

25
2y^o



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**PROCESO CONSTRUCTIVO DE REFUERZO Y
RECIMENTACION EN UNA PLANTA DE
LABORATORIO FARMACEUTICO EN OPERACION**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A :

VICTOR MANUEL DURAN DE HUERTA



MEXICO, D. F.

1996

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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
60-1-070/94

Señor
VICTOR MANUEL DURAN DE HUERTA LOPEZ
Presente.

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

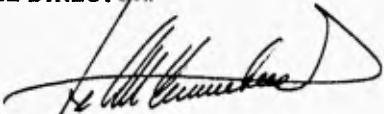
**"PROCESO CONSTRUCTIVO DE REFUERZO Y RECIMENTACION EN UNA
PLANTA DE LABORATORIO FARMACEUTICO EN OPERACION"**

- I. INTRODUCCION**
- II. CARACTERISTICAS DE LA PLANTA**
- III. SITUACION DEL PROBLEMA SUELO-CIMENTACION-ESTRUCTURA**
- IV. SOLUCIONES AL PROBLEMA SUELO-CIMENTACION-ESTRUCTURA**
- V. PROCESO CONSTRUCTIVO EN MECANICA DE SUELOS**
- VI. PROCESO CONSTRUCTIVO EN CIMENTACION**
- VII. PROCESO CONSTRUCTIVO EN ESTRUCTURA**
- VIII. CONCLUSIONES**

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. Universitaria, a 21 de junio de 1994.
EL DIRECTOR.


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

M.
JMCS/RCR*nl

**PROCESO CONSTRUCTIVO DE REFUERZO Y RECIMENTACION EN UNA
PLANTA DE LABORATORIO FARMACÉUTICO EN OPERACION.**

INDICE

1) INTRODUCCION.	1
2) CARACTERISTICAS DE LA PLANTA	4
2.1.) Localización.	4
2.2.) Procesos que se llevan a cabo dentro de la planta.	7
3) SITUACION DEL PROBLEMA SUELO-CIMENTACION-ESTRUCTURA.	10
3.1) Situación en Mecánica de suelos.	11
3.2) Situación en Cimentación.	15
3.3) Situación en Estructura.	17
4) SOLUCIONES AL PROBLEMA SUELO-CIMENTACION-ESTRUCTURA.	19
4.1) Mejoramiento superficial en el comportamiento del suelo.	20
4.2) Recimentación en zonas de fisuras.	21
-Función de los postensados en las trabes de cimentación.	22

4.3) Refuerzo en estructura.	27
-Consideraciones sobre estructuración y restructuración en el diseño.	29
5) PROCESO CONSTRUCTIVO EN MECANICA DE SUELOS.	32
-Diferentes métodos de drenaje y estabilización.	32
5.1) Pozos de drenaje para agua tratada.	36
6) PROCESO CONSTRUCTIVO EN CIMENTACION.	38
6.1) Muros de mampostería.	38
6.2) Trabes de cimentación en ejes perimetrales e interiores.	40
6.2.a) Colado del concreto.	41
-Transporte.	41
-Supervisión en los colados de las trabes de cimentación.	42
6.2.b) Consideraciones sobre la colocación de la cimbra.	46
6.3) Preparación de zapatas para el cimbrado de trabes de liga.	49
6.4) Postensados.	50
6.4.a) Requisitos de resistencia del concreto para las trabes postensadas.	54
7) PROCESO DE CONSTRUCCION EN ESTRUCTURA.	57
7.1) Rigidización de fachada.	58

7.1.a) Disposición de tensores y consideraciones generales que se tomaron en cuenta.	59
-Consideraciones de miembros sujetos a tensión en barras de acero de sección circular.	60
7.1.b) Disposición de anillos en las columnas reforzadas.	62
7.1.c) Ventajas de la soldadura.	64
-Inspección de soldadura.	67
7.2) Consideraciones generales de soldado en la construcción de armaduras de entre piso.	70
7.2.a) Alineamiento y montaje en las armaduras.	73
8) CONCLUSIONES	74
BIBLIOGRAFÍA	79

A MIS PADRES.

A MIS AMIGOS

EN ESPECIAL A LA FACULTAD DE INGENIERIA Y

LA GENTE QUE COMPONE ESTA NOBLE INSTITUCION.

INTRODUCCION

Los refuerzos en estructuras dañadas debido a fallas del suelo ó fallas en el comportamiento de la cimentación, están determinadas por modelos matemáticos; de los cuales se derivan alternativas de solución que siguen parámetros económicos para su ejecución.

De tal manera que la propuesta más adecuada para reforzar una estructura, es aquella que justifica la inversión del refuerzo ó construcción a parámetros tales como vida útil de la estructura, análisis financiero en tiempo de proceso constructivo, costos comparativos a diferentes alternativas de solución, etc.

Por consiguiente para la toma de decisiones se vuelven indispensables estudios preliminares tanto estructurales como en mecánica de suelos. Dichos estudios se justifican plenamente, dado que representan del 2 al 4 por ciento del costo del proyecto.

El refuerzo y proceso constructivo que se presentan en este trabajo tienen como objetivo proporcionar rigidez a la cimentación de una planta farmacéutica de producción ,

en donde su localización geográfica, dentro de la cuenca del valle de México es desfavorable en su interacción suelo-cimentación-estructura; Debido a que los criterios tomados en la construcción de la nave (Hace veinte años aprox.) no tomaron en cuenta la baja de los niveles freáticos a futuro en la zona y por consiguiente el comportamiento del suelo debido a este fenómeno.

Así mismo se muestra la situación actual del problema suelo-cimentación-estructura de la planta, y como se llevo a cabo de acuerdo a los estudios realizados una solución que si bien no es definitiva y probablemente en un sentido estricto la más óptima, sí es la que más adecua para ser ejecutada con la planta en operación y los requerimientos económicos y de vida útil de construcción que necesita el cliente.

