

Como se mencionó al principio de este trabajo, no se cuenta con información alguna sobre el proyecto del edificio.

Con objeto de determinar la resistencia y la calidad del concreto en la estructura, se extrajeron corazones en distintos elementos y niveles, los que se sometieron a pruebas de compresión para medir su resistencia. Los registros de muestreo y ensaye se presentan después.



La resistencia promedio de las muestras extraídas es:

$$f'c = 322 \text{ kg/cm}^2$$

habiéndose tenido una gran dispersión como lo refleja la desviación estándar = 151 kg/cm<sup>2</sup>.

Los valores extremos fueron:

$$f'c \text{ mín} = 131 \text{ kg/cm}^2.$$

$$f'c \text{ máx} = 587 \text{ kg/cm}^2.$$

Al respecto debe mencionarse que conforme a la teoría un concreto cuya desviación estándar de resistencia excede de 40 kg/cm<sup>2</sup> no es de buena calidad. En este caso casi es 4 veces mayor dicha medida.

Por lo que toca a la resistencia, la teoría recomienda disminuir en 85 kg/cm<sup>2</sup> la resistencia promedio para una dispersión tan grande, por lo que para la revisión de la estructura se consideró:

$$f'c = 322 - 85 = 237 \text{ kg/cm}^2.$$

Conviene hacer notar que en 7 de los especímenes ensayados (37%) se obtuvieron resistencias inferiores a esta medida reducida, lo cual excede en más de 4 veces el porcentaje aceptado.

Por otra parte, la teoría establece que el concreto representado por los corazones se considera adecuado si el promedio de las resistencias de tres corazones es mayor o igual que 0.8 f'c y si la resistencia de ningún corazón es menor que 0.7 f'c.

Si para interpretar lo anterior supongo que el proyecto consideró una resistencia f'c = 240 kg/cm<sup>2</sup>, la primera condición se cumple, pues 322 kg/cm<sup>2</sup> > 0.8 f'c = 192 kg/cm<sup>2</sup>, no así la segunda condición pues 3 valores son inferiores a 0.7 f'c = 168 kg/cm<sup>2</sup>.

Se determinó el módulo de elasticidad en tres de las muestras, midiéndose, también con gran dispersión, un promedio de 199,663 kg/cm<sup>2</sup>.

En conclusión, la estructura está hecha con un concreto poco confiable, ya que no se satisface los criterios de aceptación según la teoría, lo que significa que algunas pruebas ponen en evidencia la existencia de zonas vulnerables y de alto riesgo potencial; afortunadamente casi todos los valores bajos de resistencia se localiza en columnas, las que han sido reforzadas.

## PRUEBAS DE CORAZONES

Especimen No.		Diametro (cm)	Altura sin cabecear (cm)	Altura cabeceado (cm)	H/D	Factor de corrección	Area (cm <sup>2</sup> )	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Peso (gr)	Peso Vol. (Kg/m <sup>3</sup> )	Carga Max. (Kgl)	Resistencia (Kgl/cm)	
												Correg.	Promedio
Cliente	IMCYC												
M1	2165	6.24	10.26	10.64	1.71	0.9868	30.58	313.8	654	2086	5760	186	
M2	2166	6.24	7.98	8.40	1.35	0.9520	30.58	244.0	498	2041	11500	358	
M3	2167	6.32	9.73	10.07	1.59	0.9772	31.37	305.2	607	1989	4200	131	
M4	2168	6.32	9.85	10.30	1.63	0.9804	31.37	309.0	610	1974	4700	147	
M5	2169	6.32	12.22	12.53	1.98	0.9992	31.37	383.3	795	2074	6320	201	
M6	2170	6.32	9.31	9.80	1.55	0.9740	31.37	292.1	593	2030	7360	229	
M7	2171*	6.32	10.68	11.18	1.77	0.9908	31.37	335.0	690	2060	10380	328	
M8	2173*	6.32	11.10	11.53	1.82	0.9928	31.37	348.2	750	2154	17500	554	
M9	217*	6.32	12.03	12.50	1.98	0.9991	31.37	377.4	800	2120	15270	502	
M10	2175	5.10	6.80	7.22	1.92	0.9604	20.43	138.9	286	2059	4820	227	
M11	2176	5.07	9.58	9.94	1.96	0.9984	20.19	193.4	390	2017	2660	132	
M12	2177	5.06	9.85	10.34	2.0	1.000	20.11	198.1	406	2049	5280	263	
M13	2178	5.07	6.95	7.45	1.47	0.9664	20.19	140.3	294	2096	5200	246	
M14	2179	6.34	10.25	10.75	1.70	0.9860	31.57	323.6	652	2015	11960	374	
M15	2180	6.32	9.64	10.0	1.58	0.9764	31.37	302.4	626	2070	8260	257	
M16	2181	6.30	88.5	9.30	1.48	0.9676	31.17	275.9	583	2113	12720	395	
M17	2182	5.07	6.53	7.00	1.38	0.9556	20.19	131.8	284	2155	8800	417	
M18	2183	5.07	7.49	7.98	1.57	0.9756	20.19	151.2	329	2176	12120	586	
M19	2184	5.07	8.20	8.70	1.72	0.9876	20.19	165.6	365	2204	12000	587	

Para inspeccionar la estructura se efectuaron los siguientes trabajos:

Tres calas en la cimentación, para determinar su composición, dimensiones y características, así como para determinar si se hincaron pilotes bajo el cajón.

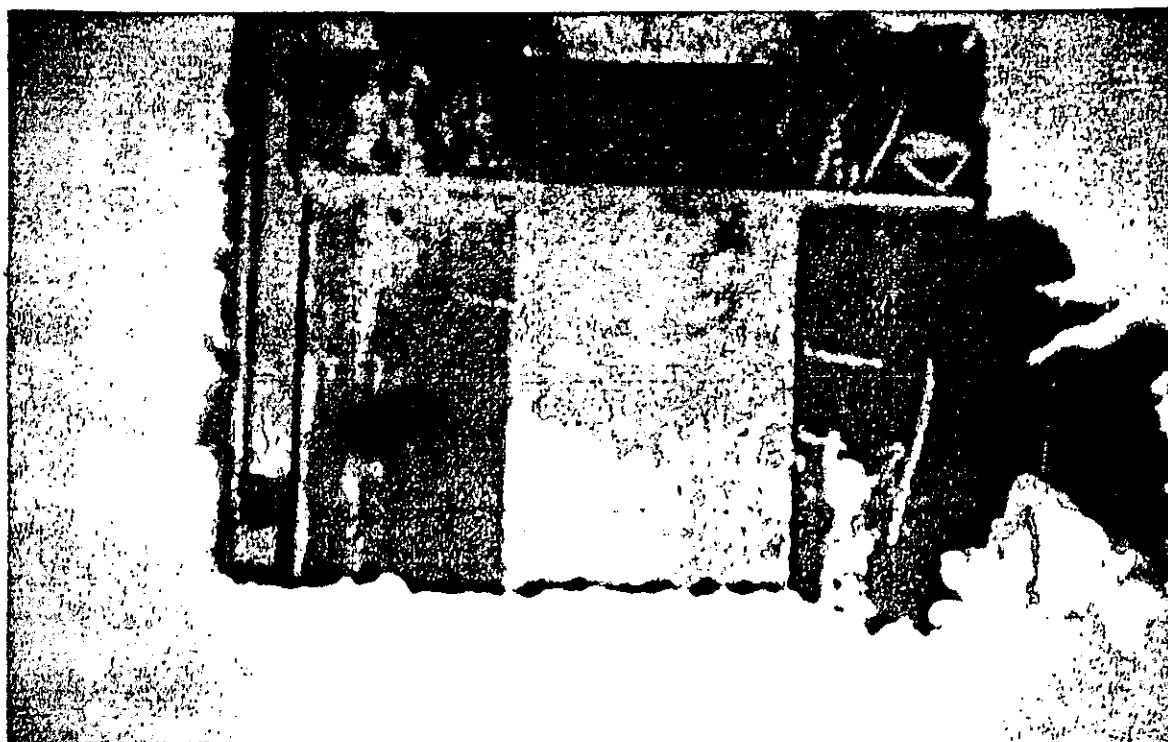
Dos calas más se realizaron en las esquinas NE y SE para verificar la presencia y cantidad de relleno en las celdas del cajón de cimentación.



Una cala en la losa de techo con objeto de determinar el sistema de piso de la azotea y la magnitud de los rellenos para dar pendientes.

Una cala en el tercer entrepiso para conocer el sistema de pisos de los niveles de oficinas.

Se descubrieron prácticamente todas las columnas de todos los niveles para observar sus características, estado y refuerzo.



Se desmontaron todos los plafones requeridos para inspeccionar todas las trabes y nodos de intersección de elementos estructurales.

Los trabajos anteriores sirvieron tanto para determinar las características y dimensiones de los elementos estructurales, como para levantar el censo de daños que se presentan.

#### ESTUDIO DE CARGAS.

La teoría estipula que la seguridad estructural y de cimentación deben revisarse para dos tipos de combinación de acciones, la primera corresponde a condiciones estáticas, y la segunda para condiciones sísmicas.

A continuación se presenta el análisis de las cargas gravitacionales y accidentales.



## CARGAS GRAVITACIONALES.

### AZOTEA:

Enladrillado .....	30 kg/m <sup>2</sup> .
Firme .....	140 kg/m <sup>2</sup> .
Relleno .....	70 kg/ m <sup>2</sup> .
Losa (10 cm) .....	240 kg/ m <sup>2</sup> .
Plafón e Inst. ....	30 kg/ m <sup>2</sup> .
P. Adicional .....	40 kg/m <sup>2</sup> .

CARGA MUERTA: 550 kg/ m<sup>2</sup>.

CARGA VIVA PARA CONDICIONES ESTATICAS: 100 kg/ m<sup>2</sup>.

CARGA VIVA PARA CONDICIONES SISMICAS: 70 kg/ m<sup>2</sup>.

### ENTREPISOS:

Acabado .....	20 kg/ m <sup>2</sup> .
Firme .....	120 kg/ m <sup>2</sup> .
Losa (10 cm) .....	240 kg/m <sup>2</sup>
Plafón e Inst. ....	30 kg/ m <sup>2</sup>
P. Adicional .....	40 kg/ m <sup>2</sup> .

CARGA MUERTA: 450 kg/ m<sup>2</sup>

CARGA VIVA PARA CONDICIONES ESTATICAS: 250 kg/m<sup>2</sup>.

CARGA VIVA PARA CONDICIONES SISMICAS 180 kg/ m<sup>2</sup>

ESCALERA:

Acabado .....	30 kg/ m2.
Relleno .....	200 kg/ m2.
Losa .....	240. kg/m2.
Plafón .....	30 kg/ m2.
P. Adicional.....	40 kg/ m2

CARGA MUERTA: 540 kg/ m2

CARGA VIVA PARA CONDICIONES ESTATICAS: 350 kg/ m2.

CARGA VIVA PARA CONDICIONES SISMICAS 150 kg/ m2.

MUROS (15cm):

Aplanados .....60 kg/m2.

Peso Propio .....210 kg/ m2.

CARGA MUERTA: 270 kg/ m2.

CIMENTACION:

Acabado ..... 20 kg/m2.

Losa piso (12 cm) .....290 kg/m2.

Relleno ..... 450 kg/m2

Losa ciment. (15 cm) .....360 kg / m2

CARGA MUERTA: 1,120 kg/m<sup>2</sup>.

CARGA VIVA PARA CONDICIONES ESTATICAS: 250 kg/ m<sup>2</sup>.

CARGA VIVA PARA CONDICIONES SISMICAS: 180 kg/ m<sup>2</sup>.

Con esta información y la geometría del edificio se procedió a calcular el peso de cada nivel, así como el peso total del inmueble

1° COMBINACIÓN DE ACCIONES (CONDICION ESTATICA)						
NIVEL	LOSAS	TRABES	COLUMNAS	MUROS	OTROS	TOTAL
4°	894.9	267.0	30.7	190.4	105.8	1,488.8
3°	1,001.6	267.0	61.4	273.8	0.0	1,603.8
2°	1,001.6	267.0	77.8	273.8	0.0	1,620.2
1°	1,079.7	279.1	104.9	273.8	0.0	1,737.5
PB +Cim.	2,030.1	394.8	90.0	347.4	642.1	3,504.4
Carga Gravitacional Total (ton):						9,954.7

2° COMBINACION DE ACCIONES (CONDICION SISMICA)						
NIVEL	LOSAS	TRABES	COLUMNAS	MUROS	OTROS	TOTAL
4°	853.5	267.0	30.7	190.4	105.8	1,447.4
3°	896.5	267.0	61.4	273.8	0.0	1,498.7
2°	896.5	267.0	77.8	273.8	0.0	1,515.1
1°	966.2	279.1	104.9	273.8	0.0	1,624.0
PB+Cim	1,937.2	394.8	90.0	347.4	642.1	3,411.5
Carga Gravitacional Total (ton):						9,496.7

CARGA ACCIDENTAL DE SISMO-CORTANTES Y MOMENTOS							
NIVEL	ELEV.(hi) m	PESO (W) ton	W*h ton-m	WtCS/Wihi	FZA ton	CORT. ton	MOM. ton-m
4°	17.0	1447.4	24606	0.027	663.3	663.3	11276.0
3°	13.2	1497.2	19763	0.027	532.7	1196.0	7032.3
2°	9.4	1515.1	14242	0.027	383.9	1580.0	3608.8
1°	5.6	1624.0	9094	0.027	245.2	1825.1	1372.9
SUMA		6083.7	67705				
Momento Sísmico Total (ton-m):							23289.9

## ESTUDIO Y ANALISIS DE UN MARCO.

Para evaluar el comportamiento de la estructura, se eligió el marco 2 por ser uno de los más críticos.