De tal manera que la solución y el proceso de construcción así como las consideraciones generales describen, una recimentación parcial del área de la planta que consiste en la construcción de trabes de cimentación en las zonas donde hay daños del suelo como fisuras y hundimientos diferenciales, El refuerzo de la estructura como son columnas, capiteles armaduras y contraventeos colocados en diferentes áreas de la planta y puntos específicos, es para mejorar el comportamiento estructural a movimientos sísmicos actualizando los niveles de resistencia de acuerdo al nuevo reglamento de construcciones del DDF.

Por lo que en este proceso de construcción donde se hace notar la importancia de los diferentes conceptos que deberán realizarse con la planta en operación, bajo normas de supervisión estrictas en aspectos como limpieza, protección de áreas de trabajo, control de calidad y consideraciones generales tomadas en cuenta en diversos conceptos. El refuerzo y proceso constructivo en una obra de este tipo representan para el contratista, una administración de los recursos y ejecución de las actividades con calificación de aceptable a excelente, debido a que las normas de supervisión que se mencionan anteriormente pudieran retrasar las estimaciones de conceptos y por ende el tiempo total de la obra.

2) CARACTERISTICAS DE LA PLANTA

2.1) LOCALIZACION

El predio se localiza a 1,500m al norte de los afloramientos basálticos de las faldas de los montes de la Sierra del Chichinautzin. Los materiales que se encuentran en la zona son materiales aluvio lacustres en las zonas planas y tobas volcánicas en los lomerios; el terreno donde se construyó la nave presentaba una pendiente con niveles de aproximadamente 10m entre la zona mas alta y el nivel de la calle; por lo que para la construcción se tuvo que nivelar el terreno, haciendo cortes y rellenos para compensar los materiales.

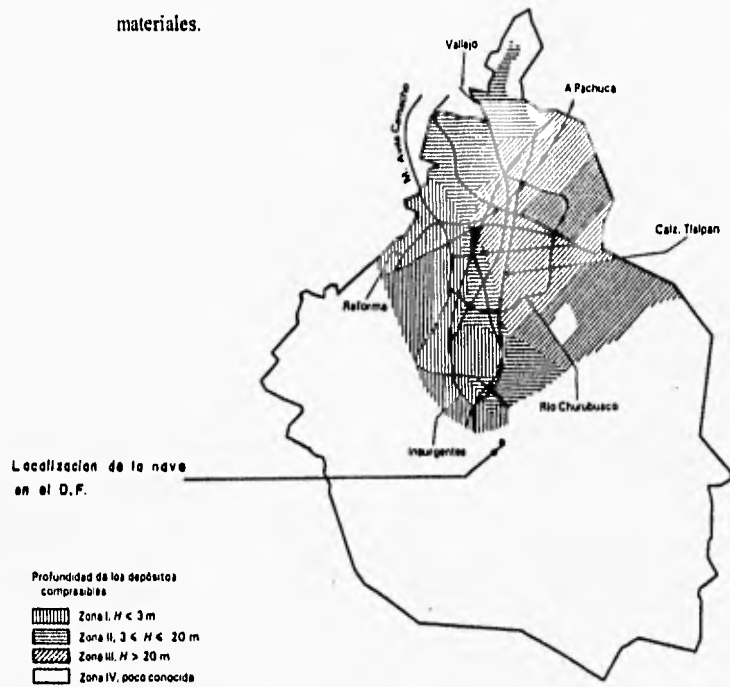


Fig. 2.1. a) Zonificación del Distrito Federal según tipo de suelo

a) CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA SUPERFICIE DEL SUELO EN LAS
INMEDIACIONES DE LA CIUDAD DE MEXICO

La Ciudad de México ha crecido para convertirse en una ciudad importante y muy extensa, y fuera del corazón de la ciudad los problemas de cimentación son diferentes a medida que los rellenos superficiales y los depósitos de arcilla decrecen en espesor. En los alrededores de la ciudad, el abatimiento del agua superficial se ha presentado debido a que los estratos semi-permeables no se abastecen rápidamente con agua, como es el caso de la parte central de la Ciudad de México, donde se localizan materiales permeables y gruesos de rellenos históricos. La reducción de los niveles del agua superficial en los alrededores de la ciudad se ha originado también por depresión de los niveles piezométricos del agua en los acuíferos profundos debidos a la fuerte extracción de este líquido por medio de pozos para la industria y el uso doméstico. El abatimiento del nivel superficial del agua alcanza fuertes profundidades en los sedimentos de arcilla bentonítica, de alta compresibilidad, produciendo fuertes contracciones por desecación.

El resultado es la formación de grandes grietas de contracción en la superficie del suelo. Algunas de estas grietas son extensas y cuando no son tratadas adecuadamente y protegidas de la evaporación, se abren en la superficie del suelo hasta 1m y con profundidades sobre los 15m. Cuando estas grietas se abren en campos libres no producen

un daño sensible. Sin embargo, en distritos construidos, el daño a los intereses privados y públicos puede alcanzar grandes proporciones.

El comportamiento del subsuelo en estas condiciones es complejo. Cuando se estudian obras de ingeniería en zonas expuestas al fenómeno de contracción, es necesario investigar cuidadosamente las condiciones que prevalecen en estos lugares, con el objeto de prever este fenómeno en el diseño de las cimentaciones, principalmente en desarrollos habitacionales e industriales. Las grietas deberán sellarse antes de la construcción.

Problemas importantes se inducen debido al hundimiento regional de la superficie del suelo no uniforme relacionado con las grietas, creando distorsión en los sistemas de drenaje, pérdida de pendientes en la tubería de éstos y rotura. La solución utilizada en el área de la ciudad ha sido establecer estaciones de bombeo, donde se presentan fuertes depresiones, bombeando el agua del drenaje a niveles más altos de secciones no dañadas del sistema.