Para determinar la capacidad estructural del marco se revisaron una serie de columnas y trabes que se muestran a continuación.

El análisis se hizo con ayuda de un programa de computadora donde no se consideró los efectos de torsión ni efectos por daños y desplomes.

### Columna eje A2 Planta baja

De los resultados del análisis de computadora:

Momento Ultimo	$M_u=53.3 \text{ ton-m}$
Cortante Ultimo	$V_u=12.3 \text{ ton}$
Carga Axial	$P_u= 71.2 \text{ ton}$

### Carga Axial

Columna de 50 x 50 cm:

Resistencia de Diseño	$f'_c=240 \text{ kg/cm}^2$
Resistencia Nominal	$f^*c= 0.8f'_c=192 \text{ kg/cm}^2$
Resistencia Reducida	$f''=0.85f^*c=163 \text{ kg/cm}^2$

Carga Axial Máxima:  $P_{\text{máx}}= 0.7 f''c A_s + 2000 A_s$

$A_s = 1\%$  (estimado),  $A_s = 25 \text{ cm}^2$

$P_{\text{máx}}= (0.7)(192)(45 \times 45) + (2000)(25) = 322.2 \text{ ton} > P_u \text{ ok}$

### Momento

Columna de acero: 4 ángulos de 6'' x 1/2'':

$A_{\text{áng}}= 37.1 \text{ cm}^2$ ;  $I_{\text{áng}}= 828.7 \text{ cm}^4$

$A_t=(37.1)(4) = 148.4 \text{ cm}^2$

$I_t= 4 (A \times d^2) + I_x= 96\ 065 \text{ cm}^4$

Mód. de Sección:  $St= I_t/(d/2) = 96065/25=3843 \text{ cm}^3$

Esfuerzo =  $M_u/St = 5330000/3843=1387 \text{ kg/cm}^2$

< esf. Admisible = 1520 kg/cm<sup>2</sup>

## Cortante

Tomando por los 4 patines de los ángulos:

$$V_{ad} = (15.2 \times 1.3) \times (4) \cdot 10120 = 80.0 \text{ ton} < V_u \text{ ok}$$

Revisión de la columna eje D2 Planta Baja

Momento Ultimo	$M_u = 94.1 \text{ ton-m}$
Cortante Ultimo	$V_u = 27.4 \text{ ton}$
Carga Axial	$P_u = 244.8 \text{ ton}$

Carga Axial

Columna de 55 x 55 cm:

Resistencia de Diseño	$f'_c = 240 \text{ kg/cm}^2$
Resistencia Nominal	$f^*_c = 0.8 f'_c = 192 \text{ kg/cm}^2$
Resistencia Reducida	$f'' = 0.85 f^*_c = 163 \text{ kg/cm}^2$

Carga Axial Máxima:  $P_{m\acute{a}x} = 0.7 f'' c A_s + 2000 A_s$

$A_s = 1\%$  (estimado),  $A_s = 30 \text{ cm}^2$

$$P_{m\acute{a}x} = (0.7)(192)(50 \times 50) + (2000)(30) = 396 \text{ ton} > P_u \text{ ok}$$

Momento

Columna de acero: 4 ángulos de 6'' x 3/4'':

$$A_{\acute{a}ng} = 54.1 \text{ cm}^2; I_{\acute{a}ng} = 1171.7 \text{ cm}^4$$

$$A_t = (54.1)(4) = 217.8 \text{ cm}^2$$

$$I_t = 4(A \times d^2) + I_x = 169398 \text{ cm}^4$$

$$\text{Mód. de Sección: } S_t = I_t / (d/2) = 169398 / 28 = 6160 \text{ cm}^3$$

$$\text{Esfuerzo} = M_u / S_t = 9411000 / 6160 = 1528 \text{ kg/cm}^2$$

$$\geq \text{esf. Admisible} = 1520 \text{ kg/cm}^2 \text{ Condición Límite}$$

Cortante

Tomando por los 4 patines de los ángulos:

$$V_{ad} = (15.2 \times 1.9) \times (4) \cdot 1012 = 116.9 \text{ ton} < V_u \text{ ok}$$

Revisión de la columna eje B2 Primer Nivel

Momento Ultimo	$M_u=125.9 \text{ ton-m}$
Cortante Ultimo	$V_u=65.1 \text{ ton}$
Carga Axial	$P_u= 175.5 \text{ ton}$

Carga Axial

Columna de 45 x 45 cm:

Resistencia de Diseño	$f'_c=240 \text{ kg/cm}^2$
Resistencia Nominal	$f^*c= 0.8f'_c=192 \text{ kg/cm}^2$
Resistencia Reducida	$f''=0.85f^*c=163 \text{ kg/cm}^2$

Carga Axial Máxima:  $P_{\text{máx}}= 0.7 f''c A_s + 2000 A_s$

$A_s = 1\%$  (estimado),  $A_s = 20 \text{ cm}^2$

$P_{\text{máx}}= (0.7)(192)(40 \times 40) + (2000)(20) = 255 \text{ ton} > P_u \text{ ok}$

Momento

Columna de acero: 4 ángulos de 5'' x 1/2'':

$A_{\text{áng}}= 30.7 \text{ cm}^2$ ;  $I_{\text{áng}}= 468.3 \text{ cm}^4$

$A_t=(30.7)(4) = 122.6 \text{ cm}^2$

$I_t= 4 (A \times d^2) + I_x= 63940 \text{ cm}^4$

Mód. de Sección:  $S_t= I_t/(d/2) = 63940/22.5=2842 \text{ cm}^3$

Esfuerzo =  $M_u/S_t = 12590000/2842=4430 \text{ kg/cm}^2$

$> \text{esf. Admisible} = 1520 \text{ kg/cm}^2 \text{ No pasa}$

Cortante

Tomando por los 4 patines de los ángulos:

$V_{ad}= (12.7 \times 1.3) \times (4) 1012 = 66.8 \text{ ton} > = \text{Condición Límite}$

Revisión de la columna D2 Primer Nivel

Momento Ultimo	$M_u=108.3 \text{ ton-m}$
Cortante Ultimo	$V_u=51.5 \text{ ton}$
Carga Axial	$P_u= 175.5 \text{ ton}$

Carga Axial

Columna de 45 x 45 cm:

Resistencia de Diseño	$f'_c=240 \text{ kg/cm}^2$
Resistencia Nominal	$f^*c= 0.8f'_c=192 \text{ kg/cm}^2$

Resistencia Reducida

$$f'' = 0.85f^*c = 163 \text{ kg/cm}^2$$

Carga Axial Máxima:

$$P_{\text{máx}} = 0.7 f''c A_s + 2000 A_s$$

$A_s = 1\%$  (estimado),

$$A_s = 20 \text{ cm}^2$$

$$P_{\text{máx}} = (0.7)(192)(40 \times 40) + (2000)(20) = 255 \text{ ton} > P_u \text{ ok}$$

Momento

Columna de acero: 4 ángulos de 4'' x 3/8'':

$$A_{\text{áng}} = 18.5 \text{ cm}^2; I_{\text{áng}} = 181.5 \text{ cm}^4$$

$$A_t = (18.5)(4) = 73.8 \text{ cm}^2$$

$$I_t = 4(A \times d^2) + I_x = 38087 \text{ cm}^4$$

$$\text{Mód. de Sección: } S_t = I_t / (d/2) = 38087 / 22.5 = 1693 \text{ cm}^3$$

$$\text{Esfuerzo} = M_u / S_t = 10827000 / 1693 = 6396 \text{ kg/cm}^2$$

$$> \text{esf. Admisible} = 1520 \text{ kg/cm}^2 \text{ No pasa}$$

Cortante

Tomando por los 4 patines de los ángulos:

$$V_{ad} = (10.2 \times 1.0) \times (4) \times 1012 = 41.3 \text{ ton} < \text{No pasa}$$

Revisión de la columna B2 Segundo Nivel

Momento Ultimo

$$M_u = 102.3 \text{ ton-m}$$

Cortante Ultimo

$$V_u = 52.5 \text{ ton}$$

Carga Axial

$$P_u = 117.8 \text{ ton}$$

Carga Axial

Columna de 40 x 40 cm:

Resistencia de Diseño

$$f^*c = 240 \text{ kg/cm}^2$$

Resistencia Nominal

$$f^*c = 0.8f^*c = 192 \text{ kg/cm}^2$$

Resistencia Reducida

$$f'' = 0.85f^*c = 163 \text{ kg/cm}^2$$

Carga Axial Máxima:

$$P_{\text{máx}} = 0.7 f''c A_s + 2000 A_s$$

$A_s = 1\%$  (estimado),

$$A_s = 16 \text{ cm}^2$$

$$P_{\text{máx}} = (0.7)(192)(35 \times 35) + (2000)(16) = 197 \text{ ton} > P_u \text{ ok}$$

Momento

Columna de acero: 4 ángulos de 4'' x 1/2'':

$$A_{\text{áng}} = 24.2 \text{ cm}^2; \quad I_{\text{áng}} = 231.4 \text{ cm}^4$$

$$A_t = (24.2)(4) = 97.2 \text{ cm}^2$$

$$I_t = 4 (A \times d^2) + I_x = 39630 \text{ cm}^4$$

$$\text{Mód. de Sección: } S_t = I_t / (d/2) = 39630 / 20 = 1982 \text{ cm}^3$$

$$\text{Esfuerzo} = M_u / S_t = 10230000 / 1982 = 5162 \text{ kg/cm}^2$$

> esf. Admisible = 1520 kg/cm<sup>2</sup> No pasa

Cortante

Tomando por los 4 patines de los ángulos:

$$V_{ad} = (10.2 \times 1.3) \times (4) = 53.7 \text{ ton} \geq V_u \text{ Condición Límite}$$

En conclusión, puede decirse que de las 5 columnas analizadas tres no pasan por flexión, una de las cuales tampoco pasa por cortante; asimismo otra está al límite por flexión.

Para revisar las trabes principales supondré a estas armadas con el nivel máximo porcentaje permisible de acero, y evaluaré así su posible momento resistente último. Para revisión por cortante también tomare el máximo permisible para la sección.

Trabe de 25 cm x 75 cm 1° a 3er nivel.

El acero máximo a tensión es igual a 0.75 de la falla balanceada.

$$A_s \text{ máx} = \left( \frac{f'_c}{F_y} \frac{4800}{f_y + 4800} b d \right) 0.75 = 24 \text{ cm}^2$$

$$P = A_s / b d = 0.014, \text{ entonces : } q = \rho f_y / f'_c = 0.353$$

$$M_r = f_r d^2 f'_c q (1 - 0.5q) = 46.49 \text{ ton-m}$$

En ningún caso puede permitirse que  $V_u$  sea superior a:

$$2 f_r b d / f'_c = 38.8 \text{ ton}$$



Trabe de 35 cm x 80 cm 4° nivel.

El acero máximo a tensión es igual a 0.75 de la falla balanceada.

$$A_s \text{ máx} = \frac{(f'c - 4800) bd}{F_y + 4800} 0.75 = 36 \text{ cm}^2$$

$$P = A_s/bd = 0.014, \text{ entonces : } q = \rho f_y / f'c = 0.353$$

$$M_r = f_r d^2 f'c q (1 - 0.5q) = 74.7 \text{ ton-m}$$

En ningún caso puede permitirse que  $V_u$  sea superior a:

$$2 f_r b d / f'c = 58.2 \text{ ton}$$

El análisis anterior muestra que el momento y cortante resistentes son excedidos en algunos elementos, según los resultados del programa de computadora.

# CAPITULO IV

## ALCANCES DEL PROYECTO

## PROPUESTA DE CIMENTACIÓN Y SUPERESTRUCTURA.

Una vez verificada la necesidad de reforzar el edificio existente, se procedió a realizar el anteproyecto de reforzamiento y renivelación, cuyo propósito es estimar la inversión necesaria para proporcionar al edificio actual condiciones de seguridad de acuerdo con lo estipulado en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal vigente.

Considerando las limitaciones que impone la existencia de la edificación actual para realizar trabajos en la cimentación del edificio se analizaron dos posibilidades para su reforzamiento y renivelación; soportar el edificio mediante pilotes de punta apoyados en la capa dura, detectada en el sondeo alrededor de los 29 metros de profundidad, o soportar la estructura sobre pilotes trabajando por fricción hincados a unos 26 metros de profundidad.

En ambas soluciones algunos de los pilotes pueden ser utilizados para renivelar el edificio dejando las preparaciones pertinentes para la instalación de los gatos que se utilicen para levantar la estructura donde haga falta. Se debe tener presente que la zona donde se localiza el edificio continuará hundiéndose y por tanto es necesario prever ajustes futuros en la cimentación.

Debido al asentamiento regional que experimenta la zona en que se encuentra localizado el edificio, denominada como zona de lago, los pilotes que trabajan por punta deben soportar, además de la carga propia del edificio y del peso propio del pilote, la carga adicional debida a la fricción que se genera entre el pilote, que esta fijo, y el suelo circundante, que se esta asentando (hundiendo). Lo anterior se traduce en que un pilote trabajando por punta tiene una capacidad de carga efectiva muy pequeña cuando se descuenta la capacidad necesaria para resistir la fricción que genera el terreno.

Por su parte, los pilotes que trabajan por fricción, al irse hundiendo junto con el terreno circundante, su capacidad de carga efectiva es la debida a la fricción generada entre sus paredes y el terreno circundante, más la pequeña colaboración por punta que se logra, de tal manera que su aplicación en este caso es más efectiva en términos económicos.

De acuerdo con lo anterior, para lograr renivelar el edificio y reforzar la cimentación que estará sujeta a nuevas solicitaciones debidas a la adición de peso en la superestructura cuando se refuerce, resulta necesario el hincado de pilotes que trabajarán por fricción y la reestructuración del cajón de

cimentación actual. Parte de los pilotes quedarán destinados a lograr la futura renivelación del edificio cuando sea necesario.

La ejecución de los trabajos de reforzamiento de la cimentación tendrán un grado de dificultad alto pues será necesario trabajar dentro del edificio, requiriéndose para ello demoler algunas losas y manejar segmentos de pilotes de 2 metros de longitud cuando más, ir hincando cada segmento y uniendo el siguiente. El hincado se complicará todavía más pues en algunos tramos la baja resistencia del terreno permite el hundimiento por peso propio del pilote por lo que habrá que ir deteniendo el elemento con un malacate.

Antes del hincado de cada pilote se hará una perforación previa a fin de facilitar su instalación. El hincado tendrá que hacerse por empuje de contramarcos que se apoyen en la estructura existente. Los pilotes serán de concreto reforzado con una capacidad de carga cada uno.

Una vez colocados los pilotes deberá iniciarse el reforzamiento del cajón de cimentación y ligarse con los pilotes, posteriormente deberá renivelarse el edificio y finalmente ligarse y rigidizarse toda la cimentación.

El reforzamiento de la superestructura se logrará realizando ampliaciones en las secciones de las trabes y columnas, esto es añadiendo la sección estructural necesaria para garantizar la estabilidad del edificio bajo las pautas que indica el Reglamento de Construcciones del D.F, vigente. Se ha estimado que las columnas y trabes deberán contar con una sección que soporte las cargas existentes y las adicionales.

Lo anterior se logrará envolviendo todos los elementos estructurales con concreto armado y aprovechando la estructura actual como soporte de la cimbra y las columnas y trabes actuales trabajando estructuralmente únicamente como núcleo de compresión.

Previo a estos trabajos será necesario la remoción de todas las instalaciones y acabados del edificio, incluyendo la fachada que por razones arquitectónicas deberá conservarse. Tanto la fachada como los acabados e instalaciones que puedan ser reutilizados deberán ser desmantelados e inventariarse cuidadosamente para su posterior reinstalación.

La estructura para poder brindar seguridad a los usuarios y pasar con las normas que estipula el Reglamento, es necesario brindarle una rigidez mayor,

esto se lograra adicionando muros de concreto armado bien localizados para evitar un efecto de torsión cuando las licitaciones de sismo se presenten esto se logrará poniendo los muros en forma simétrica.

Conforme se vio en las calas realizadas en las losas de entrepiso, se pudo constatar cosas muy importantes, las losas existentes presentan un espesor efectivo de trabajo muy escaso por lo cual algunas presentan una flecha, la separación del acero es muy inferior a las condiciones que exige el Reglamento, algunas losas presentan grietas diagonales a 45°, por lo cual algunas tienen que ser demolidas y sustituidas. Con la nueva reestructuración del inmueble y al brindarle una nueva rigidización será necesario también reforzar las losas, esto se lograra incrementando el espesor y agregando el acero necesario.

## PROPUESTA DE DEMOLICION.

Alternativamente al reforzamiento del edificio existente puede plantearse su demolición y la edificación de una construcción nueva, en el mismo lugar y con las mismas funciones. Con objeto de evaluar esta posibilidad y compararla contra el reforzamiento, se hizo la propuesta para estimar los costos correspondientes.

La primera actividad a desarrollar para una construcción nueva será hacer el proyecto de demolición, demoler el edificio actual y acarrear todos los desperdicios para su disposición final. Parcialmente podrán reutilizarse algunas instalaciones y acabados que deberán ser desmantelados, inventariados y almacenados; la fachada en su totalidad deberá desmantelarse e inventariarse para después volverla a colocar.

Para la cimentación de un edificio nuevo se plantearon dos posibilidades: utilizar un sistema a base de un cajón único desplantado a la profundidad requerida según el Reglamento y las condiciones del suelo, apoyado sobre pilotes de fricción o utilizar una cimentación consistente en tres cajones independientes.

La segunda opción, desde el punto de vista de comportamiento de la cimentación, tiene ventajas, pues los asentamientos diferenciales que podría esperarse son muy inferiores a los de la otra solución, sin embargo tiene el inconveniente de que habría que dividir el edificio en tres módulos para que

cada uno de ellos trabaje de forma independiente, esto requiere una mayor inversión en la superestructura pues para lograr la independencia estructural de cada módulo habría que contar con elementos estructurales independientes en la unión entre cada cuerpo del edificio y finalmente requeriría de una adecuación arquitectónica para hacer compatibles las funciones del edificio con la nueva estructura.

Para fines de comparación, se seleccionó la primera de las propuestas, esto es conservar el edificio como un cuerpo único logrando su cimentación con un cajón y pilotes de fricción.

La superestructura tendrá la misma distribución geométrica que el edificio actual pero proporcionándole las secciones estructurales adecuadas a la reglamentación vigente.

El anteproyecto del edificio nuevo tendrá que ser revisado para que cumpla con las condiciones normales de operación y con las cargas accidentales según se exige en el multicitado Reglamento.

#### PROPUESTA DE RENIVELACION.

De acuerdo con los movimientos diferenciales presentes en el inmueble, y considerando que esto son debidos principalmente por una parte a los efectos de las emersiones provocadas en la Av. Balderas por el cajón del Metro, así como por los movimientos diferenciales en la estructura por carga vertical, por las excentricidades en la misma edificación, se recomienda renivelar la edificación mediante la inducción de asentamientos verticales provocados por el efecto del abatimiento del nivel freático mediante un sistema de bombeo por gravedad. Antes de ejecutar el sistema de bombeo, se deberá llevar a cabo el reforzamiento estructural de las contratraves del cajón de cimentación, colocándose un lastre a base de arena húmeda para concreto con peso volumétrico de 1,500 kg/ m<sup>3</sup> en las celdas de cimentación ubicadas entre los Ejes "A" a "C", sólo en el Eje "D" no se colocará. Dicho lastre de arena húmeda, se colocara en costales o directamente sobre el cajón. Se deberán diseñar accesos al cajón de cimentación desde el nivel de Planta Baja.

Para tal efecto se propone un sistema de bombeo tipo eyector dentro del interior de las instalaciones de la edificación.

El sistema de bombeo constará de 4 líneas de bombeo paralelas a la Av. Balderas. En cada línea los pozos tendrán una separación entre sí de 6 m en ambos sentidos.

La primera línea tendrá una separación de 1.50 m y de 3.00 m con respecto a la colindancia "Este" del edificio. Esta línea queda a una separación de aproximadamente 10 m del muro perimetral del cajón del metro que circula sobre la Av. Balderas, y de 8.50 m sobre el andén de la Estación del Metro Juárez, por lo cual no tendrá efecto sobre la colindancia del muro perimetral del Metro.

Se hace notar que por la cercanía de la estación del Metro y el andén del mismo se marcarán pantallas impermeables, las cuales se construirán a lo largo de la Av. Balderas en una longitud de 55 m y sobre la calle de Artículo 123 en una longitud de 22 m, las cuales se construirán sobre la banqueta colindante o sobre la colindancia de la banqueta con la Av. Balderas y la calle de Artículo 123 para cada caso, y de acuerdo con los permisos autorizados por las autoridades correspondientes.

Para la construcción de las pantallas impermeables se realizarán perforaciones con diámetro de 25 cm, con broca de aletas hasta una profundidad de 21 m. Las perforaciones se realizarán dos sucesivas y alternadas, una vez alcanzada la profundidad de perforación se inyectará a presión una mezcla de lodo bentonítico adicionado con un 5% de cemento en peso. La mezcla de lodo bentonítico será de 70 grs/lit por cada litro de agua, el tubo de inyección se irá subiendo conforme se vaya inyectando.

Por lo que respecta a las perforaciones de los pozos de bombeo serán de 25 cm de diámetro como mínimo. Las perforaciones se llevarán a cabo con máquina rotatoria, con inyección de agua. El nivel de brocal de los pozos será al nivel de Planta Baja.

La profundidad de cada línea será la siguiente:

No. LINEA	PROF. (m)
1	19.50
2	12.50
3	7.50
4	7.50

La profundidad es referida al nivel interior actual de la Planta Baja de la edificación.

Una vez alcanzada la profundidad, se lavará el pozo hasta comprobar que el agua de retorno salga limpia.

En la perforación terminada, se colocará un ademe ranurado, formado por un tubo de PVC de 10 cm de diámetro interior, con ranuras de 1mm espaciadas 10 mm entre sí. El tubo se ranurará a partir de una profundidad de 3m.

El espacio entre el ademe y la pared del pozo se rellenará uniformemente con gravillas de tamaños variables entre 5 y 10 mm en toda la longitud del pozo.

Dentro de cada pozo se instalará la punta del eyector a 0.50 m por arriba del fondo de la perforación, sobre una cama filtrante.

El bombeo se realizará en forma continua durante las 24 hrs.

El agua extraída se verterá a un tanque de sedimentación, y de ahí se inyectará más adelante.

Conjuntamente con estos pozos de bombeo se implementarán 6 piezómetros abiertos tipo "Casagrande", en el área de la edificación a una profundidad de 20 m y 13 m. Los piezómetros a una profundidad de 20 m se distribuirán en los espacios intermedios de los pozos de bombeo de la línea No 1; a una profundidad de 13 m se ubicarán entre la línea 2 y 3 de bombeo. Además, se implementarán 5 tubos de observación, a una profundidad de 8 m. Se recomienda instalar dos piezómetros abiertos en la banqueta colindante a Av. Balderas.

Los asentamientos verticales estimados por el sistema de bombeo se determinaron mediante la siguiente expresión:

$$\delta_b = mv \gamma_w h_a B F_f U_t$$

en donde:

$\delta_b$  – Asentamiento por bombeo en cm



mv – Módulo de compresibilidad volumétrica, con valor de 0.8 cm<sup>2</sup>/kg

$\gamma_w$  ha – Pérdida de presión por el abatimiento piezométrico, con valores de 1.7 kg/cm<sup>2</sup>, 1.0 kg/cm<sup>2</sup>, y 0.5 kg/cm<sup>2</sup>, para las profundidades de 19.50 m, 12.50 m y 7.50 m.

B – Ancho de la franja de bombeo, igual a 30 cm.

Ff – Factor de forma con un valor de 2

Ut – Grado de consolidación alcanzado en el tiempo de bombeo, cuyo valor de 0.25 a 0.32.

A partir de las profundidades propuestas de las puntas eectoras, se estimarán asentamientos de:

No. LINEA	ASENTAMIENTO ESTIMADO (cm)
1	23
2	14
3	7
4	7

Se considera un tiempo de bombeo en las dos primeras líneas de 300 a 350 días, y en las otras dos de 200 a 250 días. Este tiempo es aproximado, y se verificará en campo, de acuerdo a las mediciones reales que se efectúen.

Con estos asentamientos provocados en la edificación, se tendrán una relación de asentamiento diferencial menor a 0.004, que es la permisible.

Para constatar la magnitud de las deformaciones inducidas al subsuelo, así como las posibles afectaciones en banquetas, se deberán el colocar los siguientes dispositivos de observación y medición.

Instalar en el área de la banqueta un Banco de Nivel a una Profundidad de 40 m, y otro Banco de Nivel profundo a 30 m. De preferencia en la colindancia SW.

Localizar un Banco de Nivel de mayor profundidad en la zona para la referencia de dichos bancos de nivel.

Instalar 3 Bancos de Nivel superficial, en las colindancias no afectadas por el bombeo.

Puntos de referencia para medición de movimientos en edificaciones colindantes, postes, y en los muros del cajón del metro.

Instalaciones de puntos de referencia para nivelaciones en columnas, losas y muros de la edificación. Estas referencias se deberán de cuidar y no maltratarse durante los trabajos de reconstrucción.

Las nivelaciones se realizarán con una periodicidad de 3 días, y se llevarán gráficas de asentamiento vs tiempo. Cada semana se deberá hacer un reporte de dichas nivelaciones.

Conforme se logre la renivelación del edificio, se ira suspendiendo el bombeo. Terminado el bombeo se sellarán las perforaciones realizadas para el sistema de bombeo.

## PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

El procedimiento constructivo para llevar a cabo la correcta ejecución del reforzamiento del edificio propiedad del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), ubicado en la calle Balderas #71, Centro Histórico, en la Ciudad de México, constará de las siguientes etapas:

1era. Etapa.- Renivelación de la estructura.

2da. Etapa.- Comprenderá el refuerzo de la cimentación, abarcando los siguientes puntos:

- I. Demolición de nivel de mezzanine y losa de piso existente.
- II. Refuerzo con concreto a las contratrabes existentes, mediante el encamisado.
- III. Adición de contratrabes nuevas.
- IV. Construcción de dados nuevos para encamisado de columnas y muros adicionales.
- V. Construcción de cisternas nuevas.

3era. Etapa.- Comprenderá el encamisado con concreto de las columnas y trabes principales y secundarias, adición de trabes nuevas y muros de rigidez también de concreto.

4ta. Etapa.- Comprenderá la construcción del nuevo cubo de elevadores y cuarto de máquinas.

## PRIMERA ETAPA DE REFUERZO

Propuesta de renivelación antes mencionada.

## SEGUNDA ETAPA DE REFUERZO

Comprende el reforzamiento de todas las contratrabes existentes, además de la adición de contratrabes nuevas, se incluye en esta etapa el reforzamiento de los dados existentes para el acero de refuerzo del encamisado de columnas y la reposición de la losa de piso, esta etapa se efectuará mediante los siguientes pasos.

Paso 1.- Se realizarán las demoliciones necesarias con la secuencia siguiente:

- a) Se procederá a la demolición de la losa de mezzanine, teniendo cuidado de no dañar el acero de refuerzo existente de las columnas.
- b) Se demolerá la losa de piso existente, para lo cual se deberá utilizar herramienta manual, teniendo mayor cuidado con las zonas del perímetro del edificio. La secuencia de zonas a demoler serán las que indique en el paso 2.
- c) Se procederá al desalojo del material de relleno existente entre losa de piso y de cimentación.