Por lo que el ambiente geotécnico que rodea al edificio del laboratorio de acuerdo a su localización en las afueras de la cuenca del valle de México, está afectando su comportamiento estructural, a continuación se muestra como está diseñado y que procesos se realizan dentro de éste.

2.2.) PROCESOS QUE SE LLEVAN A CABO DENTRO DE LA PLANTA.

La planta se divide en 7 zonas como lo muestra la fig. 2.1, en la cual se desarrollan trabajos propios de una planta de laboratorio de producción como se indica en la figura. Estos trabajos se realizan de manera ininterrumpida, debido a que estas actividades que se realizan en la nave, representan la producción de diversos medicamentos, los cuales según su producción, el laboratorio hace su programa financiero para su consiguiente supervivencia, mejoramiento y desarrollo.

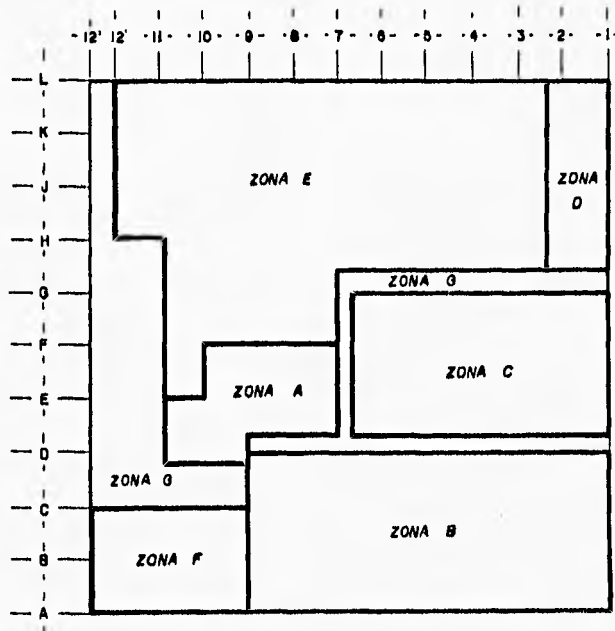


Fig. 2.11 Localización de áreas de trabajo dentro de la nave.

ZONA	DESCRIPCION
A	ALMACEN DE MATERIA PRIMA
B	FABRICACION
C	ACONDICIONAMIENTO
D	CONTROL DE CALIDAD
E	ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO
F	SERVICIOS Y SUBESTACION
G	PASILLOS DE ACCESO

DESCRIPCION DE ZONAS EN LA PLANTA

Zona A) ALMACEN DE MATERIA PRIMA. -Aquí se guardan elementos químicos para la elaboración de medicamentos

Zona B) FABRICACION.- En esta zona se realizan todos los procesos, para llegar a las fórmulas que requiere cada medicamento.

Zona C) ACONDICIONAMIENTO.- En esta zona es donde se les da a las fórmulas ya elaboradas su presentación final como son: compactación para tabletas, granulados, líquidos, etc.

Zona D) CONTROL DE CALIDAD.- Es una zona en donde se inspeccionan muestras del producto ya fabricado, evitando así que las fórmulas se aparten del nivel de calidad requerida, para su adecuado funcionamiento químico.

Zona E) ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO.- En esta área son colocados los diferentes productos ya terminados; contando con área de empaque de productos y zonas de oficina para control.

Zona F) **SERVICIOS Y SUBESTACION:** Es la zona donde se encuentran servicios para personal de la planta tales como uniformes, material para laboratorio, baños, subestación eléctrica donde se encuentran los transformadores y calderas.

Zona G) **PASILLOS DE ACCESO.-** Es la zona como su nombre lo indica para tener acceso a las diferentes zonas y salidas de emergencias.

En las zonas A, B, C y D se realizan actividades, donde se requiere de una limpieza extrema para que los elementos ahí manejados no tengan ninguna contaminación externa; Por lo tanto para el laboratorio es de suma importancia el que no se vean afectados estos procesos desde el punto de vista calidad y producción.

3) SITUACION DEL PROBLEMA SUELO-CIMENTACION-ESTRUCTURA

La nave de referencia tiene en área 100 x 115 mts. con entre ejes de columna a cada 10 mts. sin juntas constructivas. La estructura es de columnas de concreto que apoyan armaduras de acero, estas armaduras están a distintas elevaciones para soportar los entrepisos de instalaciones, oficinas y azotea.

Todos los muros de la planta son divisorios. La cimentación se construyó a base de zapatas aisladas, con trabes de liga en el perímetro para soportar los elementos de fachada. El predio donde se construyó la nave presentaba una pendiente con niveles de aproximadamente 10m entre la zona más alta y el nivel de calle; por lo que para la construcción tuvo que nivelarse el terreno, haciendo cortes y rellenos para compensar los materiales.

La nave fue construida en 1973 y desde entonces ha sufrido movimientos verticales (hundimientos) y horizontales (desplazamientos), estos movimientos se han hecho mas patentes de 5 años a la fecha; aunado al problema, se han presentado en distintas zonas del predio agrietamientos importantes en el subsuelo, provocando deformaciones adicionales en la estructura y en algunos casos rompimiento de elementos de soporte.

3.1.-SITUACION EN MECANICA DE SUELOS

Dentro y fuera del área de la planta se localizaron puntos de investigación para los estudios de mecánica de suelos. Desde el punto de vista estratigráfico podemos encontrar tres distintos tipos de material o profundidad de estratos, referidos estos a la zona de agrietamiento en la parte media del predio como se observa en la figura 3.1

CORTE ESTRATIGRAFICO EN LA FACHADA EJE A.