Paso 2.- Se procederá al refuerzo de las contratrabes existentes comenzando con las crujías entre los ejes 1-2/A-D, dentro de éstas crujías se atacarán primeramente las dos perimetrales, 1-2/A-B Y 1-2/C-D y posteriormente la crujía interior 1-2/B-C, siguiendo el método que a continuación se presenta:

- a) Se realizará la escarificación de los elementos existentes, losa y contratrabes.
- b) Se realizarán los barrenos necesarios para la colocación de los conectores donde podrán variar las distancias entre conectores +/- 5 cm.
- c) Colocación de conectores.
- d) Relleno de barrenos.
- e) Cortado y doblado de acero de refuerzo para el encamisado.
- f) Habilitación del acero de refuerzo del encamisado.
- g) Colocación de cimbra.

- h) Humedecimiento con agua de los elementos en contacto de la zona a colar.
- i) Vaciado del concreto.
- j) Construcción de losa de piso, para lo cual se repetirán los puntos E al I. En este punto se deberán dejar los preparativos (acero de refuerzo de castillos) para la construcción de los muros.

Paralelamente se construirán los dados nuevos para el encamisado de columnas, del acero de refuerzo de columnas, se deberá respetar el anclaje, el método a seguir será el señalado para el refuerzo de contratrabes.

Durante este paso se construirán las contratrabes adicionales siguiendo el mismo método que para el refuerzo de contratrabes existentes.

Simultáneamente se podrá atacar con otro frente las contratrabes de las crujías entre los ejes 9-10/A-D.

Paso 3.- Habiendo realizado la construcción del refuerzo de los elementos ubicados en las crujías del paso 2, se realizará el mismo procedimiento pero ahora atacando simultáneamente las crujías entre los ejes 2-2/A-D Y 8-9/A-D.

Paso 4.- Después de realizar la construcción del refuerzo de los elementos ubicados en las crujías del paso 3, se realizará el mismo procedimiento pero ahora atacando simultáneamente las crujías entre los ejes 3-4/A-D Y 7-8/AD. Se incluye en este paso la construcción de la cisterna en la crujía 7-8/C-D.

Paso 5.- Como continuación del refuerzo de los elementos ubicados en las crujías del paso 4, se realizará el mismo procedimiento pero ahora atacando simultáneamente las crujías entre los ejes 4-5/A-D y 6-7/A-D. Se incluirá en este paso la construcción de la cisterna en la crujía 6-7/C-D.

Paso 6.- Habiendo realizado la construcción del refuerzo de los elementos ubicados en las crujías del paso 5, se realizará el mismo procedimiento pero ahora atacando las crujías entre los ejes 5-6/A-D. Se incluirá en este paso la construcción de la cisterna en la crujía 5-6/C-D.

### TERCERA ETAPA DE REFUERZO.

Comprende el reforzamiento de todas las columnas y trabes principales existentes mediante el encamisado con concreto reforzado, y de algunas

secundarias, además de la adición de traveses nuevas y muros de rigidez adicionales; para la realización de esta etapa se seguirán los siguientes pasos:

Paso 1.- Se formará un frente de ataque para el refuerzo de los elementos estructurales de las crujeas que se incluyan entre los ejes 1-2/A-D, para lo cual se seguirá el siguiente método:

- a) Se escarificarán las columnas y traveses que se incluyan en los ejes mencionados.
- b) Antes de demoler cualquier elemento se consultará con la supervisión para la colocación si es necesario de apuntalamiento.
- c) Se demolerán las partes de los elementos estructurales, como losa y traveses que se requieran para realizar el colado del encamisado, (ventana de colado).
- d) Habilitación del acero de refuerzo.
- e) Se colocará la cimbra necesaria para el colado del refuerzo de los elementos estructurales.
- f) Humedecimiento de la zona a colar.
- g) Vaciado del concreto para encamisado.

Se construirán simultáneamente los muros de concreto adicionales, para los cuales se seguirá el mismo método antes mencionado para el refuerzo de columnas y traveses.

En este paso se construirán las traveses adicionales que se requieran en las crujeas siguiendo el mismo método que para el encamisado de las existentes.

Para las crujeas entre los ejes 1-5/C-D se construirán los muros que soportarán las ramas de zona de auditorio y después se colocará el relleno, para finalmente construir la losa de piso. Esto se realizará después de construido el refuerzo de los elementos estructurales.

Simultáneamente se podrá atacar con otro frente de las columnas y traveses de las crujeas entre los ejes 9-10/A-D.

Paso 2.- Habiendo realizado la construcción del refuerzo de los elementos ubicados en las crujeas del paso 1, se realizará el mismo procedimiento pero ahora atacando simultáneamente las crujeas entre los ejes 2-3/A-D Y 8-9/AD.

Paso 3.- Después de realizar la construcción del refuerzo de los elementos ubicados en las crujías del paso 2, se realizarán el mismo procedimiento pero ahora atacando simultáneamente las crujías entre los ejes 3-4/A-D Y 7-8/AD.

Paso 4.- Como continuación del refuerzo de los elementos ubicados en las crujías del paso 3, se realizará el mismo procedimiento pero ahora atacando simultáneamente las crujías entre los ejes 4-5/A-D Y 6-7/A-D.

Paso 5.- Habiendo realizado la construcción del refuerzo de los elementos ubicados en las crujías del paso 4, se realizará el mismo procedimiento pero ahora en las crujías entre los ejes 5-6/A-D.

#### CUARTA ETAPA DE REFUERZO.

Comprende la construcción del cuarto de máquinas nuevo; para la realización de esta etapa se seguirán los siguientes pasos:

- a) Se demolerán los cuartos de máquinas existentes, realizándose esto mediante herramienta manual.
- b) Se deberá tener cuidado en el movimiento del material producto de demolición, para lo cual se podrán utilizar los huecos de losa existentes.
- c) Se procederá a la construcción del cuarto de máquinas.
- d) Se deberá tomar en cuenta los elevadores para los requerimientos estructurales.

#### INSTALACIONES

Para lograr que un edificio tenga funcionamiento eficiente, es necesario establecer tres parámetros fundamentales, el primero es la seguridad, la cual se obtiene de la estructura que soporta a la edificación, el segundo es la apariencia, misma que se logra a través de los acabados, y el tercero y último es la funcionalidad del mismo, proporcionada por las instalaciones de las cuales estará equipado el inmueble.

En función al destino que se le dará el inmueble, se presentará la necesidad de proporcionar las instalaciones que lo hagan funcionar adecuadamente, lo que nos conducirá a prever la integración de instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas, aire acondicionado, gas, alumbrado, intercomunicación, seguridad y contra incendio.

Para efectos de solucionar la necesidad de llevar el inmueble a un uso funcional, me resumiré a describir las instalaciones que proporcionarán una funcionalidad adecuada a las áreas del nuevo uso, ya que las instalaciones existentes, además de encontrarse en total deterioro quedarían obsoletas para los fines planteados anteriormente.

### Instalación hidráulica

“Una instalación hidráulica es la prolongación dentro del edificio de la red municipal de distribución de agua potable.”

También se define: como el conjunto de tuberías, accesorios y equipos que tiene la finalidad de suministrar agua fría, caliente y vapor, a los muebles sanitarios de una edificación.

Para llevar a cabo la instalación hidráulica del inmueble, es necesario cumplir con las disposiciones señaladas en el Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios, particularmente en los siguientes capítulos:

Capítulo Cuarto.- De la provisión de agua.

La provisión de agua potable en cantidad y presión deberán de ser suficientes para satisfacer las necesidades requeridas.

La dotación continua deberá ser durante las 24 hrs. del día.

El servicio de agua será exclusivo del inmueble.

Características constructivas de las cisternas.

Características de los materiales de las piezas que integran la red de distribución.

Dotación de válvulas en la entrada y salida de abastecimiento para aislar el servicio en casos de reparaciones en la red distribuidora.

Capítulo Quinto.- De los excusados, mingitorios, fregaderos, vertederos e instalaciones sanitarias en general.

La cantidad de muebles será proporcional al número de usuarios.

Características de los muebles a utilizar.

Para el diseño de la instalación hidráulica del edificio, se realizará de acuerdo a las necesidades que el proyecto arquitectónico requiera.

El suministro de agua potable se realizará a partir de una toma hidráulica con medidor de gasto, el cual se instalará en el interior del edificio, contando con tuercas unión para su acoplamiento y seguido de una válvula de compuerta para cortar el servicio del 100%.

Una vez que se habilita la toma domiciliaria, se deberá contar con un depósito interior que almacene el agua, el cual estará conformado por una cisterna que proporcione la cantidad de agua demandada por el sistema que abastecerá a la red interior del inmueble.

Para satisfacer las demandas originadas por la red, se deberá determinar el volumen de agua que cumpla con las necesidades del inmueble, el cual estará dado por el volumen de reserva contra incendio mas 1.5 veces el volumen de uso de agua potable

En el diseño de la cisterna se deberán incluir dos registros de 60 x 60 cm. como mínimo. En el primero se instalará la descarga de la toma que contará con válvula de compuerta y válvula de flotador; el segundo registro dará acceso a los cabezales de succión; los cuales serán:

El primero y más bajo será para dar servicio a la red contra incendio, que tendrá acceso a su reversa sin que pueda ser tocada por el segundo cabezal que será para el uso exclusivo de agua potable.

El total del almacenamiento estará compartido, de tal manera que la reserva contra incendio será renovable por el continuo uso del agua potable, garantizando la reserva de la misma.

Para garantizar la sanidad del sistema, la cisterna no deberá tener contacto con el sol, y tendrá ventilación con presión atmosférica por medio de cornamusas protegidas de la entrada de agentes extraños.

El sistema de abastecimiento a la red hidráulica de agua potable, será por presión continua provocada por un sistema de tanques hidroneumáticos



programados, debido a que el edificio cuenta con una carga disponible menor a 10 m y un suministro no continuo durante las 24 hrs. del día.

El equipo hidroneumático se compone de un tanque de presión, conocido como tanque autoclave, el cual contiene en su interior un colchón de aire que funciona como pistón neumático, donde la capacidad compresible del aire proporciona una presión constante a toda la red.

El cabezal de distribución es alimentado por las bombas, y esta conectado de un extremo al tanque de presión que opera como compensador del gasto, y del otro a la red creando el abasto.

Las bombas operan con el mando de un control que detecta las caídas de presión en la red; si la demanda del gasto es baja, el tanque de presión suministrará el fluido necesario para el uso demandado, cuando se han operado varios muebles y el tanque no alcanza a reponer el gasto de la red, entra en función la bomba 1, y si el gasto demandado supera el aportado por la bomba 1, se detecta una caída de presión progresiva en la línea, lo cual hace que el sistema ponga en operación la bomba 2. Ambas bombas trabajarán simultáneamente hasta que la caída se detenga; cuando los muebles sanitarios disminuyan su factor de simultaneidad y operen mas distantes en tiempo entre sí, se irá restableciendo la presión hasta parar la bomba 1, que inicio el ciclo, la bomba 2 quedará funcionando hasta restablecer totalmente la presión en el tanque y en la línea; hasta que esta condición se cumpla se parará la bomba 2.

Para determinar el volumen de agua en el tanque, que satisfaga la demanda solicitada por la red hidráulica, se utiliza la fórmula para calcular el volumen del tanque en función a la demanda máxima pico.

Para lograr la comunicación entre el sistema de abastecimiento y los muebles sanitarios, es necesario establecer una red hidráulica que sea funcional y que abarque todas las áreas que requieran el servicio de abastecimiento de agua potable.

La red hidráulica dará inicio en el cabezal de alimentación del tanque, el cual descarga en la línea de distribución, formando un anillo cerrado en la planta baja del edificio, con el objeto de crear una presión igual en todos los puntos del anillo; de ésta se desprenden columnas verticales que alimentan a cada núcleo sanitario independientemente y cada piso donde es demandado el servicio de agua potable.

Los núcleos sanitarios al ser alimentados, contarán con una válvula compuerta en un cuadro de seccionamiento para cortar el servicio al 100% independientemente; el diámetro de la tubería de alimentación estará calculado para dar el gasto simultáneo máximo probable a los muebles que componen los diversos núcleos.

Cada mueble estará alimentado desde el ramal de distribución interior, el cual va variando de diámetro según se vayan derivando alimentaciones a los muebles, dichos diámetros estarán calculados en función de la presión de operación, capacidad instalada y simultaneidad de muebles en base a gastos máximos instantáneos.

El gasto máximo instantáneo es aquel caudal demandado en cualquier sección de una instalación en cualquier momento del día. Para el cálculo de dicho gasto existen diversos métodos, entre los que encontramos el método de Kessler, el método alemán de la raíz cuadrada, el método probabilístico y el método de Hunter.

El método de Roy L. Hunter, se considera que opera satisfactoriamente si está diseñado de tal manera que suministre adecuadamente la demanda simultánea para un número "m" de los "n" muebles que integran el sistema, de manera que los "m" muebles no se encontrarán en operación simultánea en más del 1%. Este método consiste en obtener el gasto máximo instantáneo a partir de acumular gastos teóricos, procedentes de la equivalencia de los muebles sanitarios en unidades de gasto, conocidas también como "unidad mueble".

A partir del gasto obtenido, se determina el diámetro teórico que requerirá el punto de análisis.

### Instalación Sanitaria

El objeto de suministrar al edificio una instalación sanitaria, radica en la necesidad de que las aguas servidas desaparezcan de este antes de herir los sentidos o provocar daños a la salud.

Para realizar la instalación sanitaria del edificio, se debe de vigilar el cumplimiento con las disposiciones del Capítulo VI (De las instalaciones de albañales, conductos de desagüe y plantas de tratamiento de aguas negras) del Reglamento de Ingeniería Sanitaria Relativo a Edificios.

De acuerdo a las características originales de los recorridos de agua servida o pluvial, es necesario realizar por separado por una instalación de aguas negras y una de aguas pluviales.

Para la instalación sanitaria de aguas negras, se parte del análisis del ramaleo, el cual consiste en la tubería que une a los muebles y coladeras con los céspedes. La tubería instalada deberá ser de un material resistente, tales como el fierro fundido, galvanizado o de PVC.

Los diámetros de la tubería de descarga de los diversos muebles sanitarios, deberán corresponder a los siguientes valores estandarizados:

Para excusados de fluxómetro	100 mm
Para excusados de caja	100 mm
Para mingitorios	50 mm
Para vertederos	50 mm
Para coladeras interiores	50 mm
Para lavabos	50 mm

Estos diámetros son calculados con el gasto que se produce en cada uno de los muebles y tomando en cuenta el uso consecutivo que estos tienen.

Para evitar succionamientos, taponamientos y acumulación de gases en la red, será necesario de acuerdo a lo indicado en el RCDF, colocar un tubo de ventilación encima de cada descarga de agua residual, teniendo un diámetro que oscile entre los 5 y 10 cm, y con una longitud tal que el nivel de su extremo superior esté 1.50 m por encima del nivel de la azotea.

Cada núcleo sanitario será entroncado en su interior con la conexión de todos los muebles, utilizando una pendiente mínima en función del diámetro y las unidades de descarga.

El diámetro del colector de cada núcleo sanitario, será producto del gasto máximo probable de descarga por la simultaneidad de los muebles conectados

Cada colector descargará a las bajantes de aguas negras, las cuales se recomiendan que sean de fierro fundido y de un diámetro mínimo de 100 mm, así mismo, las bajantes descargarán a los registros los cuales serán colocados a una distancia no mayor de 10 m medidos de centro a centro, y de dimensiones mínimas de 40 x 60 cm para profundidades de hasta 1m.

La tubería que conectará a los registros ubicados en la Planta Baja del inmueble, deberán ser de albañal de concreto simple utilizando una pendiente mínima del 2% y un diámetro para el albañal de 20 cm mínimo.

Para el caso de la instalación de aguas pluviales, estas serán captadas por la losa de azotea del edificio, descargando a las bajadas pluviales mediante escurrimiento superficial canalizado a través de áreas tributarias de captación.

Para determinar el gasto de las aguas pluviales se debe calcular en función del coeficiente de escurrimiento, la intensidad de lluvia y el área tributaria.

Las bajantes pluviales deberán ser de fierro fundido con rejillas que impidan el acceso de objetos extraños provocando taponamientos e inundaciones en las azoteas.

Cada bajante será recibida en un registro pluvial donde se inicia a la recolección horizontal en una red de tubería de albañal de concreto simple.

El diámetro del albañal se calculará tomando en cuenta que el gasto para el tramo en análisis, será el correspondiente al acumulado de la aportación de cada una de las bajantes en dicho tramo.

Las aguas pluviales serán vertidas a una cisterna para su posterior reutilización, las excedentes serán vertidas al alcantarillado municipal.

### Instalación Eléctrica

De acuerdo a las características que solicita el nuevo uso del inmueble, la instalación eléctrica deberá ser totalmente nueva y proyectada para los fines de específicos de cada espacio.

El servicio de suministro de electricidad se inicia con la acometida eléctrica proporcionada por la Compañía de Luz, seguida de un medidor para poder registrar el consumo de electricidad que se haga en el edificio.

El servicio se proporcionará en baja tensión y del tipo trifásico hacia cuatro circuitos de alimentación, debido a que se optimiza el diámetro en las canalizaciones y el cobre al no recorrer grandes distancias, así como para facilitar su control y mantenimiento.

Los circuitos de alimentación normal serán recibidos en un cuarto donde también llegarán los circuitos provenientes de la planta de emergencia.

Cada circuito de entrada, conducirá la energía eléctrica desde los medidores hasta los interruptores termomagnéticos, y de estos a tableros generales de distribución normal. Las líneas de emergencia llegaran a un tablero de transferencia y de este al tablero general de distribución.

De cada tablero de distribución se derivan los alimentadores generales a cada piso, ya sean normales o de emergencia.

Los alimentadores generales por piso alimentarán a centros de distribución con usos específicos, estos son: iluminación normal, iluminación de emergencia, contactos y circuitos especiales.

Los alimentadores deberán diseñarse para permitir el paso de la carga total instalada.

Los centros de distribución constarán de un sistema de interruptor generalmente de cuchillas y fusibles que protegen a la red de sobrecargas y cortos circuitos.

De cada centro de distribución, dependiendo del uso específico de cada uno, se suministrará la energía a los servicios solicitados por los usuarios del edificio.

De los centros de distribución de uso específico se derivan los circuitos de fuerza mayor, de fuerza menor y de alumbrado, los cuales alimentan a los siguientes servicios:

Circuitos derivados de fuerza mayor:

- Motores
- Equipos de cómputo
- Equipos de aire acondicionado.
- Contactos

Circuitos derivados de fuerza menor

- Equipos pequeños de laboratorio

Máquinas electrónicas  
Calentadores chicos

Circuitos derivados de alumbrado:

Alimentación al equipo de iluminación

En base a las diversas actividades a desarrollar, así como los estándares de las tablas de la Sociedad de Ingeniería en Iluminación se determinaron los siguientes niveles de iluminación requerida:

NIVELES DE ILUMINACION EN LUXES	AREAS
150	Cubículos de vigilancia
200	Bodegas de materiales diversos y salas de espera
300	Circulaciones interiores, áreas de limpieza, sanitarios, bóvedas y acervos.
500	Circulaciones de alta densidad peatonal.
800	Salas de biblioteca.
2000	Exhibidores del museo

Instalación de aire acondicionado.

En la actualidad, un sistema de aire acondicionado se considera como el conjunto de elementos que controlan los aspectos del aire, tales como humedad, temperatura y limpieza.

Particularmente, el acondicionamiento del aire para museos y bibliotecas, busca dos fines fundamentales, la necesidad de dar confort y ventilación a los usuarios, y la de proteger y conservar el material existente en forma de acervos, por lo que se considera de uso mixto.

Debido a la situación geográfica y a los vientos predominantes, la zona centro donde se ubica el edificio, se considera como zona de alta influencia de contaminación por la cercanía de las plantas industriales del norte de la ciudad, lo que expone a las colecciones a la acción destructora de una

atmósfera llena de contaminantes, por lo cual es necesario filtrar el aire, así como proporcionar una humedad y temperatura adecuada para conservar nuestro patrimonio histórico.

Las necesidades del inmueble en materia de aire acondicionado, radican en deshumectar el aire de los vapores dañinos, filtrarlo y humectarlo con agua limpia después de haberse enfriado de acuerdo a las condiciones externas que imperen en ese momento para ser inyectado a los diversos locales, así como cumplir con las características que los locales especiales de exhibición o de acervo requieran para otorgar un nivel de confort. Esto implica que el diseño para estas áreas sea resuelto con equipo independiente y sus controles operen por cuarto y no por zonas.

Para las zonas de servicio como son, bodegas, sanitarios, cuarto de limpieza y similares, se requerirá una extracción mecánica para evitar que el aire se estanque y provocar condensaciones de humedad.

Cada zona estará cubierta por una unidad manejadora de aire prevista con la capacidad de demanda máxima que solicite cada una.

Las capacidades de demanda máxima de cada zona estarán dadas por la suma de todas las cargas que en un momento colaboran a calentar una atmósfera que se pretende enfriar.

Para suministrar el aire a las diversas áreas requeridas, se partirá del análisis de la trayectoria de los ductos provenientes de las unidades manejadoras de aire.

En la planta alta correrán ductos por el exterior y se introducirán sobre muros divisorios de cada local, repartiendo a estos por rejillas de inyección.

En la planta de entresuelo llegarán ductos desde la azotea a través de la planta alta hasta llegar al entresuelo y distribuir desde rejillas de inyección en el muro.

En las zonas restantes, la distribución inicia desde la ubicación de las unidades manejadoras de aire en la azotea, de las cuales se deriva un ducto principal. Este ducto correrá por un ducto vertical para instalaciones hasta llegar a la planta baja, donde será conducido a través del plafón a cada área donde se requiera.

Todos los ductos de inyección serán rematados en rejillas de inyección de muro sin retorno. El aire de desecho de los locales será vaciado a las circulaciones, las cuales empujarán el aire por diferencial de presión hacia los locales con extracción, arrojándolo hasta la atmósfera.

La temperatura y humedad relativa requerida en cada una de las áreas del inmueble estará en función de las recomendadas para cada uso en especial.

Dadas las condiciones ambientales de la ciudad de México, de acuerdo a los registros del centro meteorológico de Observatorio (Tacubaya), la humedad relativa del aire es de 26%, y las temperaturas máximas de bulbo húmedo son 33° C y 17° C, respectivamente.

Para las condiciones de invierno, el frío de la ciudad de México es extremo 15 días al año, lo cual no justifica un diseño con equipo costoso para este fin.

Tabla de Temperatura y Humedad relativa requeridas.

AREA	TEMPERATURA ( °C)	HUMEDAD RELATIVA (%)
Oficinas	24	50
Museo	20-24	45-63
Areas de vigilancia	24	50
Biblioteca	18	45



CAPITULO V  
INGENIERIA  
DE  
CIMENTACIONES

## ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN ACTUAL

La cimentación es el conjunto formado por la subestructura la cual tiene por objeto recibir las cargas vivas, muertas y accidentales que bajan a ella a través de la estructura y trasmitirlas al suelo soportante.

Primero se tiene que hacer una clasificación de la cimentación para poder determinar las condiciones de análisis:

De acuerdo con su nivel de desplante:

Superficiales

Profundas

Según su distribución superficial:

Continuas

Aisladas

Según su proceso de construcción:

Construidas in situ

Prefabricadas

TIPO DE CIMENTACIONES	
SUPERFICIALES	ZAPATAS AISLADAS ZAPATAS CORRIDAS LOSAS DE CIMENTACIÓN
INTERMEDIAS	CAJONES DE CIMENTACION
PROFUNDAS	PILOTES DE PUNTA PILOTES DE FRICCIÓN PILOTES MIXTOS PILAS Y CILINDROS CAJONES PROFUNDOS

Por lo cual la cimentación del edificio es del tipo superficial a base de zapatas corridas.

Para el análisis de la cimentación debe conocerse los estados como son:

Estado límite de falla, es cualquier situación que corresponda al agotamiento de la capacidad de carga de la estructura o de cualquiera de sus componentes, incluyendo la cimentación, o al hecho de que ocurra daños irreversibles que afecten significativamente la resistencia ante nuevas aplicaciones de carga.

Estado límite de servicio, es la ocurrencia de desplazamientos, agrietamientos, vibraciones o daños que afecten el correcto funcionamiento de la edificación, pero que no perjudiquen su capacidad para soportar cargas.

## CONDICIONES DE ANÁLISIS

Toda estructura y cada una de sus partes deberán diseñarse para cumplir con los requisitos básicos siguientes:

I.- Tener seguridad adecuada contra la aparición de todo estado límite de falla posible ante las combinaciones de acciones más desfavorables que puedan presentarse durante su vida esperada.

II.- No rebasar ningún estado límite de servicio ante combinaciones de acciones que corresponden a condiciones normales de operación

En el reglamento de construcciones del D.F y sus Normas Técnicas Complementarias especifican que las cimentaciones deben revisarse ante estados de servicio y ante estados límite de falla para dos tipos de combinaciones de acciones, la primera corresponde a condiciones estáticas y la segunda, para condiciones sísmicas.

En un edificio construido sobre un suelo de tipo arcilloso y con alto contenido de humedad, como el lacustre de la ciudad de México, difícilmente se evita tener algún movimiento en su cimentación. Estos asentamientos pueden ser debidos a la poca capacidad de carga del suelo o a que existe insuficiencia en la dimensión de la superficie de contacto entre éste y su cimentación. También se da justo el efecto contrario, o sea de emersión debido a que su cimentación es profunda y está apoyada en un estrato resistente y sin movimiento, y que entre éste y la superficie del terreno existe una capa de arcilla compresible que sufre un proceso de consolidación.

Los movimientos de la cimentación superficial serán:

En arcillas máximas al centro de la estructura y mínimas en los extremos, ya que hay desplazamiento de material hacia las orilla, se genera un efecto que produce una forma similar a la forma de un plato.

Las elevaciones y asentamientos que sufren los edificios, principalmente cuando no son uniformes, generan esfuerzos adicionales en su estructura y en el de las vecinas cuando a ellas les llega a afectar el movimiento; además; frecuentemente hundimientos diferenciales como éstos no están previstos y ocasionan fallas locales que se manifiestan en forma de grietas en las superficies verticales y pandeos en las horizontales.

Los movimientos máximos tolerables no deben exceder de:

Asentamiento en edificios con construcciones colindantes 15 cm.

Asentamientos en edificios aislados 30 cm.

Emersión máxima en edificios piloteados 30 cm; se autoriza sólo si se consideraron los efectos que producirá.

Inclinación media aceptada en por ciento:  $\leq 100/(100+3h)$

Donde h = altura del edificio en metros.

Deformaciones diferenciales en la propia estructura y sus vecinas:

Marcos de acero: asentamiento diferencial/claro = 0.006

Marcos de concreto: asentamiento diferencial/claro = 0.004

Muros de block/tab.: asentamiento diferencial/claro = 0.002

Con acabado sensible: asentamiento diferencial/claro = 0.001

## ESTADOS LÍMITE DE FALLA Y CAPACIDAD DE CARGA.

Considerando que se trata de una cimentación somera sobre un suelo cohesivo, debe verificarse el cumplimiento de la siguiente desigualdad.

$$Q F_c / A < C_u N_c F_r + P_v.$$

donde:

Q = suma de las acciones a considerar para el caso que se analice, ton

Fc = factor de carga.