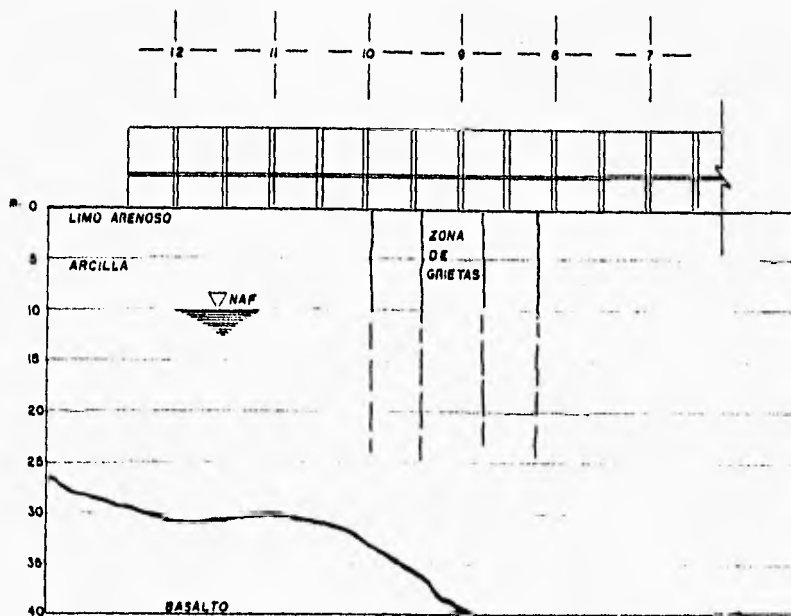


Fig. 3.11 Estratigrafía del suelo

Estos tipos de material se agruparon en tres zonas de acuerdo con la profundidad donde se alojaban:

Zona I.- Son principalmente materiales limosos y limos arcillosos intercalados con estratos de arena; la profundidad media de estos materiales es de 20m.

Zona II.- Se encuentran principalmente materiales arcillosos intercalados también con estratos de arenas, la profundidad media de estos estratos es de 60m.

Zona III.- Esta es una zona de transición entre las anteriores, que son principalmente arcillas y arcillas limosas con arenas, y la profundidad de esta zona varía de 30m a 60m.

Se pudieron observar dos tipos de agrietamiento muy claros con distintas direcciones bien definidas cada una: El primer agrietamiento se aloja en la parte más baja y plana de el predio que corresponde al cambio de pendiente entre la loma de materiales limosos (tobas) y la zona plana de arcillas (lacustre).

El segundo patrón de agrietamiento se localiza en la parte media del predio y corresponde a un cambio drástico en la capa dura de basalto; Este cambio de pendiente provoca que al comprimirse los materiales de arcillas y limos por pérdida de agua (Hundimiento regional) se comprime más donde se tiene más espesor de estrato compresible, esto aunado a que al mismo tiempo que hay un hundimiento, existe una disminución en volumen de arcilla lo que provoca que todo el material funciona como un cuerpo infinito, este tenderá a romperse por lo más delgado.

Se colocaron estaciones piezométricas en las tres zonas anteriormente descritas (zona I, II, Y III), donde se pudo observar que en la zona I, los niveles de agua prácticamente han desaparecido, con excepción de un manto colgado a 10m de profundidad, por lo que respecta a las estaciones 2 y 3, se pudo observar que los niveles de agua están bajando en las dos estaciones, pero bajan más en los estratos superficiales, manteniéndose iguales en los estratos profundos.

Debido a que los niveles de agua están bajando en toda la zona, los materiales del subsuelo están sufriendo una desecación importante, nosotros sabemos que los materiales limosos y arcillosos al perder agua se contraen hasta llegar a su límite de contracción, una vez pasado este, los materiales aunque sigan perdiendo agua ya no se contraen más. La zona

I ha sufrido prácticamente toda la contracción por pérdida de agua, mientras que los materiales de las zonas II y III, al seguir perdiendo agua continuarán contrayéndose, por lo que los hundimientos esperados en el futuro por pérdida de agua serán muy pequeños en la zona I y continuarán en forma importante en las zonas II y III.

3.2) SITUACION EN CIMENTACION

La cimentación de la planta fue en base a zapatas aisladas sin traveses de cimentación, solo existe un pequeña trabe en todo el perímetro, esta trabe no es la suficientemente rígida para detener o limitar las deformaciones que se han presentado, es mas, en el Eje I que es donde se han presentado las máximas deformaciones se cuenta con la trabe perimetral.

LOCALIZACION DE FISURAS

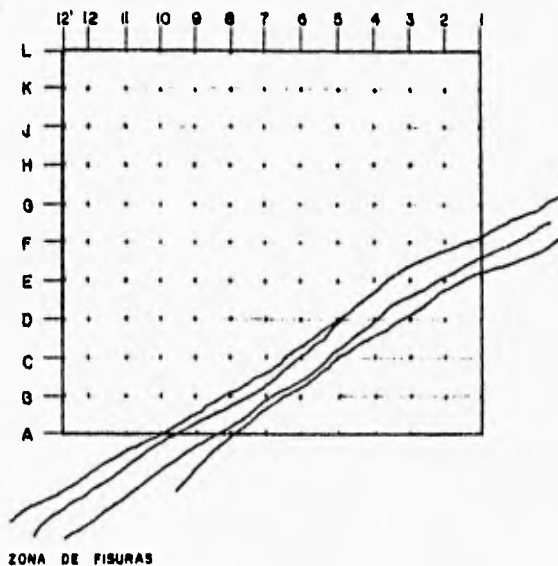


Figura 3.2

Se excavó un pozo con el fin de conocer el material y la profundidad de desplante de las zapatas de cimentación, encontrando que las zapatas se encuentran desplantadas a 2.2m de profundidad, siendo que en el plano estructural se especifica una profundidad mínima de 1.2m. La contratrabe perimetral de 80cm de altura si se encontró uniendo los dados. No se encontró ningún daño o grieta en los elementos estructurales observados: dado, trabe y zapata por último el material de desplante no se encontró agrietado.

3.3) SITUACION EN ESTRUCTURA

Se llevó a cabo un levantamiento estructural de todos los elementos resistentes: columnas, capiteles, armaduras, secciones, etc. con el fin de ver si existía correspondencia entre las secciones marcadas en los planos estructurales y las medidas reales en la obra, encontrando que sí existe correspondencia, aún más se encontraron elementos adicionales.

Así mismo, se verificó todos los elementos que se han colocado como refuerzos adicionales, todos estos datos se utilizaron en el análisis estructural detallado. Con el fin de conocer la forma en que la estructura se ha comportado ante las deformaciones del suelo, se realizaron varios levantamientos:

1.- Se midieron las distancias entre columnas a la altura del pretil, marquesina y piso, no pudiendo sacar ninguna conclusión de estas medidas.

2.- Se realizó adicionalmente una nivelación del pretil y marquesina de los Ejes A y I; esta nivelación se llevó a cabo respecto a la horizontal, no sabemos cuanto se ha hundido cada punto, pero sí sabemos que existe un hundimiento diferencial que se ha presentado en los 20 años de vida de la estructura; de donde podemos observar claramente que los ejes A y I se han hundido prácticamente en forma uniforme en la zona que se encuentra antes de

las grietas; en la zona de grietas se presenta la máxima pendiente, y después de las grietas el hundimiento tiene poca pendiente pero su valor es mayor, este comportamiento lo podemos extrapolar a todos los elementos estructurales que se encuentran dentro de la zona de grietas.

3.- Por último se midieron desplomes en las columnas de la planta donde se encontró una uniformidad de los desplomes a cada lado de la zona de grietas, así como también, las columnas que se encuentran sobre la zona de grietas no presentan desplomes importantes, esto es debido a que los capiteles en estas columnas se han roto de los dos lados.

Es importante ver que la magnitud de los desplomes en los ejes de números es mucho mas importante que la de los ejes de letras; se hizo un cálculo aproximado tomando en cuenta el desplome y los agrietamientos de los capiteles, dando un alargamiento aproximado en los Ejes 1, 2, 3, 4 y 5 de 6 a 8 cm; y en los Ejes A y B de 2 cm.

4) SOLUCIONES AL PROBLEMA SUELO-CIMENTACION-ESTRUCTURA

Una vez valorados los estudios hechos del conjunto integral suelo-cimentación-estructura se concluye que es en el suelo donde se están originando todos los problemas del conjunto y proponer una solución definitiva a la problemática del suelo sale excesivamente costosa por lo que debemos dar una solución en la capa mas superficial del suelo, dentro de la cimentación, que nos de rigidez y capacidad de absorción de deformaciones verticales y horizontales, que proteja a la estructura de seguir rompiéndose y por lo mismo debe ser una solución limitada en el tiempo.

En la estructura solamente se reforzarán las columnas y capiteles rotos, y se le dará capacidad al conjunto de tomar deformaciones por medio de cruces de acero redondo. Esta solución de refuerzo en cimentación y estructura dará buenos resultados estructurales dentro de los siguientes 7 a 10 años, sin ocasionar ningún problema de seguridad o estabilidad, independientemente de que se lleve un seguimiento continuo a las mediciones de desplome y deformaciones, así como una revisión constante de los nudos estructurales y elementos de apoyo.

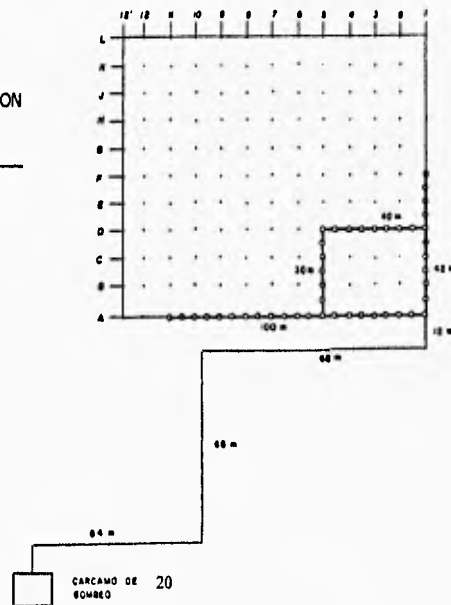
4.1) MEJORAMIENTO SUPERFICIAL EN EL COMPORTAMIENTO DEL SUELO

A fin de darle un mejor comportamiento al suelo superficialmente se proporcionará agua a base de pozos colocados en el perímetro de la planta, el agua se hará llegar por medio de un sistema de tubería que tendrá como inicio un cárcamo de bombeo.

El agua se encuentra en un cárcamo de bombeo que es donde llegan las aguas residuales de el laboratorio. El drenaje del agua llegará como se observa en la fig. (4.1). Esta agua inyectada en la zona I por medio de los pozos se filtrará hasta llegar a la zona II y III para recargar al manto acuífero y retrasar a si la velocidad de desecamiento que hay en estas zonas.

LINEA DE CONDUCCION A PRESION
PARA POZOS DE FILTRACION.

Fig. 4.1) Localización en planta de la línea de conducción



4.2) RECIMENTACION EN ZONAS DE FISURAS

Utilizando una recimentación a base de contratraves de cimentación, estas deben ser lo suficientemente robustas y rígidas que limiten las deformaciones de la estructura y puenteen las deformaciones producidas por los agrietamientos del suelo. La cantidad de acero en varilla utilizada en las traves de cimentación va actuar como tensor que tome las fuerzas producidas por la separación del bloque después de la zona de grietas. Por lo que se proporcionó una sección de trabe que nos de la rigidez necesaria para absorber dichas fuerzas, a base de un postensado que ayude a equilibrar los esfuerzos producidos por los desplazamientos del suelo (fig. 4.2).