A = área del cimiento, m<sup>2</sup>

Cu = cohesión aparente (resistencia al corte), ton/m<sup>2</sup>

Fr = factor de resistencia .

Pv = presión vertical total en Df por peso propio del suelo, ton/m<sup>2</sup>

Nc = coeficiente de capacidad de carga dado por:

$Nc = 5.14 (1 + 0.25 \times Df / B + 0.25 \times B/L)$  para  $Df/B < 2$  y  $B/L < 1$  donde:

Df = profundidad de desplante, m

B = ancho de la cimentación, m

L = longitud de la cimentación, m

En caso de que Df/B Y B/L no cumplan las desigualdades anteriores, dichas relaciones se cosiderarán iguales a 2 y a 1 respectivamente.

Por lo que:

$Nc = 5.14 (1 + 0.25 \times 1.5/ 24.4 + 0.25 \times 24.4/62.7) = 5.72$

Por todo lo anterior, el primer miembro de la desigualdad dependerá de la combinación de cargas que corresponda al caso que se analice, pero el segundo, referente a la capacidad de carga, es válido para ambas, por lo que se presentan los parámetros:

Cu = 3.0 ton/ m<sup>2</sup>

Df = 1.5 m

$$Fr = 0.35$$

$$Cu Nc Fr + Pv = (3.0) (5.72) (0.35) + (1.7) (1.5) = 8.6 \text{ ton/m}^2$$

### CONDICIONES ESTATICAS.

Para esta condición deben considerarse las acciones permanentes más acciones variables, incluyendo la carga viva. Deberá considerarse la acción variable más desfavorable con su intensidad máxima y las restantes con su intensidad instantánea.

Por tanto, sustituyendo con los valores correspondientes a este caso con el reglamento y las normas técnicas complementarias, se tiene que:

$$Q \times Fc / A =$$

$$= (9,955) (1.5) / 1530 = 9.8 \text{ ton / m}^2 > 8.6 \text{ ton /m}^2$$

Por lo que no se cumple la desigualdad requerida para garantizar estabilidad ante estado límite de falla.

### CONDICIONES SISMICAS.

En este caso deben considerarse las acciones permanentes, más las acciones variables con su intensidad instantánea y la acción sísmica.

En este caso la descarga vertical de la estructura es de 9,497 ton, el momento por sismo de 23,290 ton-m, y el factor de carga de 1.1, por lo que:

$$Pu = (9,497) (1.1) = 10,447 \text{ ton}$$

$$Mu = (23,290) (1.1) = 25,619 \text{ ton-m}$$

Y el momento de Inercia es igual a:

$$Ic = ( 62.7 \times 24.43) / 12 = 75,902 \text{ m}^4$$

Pudiendo así calcularse las cargas máxima y mínima como:

$$q = (P_u / A) + (M_u \times Y_c / I_c) =$$

sustituyendo valores:

$$q = (10,447 / 1530) + (25,619) \times (24.4/2) / 75,902 =$$

$$q = 6.8 + 4.1 =$$

$$q_{\text{mín}} = 6.8 - 4.1 = 2.7 \text{ ton/ m}^2$$

$$q_{\text{máx}} = 6.8 + 4.1 = 10.9 \text{ ton / m}^2 > 8.6 \text{ ton / m}^2$$

Por lo que tampoco en este caso se cumple la desigualdad requerida para garantizar la estabilidad ante estado límite de falla.

## ESTADOS LÍMITE DE SERVICIOS Y ASENTAMIENTOS.

Los límites máximos permisibles de movimientos originados en la cimentación establecidos en el reglamento de construcción de D.F y sus Normas Técnicas Complementarias establecen los siguientes valores topes.

Hundimiento promedio de 15 cm para construcciones de colindancia y 30 cm para construcciones aisladas.

Conforme a los datos anteriores, las elevaciones relativas de las 4 esquinas son 0.0 cm (NE), - 18.6 cm(SE), -52 cm (SW) y -29.2 cm (NW), por lo que si se considera como hundimiento promedio a la media de las cotas mencionadas, éste resulta de 25.0 cm.

Inclinación Visible =  $100 / (100 + 3h) \%$  =  $100 / (100 + 3 \times 18.2) = 0.6 \%$   
donde:

( h = altura del edificio)

Conforme a los datos anteriores, los desplomes de la fachada posterior son de 21 cm (N), 27 cm (centro) y 26 (S), por lo que se considera como desplome promedio a la media de ellos, éste resulta de 24.7 cm, y como la altura es de 18.2 cm, la inclinación resulta de 1.4%.

Hundimiento diferencial en marcos de concreto  $< 0.004$

Conforme a los levantamientos se tomaran, las elevaciones relativas de los dos extremos del lado sur del primer nivel del edificio son  $-18.2$  cm y  $+17.7$  cm, por lo que es hundimiento diferencial resulta de:

$$dh = (17.7 + 18.2) / 2440 = 0.015$$

De lo anterior se concluye que el inmueble no satisface los requisitos de estado límite de servicio,

De acuerdo con las características que presenta el subsuelo del predio, se puede establecer que el problema de la subestructura no es de capacidad de carga, sino que es la deformación del subsuelo la que está originando los asentamientos porque el incremento de presión que deben soportar los estratos compresibles es fuerte.

La solución a este problema puede obtenerse reforzando la cimentación actual para hacerla más rígida y controlar los asentamientos diferenciales con pilotes de fricción.

La diferencia en los asentamientos puede deberse a que en las colindancias norte y oriente se encuentran las estructuras subterráneas del metro, que proporciona un mayor confinamiento al subsuelo que la colinda y modifica el flujo del agua que retrasa la deformación de la masa de suelo.

Esta condición no se presenta en las colindancias sur y poniente, donde se observa un proceso de consolidación más pronunciado, al no tener el subsuelo ninguna estructura subterránea que interfiera al flujo de agua necesario para que se lleve a cabo dicho proceso y el mencionado confinamiento que restringe los asentamientos de los estratos con los que están en contacto.

El reforzamiento que requiere la estructura, para que cumpla con el Reglamento de Construcciones Vigente.



# CAPITULO VI

## COSTO DE LA OBRA

## OBTENCIÓN DE LOS COSTOS APROXIMADOS DE LOS TRABAJOS DE RESTAURACIÓN

## OBTENCIÓN DE LOS COSTOS APROXIMADOS DE LOS TRABAJOS DE DEMOLICIÓN

Al terminar en su totalidad el proyecto constructivo se debe elaborar un presupuesto real que permita verificar si las suposiciones hechas en los estudios económicos están acordes con lo que en definitiva se va a ejecutar; en caso contrario hacer los cambios necesarios. El presupuesto anterior permitirá además revisar las propuestas económicas que se presenten para su construcción

Un presupuesto es la presentación ordenada y desglosada del costo de una obra. Se presenta relacionando y agrupando por áreas afines los diversos conceptos de obra que se llevarán a cabo; el conjunto forma el catalogo de conceptos.

El proceso para el calculo del presupuesto se inicia con el análisis del precio de cada uno de los conceptos, desglosándolos en materiales, mano de obra, equipo y herramienta, y algún otro cargo que forme parte de él. La cantidad obtenida es el costo directo que afectado del indirecto y la utilidad da el precio unitario del concepto. Después, al multiplicar cada uno de los conceptos por el número de unidades que tiene y por su precio unitario da el importe de él; la suma de todos los importes que integran una partida proporciona el monto de ésta. Sumando las partidas se tiene el importe total de la obra.

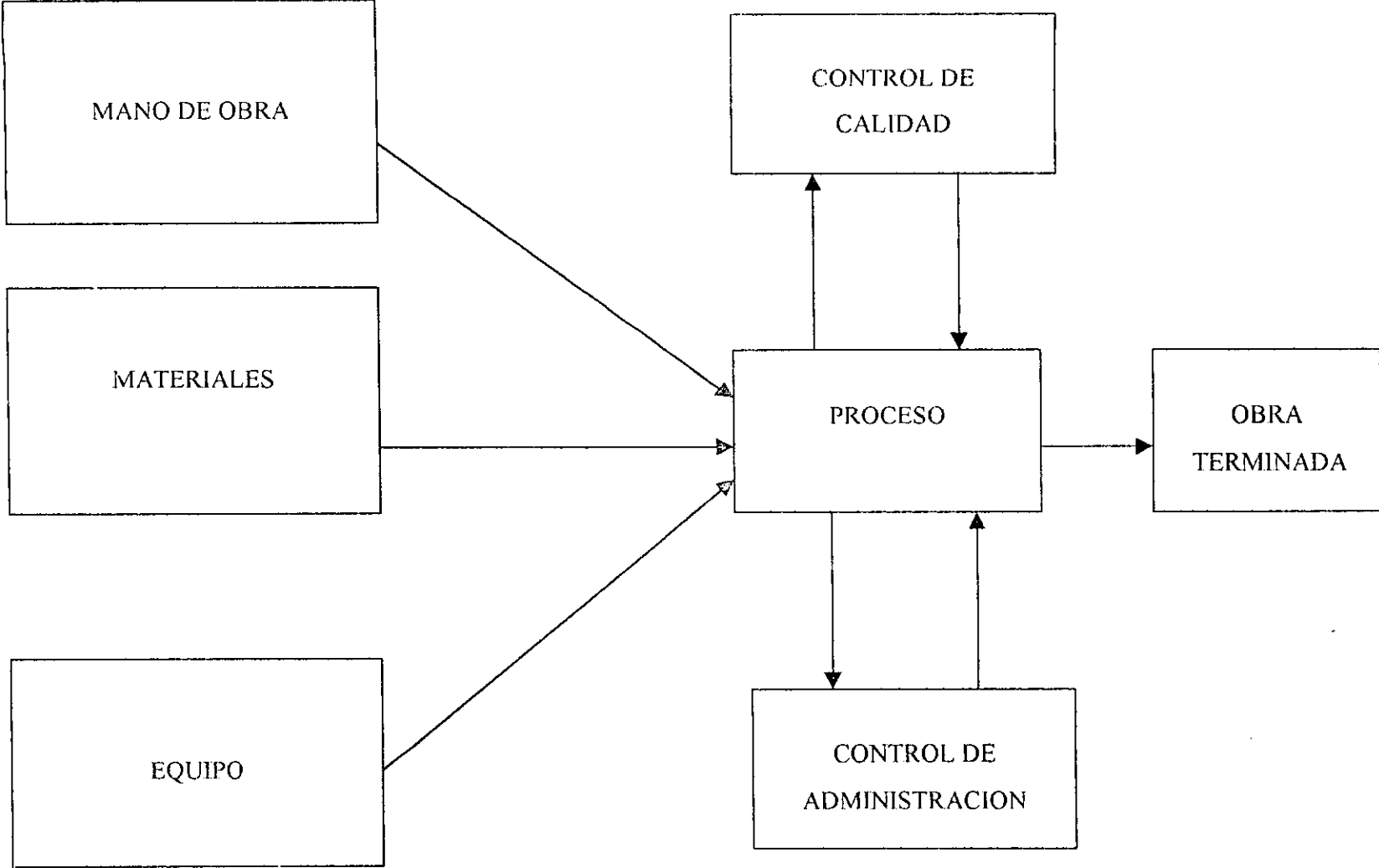
Para poder ejecutar una obra en el menor tiempo, con los costos más bajos, es necesario realizar una planeación minuciosa de todos los conceptos que constituyen una obra antes de que ésta de inicio, para lo cual, es importante contemplar todos los recursos que son indispensables para realizar y ejecutar apropiadamente el proyecto.

Asimismo, es necesario mantener un control de los costos de la obra, el cual se logra a través de una correcta cuantificación de los volúmenes a ejecutar, conjuntado la elaboración de los precios unitarios que soporten el importe que resulta para cada concepto.

Para la elaboración de los precios unitarios, es de vital importancia conocer las especificaciones del proyecto en su totalidad, ya que de esta, dependerá la integración de dicho precio.

Todas las obras deben garantizar que los recursos que se apliquen tengan una adecuada rentabilidad. Cuando son de beneficio social, en las que es más difícil la decisión, se complementará el estudio económico ponderando aspectos cualitativos como son el número de personas beneficiadas, o los trastornos que acarrea la carencia de la construcción, de manera que al compararla con otras se pueda jerarquizar la inversión elaborando un programa de acuerdo con la disponibilidad de fondos.

Toda obra para su realización han intervenido ciertos elementos, susceptibles de agruparse en tres grandes grupos: materiales, mano de obra y maquinaria.



Para lograr un mayor entendimiento sobre la teoría general para la obtención de los costos en la construcción de cualquier obra, definiré los principales conceptos:

Un concepto de Trabajo, es aquel conjunto de operaciones manuales y mecánicas que el contratista realiza durante la ejecución de la obra, de acuerdo a planos y especificaciones, los cuales se dividen convencionalmente con la finalidad principal de medición y pago, en donde debe de incluirse el suministro de los materiales correspondiente según sean las necesidades.

Unidad de obra, es la medición que se señala en las especificaciones, para poder cuantificar el concepto de trabajo.

Las especificaciones, son la parte más importante de un proyecto ya que en ellas se plasman los requerimientos para definir con precisión y claridad el alcance de un trabajo.

Generalmente consta de una descripción detallada del concepto, así como de una determinada calidad para los materiales requeridos, además de señalar el alcance de la ejecución del concepto, es decir una medición así como cargos adicionales que pueden generarse para determinar sus precios unitarios.

Precios Unitarios, como la remuneración o pago en moneda que el contratante cubre al contratista por unidad de obra y por concepto de trabajo que ejecute, de acuerdo a las especificaciones marcadas por el proyecto.

Así mismo, un precio unitario se compone de la suma de los costos directos, los costos indirectos, el financiamiento y la utilidad.