LOCALIZACION DE TRABES DE CIMENTACION

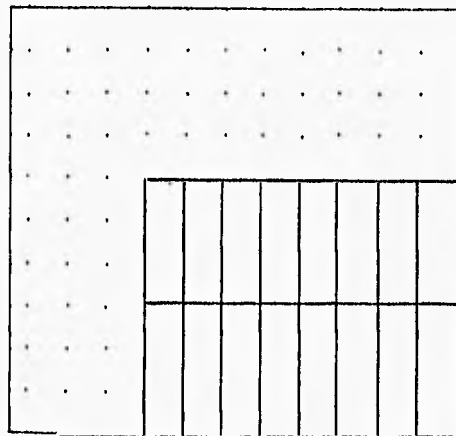


Fig. 4.21 Recimentación parcial en la nave.

4.2.a) FUNCION DE LOS POSTENSADOS EN LAS TRABES DE CIMENTACION

Para dar mayor rigidez al reticulado de traves en la cimentación, se decidió colocar traves preesforzadas. Este preesfuerzo tiene como objetivo equilibrar los esfuerzos y deformaciones que se produzcan por la acción de los desplazamientos en el suelo, así como darle una mayor rigidez a la sección de la trabe. Para la elección de este preesfuerzo a base de postensados se consideró el comportamiento básico de este tipo de concreto reforzado y las ventajas sobre el concreto reforzado ordinario de los cuales se describen a continuación tanto comportamiento como ventajas:

1.- El preesfuerzo transformará al concreto en un material elástico- Este concepto considera al concreto como un material elástico y es probablemente aún el punto de vista más común entre los ingenieros. Se le acredita a Eugene Freyssinet haber visualizado al concreto preesforzado como esencialmente concreto, el cual es transformado de un material frágil en un material elástico por la precompresión que se le da. El concreto, que es débil a la tensión y resistente a la compresión, se comprime (generalmente, por acero bajo alto esfuerzo de tensión) de modo que el concreto frágil sea capaz de soportar esfuerzos de tensión. Generalmente, se cree que si no hay esfuerzo de tensión en el concreto, no puede haber grietas, y que el concreto ya no es un material frágil sino que se convierte en un material elástico.

El concreto está sujeto a dos sistemas de fuerzas: el preesfuerzo interior y la carga externa, con los esfuerzos de tensión debidos a la carga externa balanceados el agrietamiento del concreto debido a las cargas se previene o se demora por la precompresión producida por los tendones. Así, cuando no hay grietas, los esfuerzos, deformaciones y deflexiones del concreto debidos a los dos sistemas de fuerzas se pueden considerar separadamente y superponer si es necesario.

2.- Preesfuerzo para la combinación de acero de alta resistencia con concreto- Este concepto considera al concreto preesforzado como una combinación de acero y concreto, similar al concreto reforzado, con el acero absorbiendo la tensión y el concreto la compresión, así que los dos materiales forman un par resistente contra el momento exterior. Este es a menudo un concepto fácil para los ingenieros familiarizados con el concreto reforzado en el que el acero proporciona una fuerza de tensión y el concreto suministra una fuerza de compresión, formando las dos fuerzas un par con un brazo de palanca entre ellas.

En el concreto preesforzado, se utiliza el acero de alta resistencia, el cual se tendrá que alargar una gran cantidad antes de que se utilice totalmente su resistencia. Si el acero de alta resistencia se ahoga únicamente en el concreto, como el refuerzo ordinario del concreto, el concreto circundante se agrietará seriamente antes de que se desarrolle la resistencia total del acero. El concreto preesforzado ya no es un tipo de diseño extraño. Más

bien es una extensión y modificación de las aplicaciones del concreto reforzado para incluir aceros de resistencia mayor. Desde este punto de vista, el concreto preesforzado no puede realizar milagros más allá de la capacidad de la resistencia de sus materiales.

3.- Preesforzado para lograr el balance de la cargas.- Este concepto visualiza el preesforzado primariamente como un intento de balancear las cargas en un miembro. Este concepto fue desarrollado esencialmente por T.Y. LIN aunque indudablemente ha sido utilizado por otros ingenieros en un grado menor. En el diseño general de una estructura de concreto preesforzado, el efecto del preesforzado se visualiza esencialmente como el equilibrio de las cargas de gravedad para que así los miembros bajo flexión, tales como losas, vigas maestras no estén sujetos a esfuerzos de flexión bajo una condición de carga dada. Esto permite la transformación de un miembro en flexión en un miembro bajo esfuerzo directo y así se simplifica grandemente tanto el diseño como el análisis de estructuras que serían complicadas de otra manera.

VENTAJAS

Utilidad. El diseño de concreto preesforzado es más adecuado para estructuras de claros grandes y para aquellas que soporten cargas pesadas, principalmente debido a las resistencias más elevadas de los materiales empleados. Las estructuras de concreto preesforzado son más esbeltas y por consiguiente, más susceptibles a un diseño artístico. Producen mayores claros cuando es necesario; no se agrietan bajo las cargas de trabajo y, cuando pudieran aparecer grietas bajo las sobrecargas, se cerrarán tan pronto como se elimine la carga, a menos que la carga sea excesiva. Bajo la carga muerta, la deflexión es reducida, debido al efecto de pandeo del preesfuerzo.

Seguridad. Es difícil decir que un tipo de estructura es más seguro que el otro. La seguridad de un estructura depende más de su diseño y construcción que de su tipo. Sin embargo, ciertas características inherentes de seguridad pueden mencionarse en el concreto preesforzado. Para muchas estructuras y durante el preesforzado, tanto el acero como el concreto están sujetos a los esfuerzos más altos que existirán en ellos durante su vida de servicio. Por consiguiente, si los materiales pueden soportar el preesforzado, seguramente poseen la resistencia suficiente para las cargas de servicio.

Economía. Desde el punto de vista económico, es evidente, desde luego, que cantidades menores de materiales, acero y concreto, se requieren para soportar las mismas cargas puesto que los materiales son de mayor resistencia. También hay un ahorro definido en los estribos, puesto que el esfuerzo cortante en el concreto preesforzado se reduce por la inclinación de los tendones y la tensión diagonal se disminuye aún más con la presencia de preesfuerzo. El peso reducido del miembro ayudará para economizar las secciones; la menor carga muerta y profundidad de los miembros resultará en un ahorro de materiales de otras porciones de la estructura.