Costos directos, como su nombre lo indica, erogaciones efectuadas exclusivamente en la realización de un concepto de trabajo.

Costos indirectos, se consideran como los gastos generales y necesarios para la construcción de una obra.

El financiamiento, es el capital necesario que aporta el contratista, en el momento en que la inversión no puede soportar los gastos de un periodo de tiempo determinado durante la ejecución de la obra.

La Utilidad, es la ganancia que debe considerar cada empresa contratista, como resultado a sus esfuerzos técnicos, administrativos y económicos para cumplir con la realización de un proyecto.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, a continuación se muestra el desglose de la estructura de los conceptos que en su conjunto, forman un precio unitario:

A)Costo Directo:

1 Materiales.

2 Mano de obra.

3 Maquinaria y Equipo.

B)Costo Indirecto:

1 Administración en obra.

2 Administración central

C)Financiamiento.

D)Utilidad.

A)Costo Directo.

En materia de precio unitario, entendemos por costo directo, la suma que se obtiene de los materiales, mano de obra y maquinaria y/o equipo, que se utilizarán para la realización de un concepto de trabajo.

Materiales.

Deberán estar compuestos en función del catalogo de conceptos, en donde se deberá especificar ampliamente con lujo de detalles, la calidad y tipo de material que se requiere durante la ejecución de la obra. El precio de adquisición de cada material, generalmente depende del monto total requerido, así como los costos de transportación al lugar de la obra, según se especifique en el concepto, así como el desperdicio y el tipo de acarreo que se requiera

para colocarlo en obra, ya que estos pueden ser verticales, mediante el uso de malacates, u horizontales, con el de carretillas.

### Mano de Obra.

La mano de obra es un costo que esta integrado por varios factores, dependiendo de la zona en donde se realice el trabajo, así como también del tipo de trabajo.

El salario es la retribución que se hace a un trabajador por un trabajo realizado. Este, se divide en salario base y salario real, en donde el primero se obtiene a partir del grado del trabajador, mientras que el salario real se compone a partir de tomar en cuenta, además del salario base, la obligatoriedad de las prestaciones sociales del empresario de acuerdo a lo que se señala tanto en la Ley del Seguro Social como en la Ley Federal del Trabajo.

Dicha obligatoriedad, contempla diversos rubros, tales como: prestaciones, pago de impuestos, guarderías, Seguro Social, e INFONAVIT.

### Maquinaria y Equipo.

Son también junto con los materiales y la mano de obra concepto de trabajo, debido a que generan un gasto o una inversión para el contratista que se encuentra a cargo de los trabajadores correspondientes en una obra en donde sea necesario la utilización de equipo, y herramientas.

### B)Costo Indirecto.

Los costos indirectos, son aquellos gastos generales que son aplicables a todos los conceptos de trabajo. Agrupando estos en forma general los podemos dividir en dos grupos:

#### 1)Administración en obras.

Es un costo que depende del tipo de obra que se pretenda realizar, se da generalmente en gran magnitud, cuando la obra que se pretenda realizar durará mucho tiempo, y es necesario, el contar con personal capacitado dentro de ésta.

## 2) Administración Central

Es un costo que se aplica en función del cuerpo administrativo de una empresa, y depende del tipo de obra que se pretenda ejecutar por la misma, y son:

Honorarios de Directivos y Ejecutivos.

Viáticos.

Asesorías y Consultorías. .

Estudios de Investigación.

Depreciación, renta y mantenimiento del inmueble o las oficinas centrales, bodegas, talleres, laboratorios.

## C)Financiamientos.

El financiamiento de una obra es necesario considerarlo, cuando se requiere que el flujo de dinero previsto en la obra sea superior al que pueden aportar los inversionistas. Este flujo depende directamente del programa de obra y del programa de ingreso, que se establece previamente a la contratación de los trabajos, por esta razón es imposible considerar una tasa de interés vigente al tiempo de realización de la obra, con esto debemos de entender que dependiendo de la duración de los trabajos, será el monto del financiamiento, el cual puede ser absorbido por la empresa contratada, o en su defecto cuando existan imprevistos, o incertidumbre en la duración de la misma, de un préstamo bancario generalmente, para poder amortizar con este los gastos requeridos por la ejecución de la obra.

## D)Utilidad.

Como parte final de la integración de un precio unitario, se determina la utilidad, siendo ésta una remuneración que deberá cobrar una empresa por sus trabajos realizados, ya que deben recuperar premiar de alguna forma en función de los riesgos que se han tenido que cubrir durante la ejecución de la obra. Generalmente se acostumbra considerar un porcentaje, dependiendo del tipo de obra, así como también el prestigio que tenga la empresa, sea esta la experiencia o antigüedad en la realización de dicho trabajos.



Este proceso generalmente oscila entre un 3% y un 20% dependiendo básicamente en la actualidad de la oferta y la demanda, ya que debido a ésta muchas empresas prefieren tener utilidades muy pequeñas para conseguir trabajo, y en cambio otras muy prestigiadas utilizan una tasa en ocasiones muy elevadas, debido a la experiencia que han adquirido a través del tiempo en la realización de los trabajos.

Considerando los volúmenes de obra antes mencionados se realizó el cálculo del costo correspondiente al reforzamiento y superestructura, resultando una inversión total de \$ 16, 000, 000.

## REFORZAMIENTO

### PRESUPUESTO DESGLOSADO

PARTIDA	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
I	CONCURSOS INGENIERIA Y OBRA	LTE	1	251 455	251,455.00
II	PROYECTOS – SUPERVISIÓN				
	ADMINISTRACION – LICENCIAS	LTE	1	1284395	1,284,395.00
III	PROTECCIÓN Y CONFINAMIENTO				
	1. CONFINAMIENTO				
	Barda de lámina pintro	M2	309.32	69.48	21,491.55
	Tapial de triplay	M2	273.8	328.48	89,767.01
	Bases de concreto	PZA	75.00	44.55	3,341.25
	Señalamiento vertical restric	PZA	75.00	221.06	16,579.50
	2. VIALIDAD Y VIGILANCIA				
	Supervisor de vialidad	TON	1124	132.48	148,907.52
	Auxiliar de vialidad	TON	1124	98.41	110,612.84
	Supervisor de vigilancia	TON	1124	132.48	148,907.52
	Policía bancario	TON	1686	98.41	165,919.26
IV	RETIRO DE FACHADAS				
	1. DESMONTAJE Y RETIRO				
	Recuperación acabados fachada	M2	2100	281.6	591,360.00
V	RETIRO DE ACABADOS E INSTALAC.				
	1 PLAFOND Y MAMPARAS				
	Desmontaje de plafond	M2	3043.80	17.64	53,692.63
	Desmontaje muro tablarroca	M2	1521.90	4.01	6,102.82
	Demolición de muro de tabique	M2	1380.66	12.32	17,009.73
	Recuperación puertas y ventanas	M2	120.00	22.74	2,728.80
	Recuperación domos azotea	M2	160.08	140.3	22,459.22
	Recuperación de cortinas	ML	448.00	23.97	10,438.56
	Carga y acarreo 1er km alm.	M3	913.00	14.87	13,576.31

<b>PARTIDA</b>	<b>C O N C E P T O</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>IMPORTE</b>
	Acarreokms subsec. almac.	M3/KM	913.00	51,4847,001.24	
	<b>2. MOBILIARIO</b>				
	Recuperación de butacas audiovisual	PZA	50	57.4	2,870.00
	Recuperación de alfombra audiovisual	M2	50	3.58	179.00
	Recuperación de estrado audiovisual	PZA	1	58.04	58.04
	Recuperación de pantalla y/o pizarrón	PZA	1	71.76	71.76
	Recuperación de muebles sanitarios	PZA	65	33.67	2,188.55
	Recuperación de elevador	LTE	1	132,000.00	132,000.00
	Almacanaje	LTE	1	501,600.00	501,600.00
	<b>3. INSTALACIONES</b>				
	Retiro de instalaciones hidrosanitarias	LTE	1	225,231.60	225,231.60
	Retiro de instalaciones eléctricas	LTE	1	338,580.00	338,580.00
	Retiro de instalaciones contra incendio	LTE	1	112,860.00	112,860.00
	Retiro de instalaciones de aire acondicionado	LTE	1	574,700.00	524,700.00
<b>VI</b>	<b>PILOTEO</b>				
	1. Trazo y nivelación	M2	1555.70	3.02	4,698.21
	Excavación para piloteo	M3	1408.20	89.38	125,864.92
	Perforación para piloteo	PZA	200	7,420.75	1,484,150.00
	Carga y acarreo 1er km piloteo	M3	1408.20	11.15	15,701.43
	Acarreo km subsecuentes piloteo	M3/KM	1408.20	51.48	72,494.14
	Construcción de pilotes	ML	600	390.96	234,576.00
	Hincado de pilotes	PZA	200	5,187.00	1,037,400.00
	Construcción de dados	PZA	38	437.76	16,634.88
	Construcción de contratrabes y losa cimentada	M3	163.72	437.76	71,670.07
	Rellenos	M3	563.26	82.81	46,643.56
<b>VII</b>	<b>REFORZAMIENTO</b>				
	1. Renivelación de edificio	LTE	1	1,003,149.50	1,003,149.50
	Acero de preesfuerzo en ménsulas de apoyo	TON	0.693	4,257.25	2,950.27
	Acero estructural en ménsulas de apoyo	TON	12.00	4,896.13	58,753.56
	Demolición parcial de elementos estructurales	M3	273.55	196.09	53,640.42
	Perforación elementos de concretos	ML	688.00	192.46	132,412.48
	Escarificado	M2	4,8885.00	98.05	478,974.25
	Acero de refuerzo columnas	TON	121.04	5,333.06	645,494.38
	Acero de refuerzo trabes	TON	114.5918	5,333.06	611,124.94
	<b>2. RESTITUCION DE ZONAS DANADAS</b>				

<b>PARTIDA</b>	<b>C O N C E P T O</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>IMPORTE</b>
	Restitución de muro de tabique rojo	M2	1,139.59	102.07	116,317.95
	Concreto en columnas	M3	732.84	627.6	459,930.38
	Concreto en trabes	M3	485.56	538.04	261,250.70
VIII	<b>RESTITUCION DE ACABADOS E INSTAL.</b>				
	1. Restitución de falso plafond	M2	3,043.80	30.06	91,496.63
	Restitución de muro de tablarroca	M2	1,521.90	101.44	154,381.54
	Colocación de puerta	PZA	60.00	137.8	8,268.00
	Emboquillado	ML	318.00	10.26	3,262.68
	Colocación de cortinas	ML	448.00	23.97	10,575.00
	Restitución de loseta vinílica	M2	1,521.9	27.43	41,745.72
	Restitución de relleno en azotea	M3	75.00	76.84	5,763.00
	Restitución de entortado en azotea	M2	250.00	19.57	4,892.50
	Restitución de enladrillado en azotea	M2	250.00	42.3	10,575.00
	Restitución de impermeabilizante en azotea	M2	250.00	42.33	10,582.50
	Restitución de domos en azotea	M2	160.08	247.56	39,629.40
	Restitución de pintura vinílica	M2	6087.52	15.16	92,286.80
	Restitución de alfombra	M2	50.00	75.99	3,799.50
	Restitución de zoclo de vinil	ML	380.00	4.76	1,808.80
	<b>2. RESTITUCIÓN DE MOBILIARIO</b>				
	Colocación de butacas en auditorio	PZA	50.00	57.4	2,870.00
	Colocación de pantalla en auditorio	PZA	1.00	71.76	71.76
	Colocación de pizarrón	PZA	1.00	71.76	71.76
	Colocación de mueble sanitario	PZA	65.00	46.05	2,993.25
	Colocación de accesorio sanitario	PZA	65.00	9.78	635.70
	<b>3. Instalaciones</b>				
	Restitución de instalaciones hidrosanitarias	LTE	1.00	225,231.6	225,231.60
	Restitución de instalaciones eléctricas	LTE	1.00	338580	338,580.00
	Restitución de instalaciones contra incendio	LTE	1.00	112860	112,860.00
	Restitución de instalaciones aire acondicionado	LTE	1.00	524700	524,700.00
IX	<b>RESTITUCION DE FACHADAS</b>				
	1. Colocación de acabados de fachada	M2	2100.00	194.38	408,198.00
	Restauración de pieza	PZA	210.00	165	34,650.00
	Reposición de pieza	PZA	100.00	152.47	15,247.00
	<b>2. limpieza</b>				
	Limpieza de fachadas	M2	2100.00	4.55	9,555.00

<b>PARTIDA</b>	<b>C O N C E P T O</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>IMPORTE</b>
	Limpieza general de edificio	M2	1530.00	66.28	101,408.40
X	IMPREVISTOS	LTE	1.00	1,874,700.00	1,874,700.00
				TOTAL	15,911,219.88

Considerando los volúmenes de obra antes mencionados se realizó el cálculo del costo correspondiente a la demolición del edificio existente y a la construcción de un edificio nuevo, resultando una inversión total de N\$ 22,000, 000.