4.3) REFUERZO EN ESTRUCTURA

La estructura esta sujeta a dos problemas independientes: por un lado se han roto columnas y capiteles provocando problemas de estabilidad estructural (el origen de los agrietamientos y desplomes son los desplazamientos del suelo); por otro lado, si queremos dar una solución estructural en la cimentación o estructura debemos tomar en cuenta las limitaciones que nos marca el Reglamento de Construcciones para el D.F.

Si vamos a realizar refuerzos debemos de estudiar los estados límites de falla y deformación al aplicar a la estructura los coeficientes sísmicos que nos marca el Reglamento de 1987.

De acuerdo con el análisis sísmico realizado que marca el Reglamento, se llegó a la conclusión de que los desplazamientos de la estructura están sobre los permisibles; y los esfuerzos que se presentan en las columnas por el efecto combinado de sismo mas los efectos de segundo orden por desplomes, están sobrepasados de los esfuerzos límite permitidos. Por lo que fue necesario el limitar las deformaciones con un sistema de contravientos de redondos, y reforzar las columnas y capiteles que estuvieran desplomadas.

Por lo tanto los principales problemas de la estructura, son ocasionados por los movimientos del suelo y porque no se cumplen los niveles de seguridad que establece el nuevo reglamento de construcciones, en cuanto a efectos sísmicos (fig. 4.3).

La estructura se deberá actualizar en sus niveles de seguridad de acuerdo al nuevo reglamento de construcciones vigente, al efectuarse los trabajos mencionados. Además, se deben de corregir los defectos provocados por los desplazamientos del suelo, tales como desplomes, y agrietamientos de columnas y capiteles.

LOCALIZACION DE TENSORES PARA
REFUERZO SISMICO.

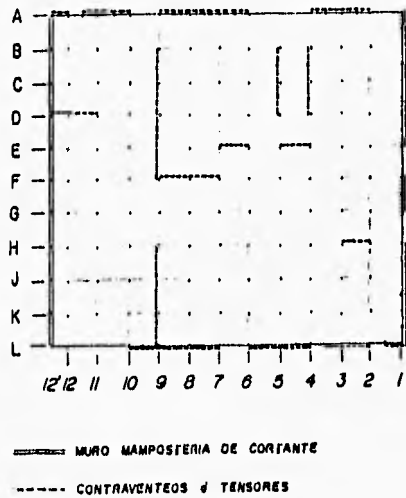


Fig. 4.3) Planta del refuerzo sísmico

4.3.a) CONSIDERACIONES SOBRE ESTRUCTURACION Y RESTRUCTURACION EN EL DISEÑO

La forma de la construcción, el tipo y arreglo de los elementos estructurales y la distribución de las masas tienen una influencia decisiva en la bondad del diseño sismorresistente; mucho más que para el diseño ante otras acciones.

El proyectista estructural debe hacer consciente al proyectista general y al propietario de que el salirse de las recomendaciones básicas de estructuración da lugar a una estructura poco económica, pero no debe necesariamente impedir la originalidad y la funcionalidad del proyecto, cuando con un análisis más refinado y con detalles más cuidadosos pueda superar las dificultades que el proyecto presenta. Se enumeran a continuación una serie de recomendaciones al respecto.

a) La sencillez de la estructura permite al proyectista entender claramente la forma en la que éste resiste las cargas laterales y en la que puede disipar la energía introducida por el mismo.

b) La existencia de sistemas estructurales que proporcionen a la estructura rigidez y resistencia en dos direcciones ortogonales es un requisito obvio en vista de que el movimiento del terreno induce fuerzas en cualquier dirección; sin embargo, es bastante frecuente que olvide este punto, con resultados catastróficos.

c) La distribución simétrica en planta de los elementos estructurales evita que se presenten torsiones importantes en la respuesta estructural que den lugar a solicitaciones muy altas y de cuantificación poco confiable en los elementos estructurales.

d) Debe tenderse a una forma regular en planta. Son poco convenientes las formas excesivamente alargadas debido a que se tiende a perder la rigidez de la losa en su plano a trabajar como diafragma y se aumentan las posibilidades de excentricidad en la distribución de rigideces.

e) Debe buscarse una forma regular de la construcción en elevación.

f) La uniformidad de resistencia y rigidez de las diferentes partes de la estructura es un punto esencial. Hay que recordar que las fuerzas laterales para las que se analiza la estructura están reducidas por considerar la habilidad de ésta para disipar energía en el intervalo inelástico.

g) Debe asegurarse que los sistemas de piso y techo sean suficientemente rígidos y resistentes para absorber las fuerzas que se originan en su plano a fin de poder distribuir las fuerzas de inercia entre los elementos verticales de diferente rigidez.

h) La cimentación debe ser tal que pueda transmitir a la estructura los movimientos del suelo de manera que ésta actúe como una unidad monolítica y que no haya deformaciones relativas importantes entre suelo y estructura.

5) PROCESO CONSTRUCTIVO EN MECANICA DE SUELOS.

DIFERENTES METODOS DE DRENAJE Y ESTABILIZACION.

Se han ideado diversos métodos, en la mayor parte de los cuales se inyectan lodos o soluciones en los vacíos del suelo. Estos materiales endurecen el suelo en grados variables y le imparten cohesión. Como llenan parcialmente los vacíos, también reducen la permeabilidad.