## EDIFICIO NUEVO

### PRESUPUESTO DESGLOSADO

PARTIDA	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
I	CONCURSOS INGENIERIA Y OBRA	LTE	1.00	251,455	251,456.00
II	PROYECTOS - SUPERVISION -	LTE	1.00	.00	1,384,600.00
	ADMINISTRACIÓN - LICENCIAS			1,384,600.00	
III	PROTECCION Y CONFINAMIENTO				
	1. CONFINAMIENTO				
	Barda de lámina pintro	M2	-309.32	69.48	21,491.55
	Tapial de triplay	M2	273.28	328.48	89,767.01
	Bases de concreto	PZA	75.00	44.55	3,341.25
	Señalamiento vertical restric	PZA	75.00	221.06	16,579.50
	2. VIALIDAD Y VIGILANCIA				
	Supervisor de vialidad	TON	1560	132.48	206,668.80
	Auxiliar de vialidad	TON	1560	98.41	153,519.60
	Supervisor de vigilancia	TON	1560	132.48	206,688.80
	Policía bancario	TON	2340	98.41	230,279.40
IV	RETIRO DE FACHADAS				
	1. DESMONTAJE Y RET				
	Recuperación acabados fachada	M2	2100	21.29	450,009.00
V	RETIRO DE ACABADOS E INSTALAC				
	1. PLAFOND Y MAMPARAS				
	Desmontaje de plafond	M2	3043.80	17.64	53,692.63
	Recuperación puertas y ventanas	M2	244.00	22.74	5,548.56
	Recuperación domos de azotea	M2	160.08	140.3	22,459.22
	Recuperación de cortinas	ML	448.00	23.97	10,738.56
	Carga y acarreo 1er km alm	M3	913.00	14.87	13,576.31
	Acarreo kms subsec almac	M3/KM	913.00	51.48	47,001.24
	2. MOBILIARIO Y EQUIPO				

<b>PARTIDA</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>IMPORTE</b>
	Recuperación de butacas audiovisual	PZA	150	57.4	8,610.00
	Recuperación de alfombra audiovisual	M2	150	3.58	537.00
	Recuperación de estrado audiovisual	PZA	1	58.04	58.04
	Recuperación de pantalla y/o pizarrón	PZA	1	71.76	71.76
	Recuperación de muebles sanitarios	PZA	77	33.67	2,592.59
	Recuperación de elevador	LTE	1	132,000	132,000.00
	Almacenaje	LTE	1	501,600.00	501,600.00
VI	DEMOLICION TOTAL				
	1. Demolición total entrepisos	M2	6,087.52	211.88	1,289,823.74
	Demolición total de cimentación	M3	1,530	211.88	324,176.40
VII	PILOTEO				
	1. Trazo y nivelación	M2	1,555.70	3.02	4,698.21
	Excavación para piloteo	M3	2,642.35	89.38	236,173.24
	Perforación para piloteo	PZA	200.00	5,399.82	1,079,964.00
	Carga y acarreo 1er km piloteo	M3	2,642.35	11.15	29,462.20
	Acarreo kms subsec piloteo	M3/KM	2,642.35	51.48	136,028.18
	Construcción de pilotes	ML	600.00	390.96	234,576.00
	Hincado de pilotes	PZA	200.00	2,488.2	497,640.00
	Construcción de dados	PZA	38.00	437.76	16,634.88
	Plantilla	M3	77.21	363.44	28,061.20
	Construcción de contratraves	M3	551.00	437.76	241,250.76
	Rellenos	M3	563.26	82.81	46,643.56
VIII	EDIFICACION				
	1. CONSTRUCCIÓN LOSA CIMENTACIÓN				
	Cimbra y descimbra	ML	1530.00	68.27	104,453.10
	Acero de refuerzo	TON	10.35	5,154.03	53,346.27
	Concreto premezclado	M3	932.65	628.75	586,403.69
	2. CONSTRUCCIÓN DE COLUMNAS				
	Cimbra y descimbra	M2	3328.00	176.09	586,027.52
	Acero de refuerzo	TON	132.33	5,333.06	705,747.83
	Concreto premezclado	M3	832.29	627.60	522,345.20
	3. CONSTRUCCIÓN DE TRABES				
	Cimbra y descimbra	M2	3892.00	91.12	354,639.04
	Acero de refuerzo	TON	154.12	5,333.06	821,912.01
	Concreto premezclado	M3	973.59	538.04	523,830.36



<b>PARTIDA</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>IMPORTE</b>
	<b>4. CONSTRUCCION DE LOSAS</b>				
	Cimbra y descimbra	M2	6,087.52	52.03	316,733.67
	Acero de refuerzo	TON	73.90	5,587.65	412,953.04
	Concreto premezclado	M3.	613.10	538.04	329,872.32
	<b>5. CUBO DE ESCALERAS Y ELEVADOR</b>				
	Cimbra y descimbra	M2	460.60	89.24	41,103.94
	Acero de refuerzo	TON	11.26	5,667.33	63,831.14
	Concreto premezclado	M3	92.12	627.6	57,814.51
<b>IX</b>	<b>ALBANILERIA</b>				
	<b>1. PISO DE CONCRETO</b>	M2	4369.83	64.48	281,766.64
	Muro de tabique rojo recocido	M2	1466.68	102.07	149,704.03
<b>X</b>	<b>INSTALACIONES</b>				
	<b>1.HIDROSANITARIAS</b>	LTE	1.00	600,600.00	600,600.00
	<b>2. ELECTRICAS</b>	LTE	1.00	902,880.00	902,880.00
	<b>3. CONTRA INCENDIO</b>	LTE	1.00	300,960.00	300,960.00
	<b>4. AIRE ACONDICIONADO</b>	LTE	1.00	1,399,200.00	1,399,200.00
	<b>5. TELEFONIA</b>	LTE	1.00	300,960.00	300,960.00
	<b>6. SONIDO</b>	LTE	1.00	100,320.00	100,320.00
	<b>7. AUDIO</b>	LTE	1.00	50,160.00	50,160.00
	<b>8. SENAL DE COMPUTO</b>	LTE	1.00	250,800.00	250,800.00
<b>XI</b>	<b>ACABADOS</b>				
	1.Falso plafond	M2	6087.52	30.06	182,990.85
	Muro tablaroca	M2	1521.84	101.44	154,375.45
	Puertas	PZA	122.00	137.8	16,811.60
	Emboquillado	ML	646.60	10.26	6,634.12
	Loseta vinilica	M2	6087.52	27.43	166,980.67
	Zoclo vinilico	ML	1520.00	4.76	7,235.20
	Loseta de terrazo	M2	300.00	85.64	25,692.00
	Piso de mármol	M2	300.00	168.9	50,670.00
	Mosaico	M2	200.00	64.33	12,866.00
	Alfombra	M2	250.00	75.99	18,997.00
	Cortinas	ML	448.00	23.97	10,738.56
	Pintura vinilica	M2	6087.52	15.16	92,286.80
	Aplanado	M2	385.00	38.69	14,895.65
	Relleno de azotea	M3	417.00	76.84	32,042.28

<b>PARTIDA</b>	<b>C O N C E P T O</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.U.</b>	<b>IMPORTE</b>
	Entortado en azotea	M2	1390.00	19.57	27,202.30
	Enladrillado en azotea	M2	1390.00	42.3	58,797.00
	Impermeabilizante	M2	1390.00	42.33	58,838.70
	Restit. Domos de azotea	M2	160.08	247.56	39,629.40
	<b>2.RESTIT. MOBILIARIO</b>				
	Coloc. Butaca en auditorio	PZA	150.00	57.4	8,610.00
	Coloc. De pantalla en auditorio	PZA	1.00	71.76	71.76
	Coloc. De pizarrón en auditorio	PZA	1.00	71.76	71.76
	Coloc de mueble sanitario	PZA	77.00	46.05	3,545.85
XII	<b>RESTIT. DE FACHADA</b>				
	1. Coloc. Acabados fachada	M2	2100.00	194.38	408,198.00
	Restauración de pieza	PZA	210.00	165	34,650.00
	Reposición de pieza	PZA	100.00	152.47	15,247.00
	<b>2. LIMPIEZA</b>				
	Limpieza de fachada	M2	2100.00	4.55	9,555.00
	Limpieza general del edificio	M2	1530.00	66.28	101,408.40
XIII	<b>IMPREVISTOS</b>	LTE	1.00	2,658,250.00	2,658,250.00
				<b>TOTAL</b>	<b>22,013,674.85</b>

**CAPITULO VII**  
**CONCLUSIONES**

## CONCLUSIONES.

En el Estudio de Factibilidad para la Restauración del Edificio Balderas No. 71 Centro Histórico conviene hacer las siguientes conclusiones:

- Que constantemente la modernidad trae consigo la destrucción del pasado, pero a su vez ha logrado que algunas de las obras de Ingeniería y Arquitectura de otras épocas recuperen su valor como monumentos históricos.
- Que el inmueble no se encuentra catalogado como monumento histórico, pero por ser de una arquitectura definida (neo colonial) del arquitecto Vicente Mendiola, construido en los años cuarenta, se optó por conservarlo y restaurarlo para que siga funcionando según las necesidades actuales de nuestra ciudad.
- Después de los sismos del 85 este edificio fue revisado en cuanto a su seguridad para fines de su ocupación determinándose su desalojo hasta que fuera restaurado para garantizar su correcto funcionamiento.
- Posteriormente fue reestructurado a base de ángulo y solera en las columnas, de este tipo de restauración no se tiene planos ni siquiera quien ejecuto los trabajos, la delegación Cuauhtémoc tiene conocimiento de estos trabajos pero no cuenta con los permisos que acrediten esos trabajos
- En los trabajos de zunchado de columnas puede verse que es un trabajo de mala calidad pues el acero que fue cortado para el paso del ángulo en las losas de entre piso no se volvió a colocar en su lugar para su correcto funcionamiento estructural, en cuanto a las columnas de las fachadas se retiró parte de la misma que al volver a ser colocada los trabajos se hicieron con una calidad deficiente
- Las pruebas de corazones que se realizaron para determinar la calidad del concreto, se encontraron resistencias muy variadas con lo cual esta estructura está hecha con un concreto poco confiable, con viene hacer la aclaración que es uno de los primeros edificios donde se empieza introducir el concreto armado como material de construcción, afortunadamente donde se encontraron los resultados más bajos en cuanto a resistencia, las columnas presentaban el zunchado a base de ángulo y solera.

- Las condiciones del edificio según los estudios realizados esta muy dañado en cuanto a condiciones estructurales por lo cual es necesario restaurarlo con las nuevas disposiciones del reglamento de construcciones del Departamento del Distrito Federal, para que sea habitado y garantice la seguridad de los usuarios por ser un edificio catalogado como del grupo A.
- Por los estudios realizados se puede observar que la estructura del Metro tiene mucha influencia en las condiciones de asentamientos que experimenta el edificio y las condiciones del tipo de suelo donde esta soportado.
- Con los levantamientos que se tomaron, a partir del banco de nivel profundo ubicado a un lado del Metro Balderas puede constatarse que la cimentación actual no cumple con el reglamento, en cuanto a condiciones de falla, servicio y asentamientos.
- Que para renivelar el edificio se tomó en este estudio un método de abatimiento del nivel freático y provocar asentamientos por la extracción de agua, los cuales van a ser checados por medio de nivelaciones periódicas y constantes.
- También se hizo un análisis de comparación de la posibilidad de demoler el edificio y construir uno nuevo con las actuales disposiciones del multicitado reglamento, sin cambiar su arquitectura si no mejorarla lo cual sería desmantelar la fachada actual inventariarla almacenarla en algún lugar cercano y posteriormente restáurala en la edificación nueva.
- Se ha visto que los asentamientos regionales que sufre la ciudad son determinantes en las condiciones de las edificaciones, como por ejemplo la catedral, con lo cual no sería tan irreal demoler y construir otro edificio igual solo respetando la fachada actual, aun cuando los costos sean más elevados, a la larga se verían disminuidos con lo destinado a mantenimiento que requerirá la edificación actual.
- Este edificio fue restaurado en el año 1999, haciéndose solo el trabajo de reforzamiento de la subestructura (cimentación) y superestructura, por lo cual los desplomes siguen siendo los mismos al igual que sus asentamientos diferenciales por lo cual no pasa los límites permisibles según el Reglamento

- Para su nivelación en cuanto a sistemas de piso se puso un concreto aligerado que sirvió de relleno y nivelador, que no contenía agregado grueso el cual era sustituido por bolitas de poliuretano (unicel).
- Como el edificio no fue renivelado, o no se dejó algún preparativo para su renivelación, sigue teniendo las mismas tendencias de asentamientos diferenciales.
- Durante la realización y recopilación de información para la formulación de esta tesis, fue necesario hacer una serie de visitas al edificio, durante una de las cuales empezó a llover y se inundó la parte que funge como auditorio, que es la colindancia del estacionamiento, lo cual indica que los asentamientos diferenciales que presentaba el edificio antes de su restauración se vuelven a manifestar.
- Este edificio propiedad del INEGI fue reinagurado a principios de este año por lo cual ya se encuentra abierto al público sólo para compra de material
- Conviene resaltar que los procesos constructivos en este tipo de restauración son muy lentos, pues durante el proceso se encontraron muchos detalles por lo cual no estaban contemplados teniéndose que crear precios unitarios extraordinarios, reflejándose en los costos de la obra y en el desfase del programa de obra

## BIBLIOGRAFIA

- Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.  
Editorial Sista
- Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.  
Editorial Berbera
- Badillo Juárez, Eulalio.  
Mecánica de Suelos.  
Editorial Limusa. Tomos I,II y III
- Suárez Salazar, Carlos  
Manual de Costos y Precios en la Construcción  
Editorial Limusa.
- González Gamio, Angeles  
El Patrimonio Rescatado  
DDF México
- Díaz Infante, Luis A.  
Curso de Edificación.  
Editorial Trillas
- Mendoza y de Alba.  
Apuntes de Factores de Consistencia de Costos y Precios Unitarios
- Moreno Toscano, Alejandra  
Ciudad de México Ensayo de Construcción de una Historia.  
INAH
- Meli, Piralla  
Diseño Estructural  
Editorial Limusa
- Manual de Tecnología del Concreto Instituto de Ingeniería UNAM  
Editorial Limusa

- De Buen, Oscar  
Estructuras de Acero  
Editorial Limusa
- Control de la Calidad del Concreto IMCYC
- C. McComac, Jack  
Diseño Estructuras Metálicas  
Editorial Alfaomega
- González Cuevas Robles  
Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado  
Editorial Limusa