En muchas ocasiones, se ha intentado la inyección de lechada de cemento. La experiencia ha demostrado que el método puede producir resultados muy buenos, pero solamente si el suelo es relativamente homogéneo y no está estratificado, y si el tamaño de los granos no es demasiado pequeño. La lechada no penetrará los vacíos de un suelo suelto cuyo diámetro efectivo D sea menor que 0.5 mm., los de un suelo compacto cuyo diámetro efectivo sea menor que 1.5 mm. Por lo tanto, las inyecciones de cemento no son adecuadas para los suelos más finos que las arenas gruesas.

El tamaño de las partículas del cemento, limita la finura de una arena adecuada para la inyección de cemento. Sin embargo, pueden obtenerse suspensiones de arcilla de cualquier finura deseada, quitando las fracciones más gruesas de las arcillas naturales.

Esto ha conducido a la realización de intentos de inyectar suelos con lodos de arcilla. En la práctica, se ha encontrado que impide la penetración, la formación de una película filtrante que tapa los huecos. La formación de la película filtrante depende al parecer, en gran manera de los electrólitos que se hallen presentes en el agua subterránea; esta influencia introduce un elemento de gran incertidumbre con respecto a la eficacia del procedimiento. En realidad, parece que los materiales que pueden inyectarse con éxito con lodos de arcilla tienen aproximadamente las mismas características que los que son adecuados para la inyección de cemento. Además, aunque la inyección de arcilla puede reducir mucho la permeabilidad de la arena, no aumenta gran cosa su resistencia.

Se ha practicado mucho la solidificación de suelos inyectándoles sustancias químicas. Un procedimiento común consiste en la inyección de silicato de sodio y cloruro de calcio, que reaccionan en el suelo para formar un aglutinante cohesivo. En una variante de este método, se inyecta una sola solución que contiene un amortiguador que retrasa y controla el tiempo de fraguado. Estos métodos tienen mucho éxito en las arenas limpias relativamente homogéneas con diámetro efectivo mayor que 0.1 mm, pero la eficacia del

procedimiento disminuye rápidamente al disminuir el tamaño de los granos o la homogeneidad de la arena. Además depende mucho de la composición química del agua subterránea.

También se han usado mucho los polímeros que se mezclan con catalizadores y retardadores antes de la inyección, y que reaccionan después de un lapso para formar un gel casi impermeable. Antes de la reacción, la viscosidad de la mezcla es solamente el doble de la del agua. Además, al tiempo de la reacción no lo afectan significativamente la composición química del agua subterránea.

El tiempo que dura la reacción puede controlarse para que ocurra en pocos segundos o en varios minutos; con este control algunas veces es posible estabilizar materiales a través de los cuales el agua pasa con relativa rapidez.

Todos los procedimientos en que se emplean las inyecciones son costosas, y aun bajo condiciones favorables, son inciertos. Aunque se han hecho con éxito muchas aplicaciones, muchos otros intentos han resultado fracasos decepcionantes. Por lo tanto, las estabilizaciones de este tipo deben considerarse solamente en circunstancias excepcionales, donde el riesgo de un fracaso se compense, en vista de los posibles beneficios de una aplicación exitosa. En cualquier caso, la inyección no debe tomarse como una cuestión de

rutina y no debe emprenderse sin el asesoramiento de especialistas competentes y experimentados.

Por lo que para la planta fueron descartadas estas soluciones, dado que se fundamentó la estabilidad de la estructura en las trabes de cimentación y el refuerzo de los elementos. De tal forma que la inyección de agua superficial en el suelo se hizo más para aprovechar el agua y retardar la velocidad de desecación, aunque esto último pueda resultar con el tiempo sin resultados definitivos.

5.1) POZOS DE DRENAJE PARA EL AGUA TRATADA

Estos pozos su función es aumentar el nivel freático en los estratos superiores del suelo, para que alivie en parte los abatimientos que han sufrido debido a la extracción que se ha hecho del agua en la región colindante del predio. Por otra parte se trata de dar un uso adecuado a las aguas residuales que genera el laboratorio (fig. 5.1).

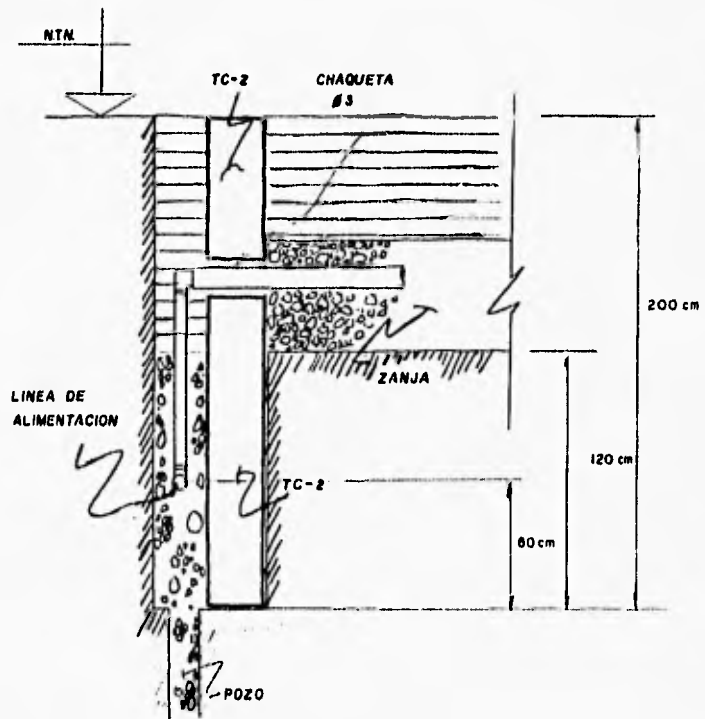


Fig. 5.1) Llegado de tubería en ejes perimetrales

El proceso constructivo para los pozos de drenaje se hizo de la siguiente manera: se aprovecho desde luego la excavación hecha para las trabes de cimentación TC1 y TC2, después como se indica en la figura se hizo la perforación del pozo con un diámetro de 15 cm. Disponiéndolos aproximadamente a 3 m uno de otro siguiéndose al centro de los bordes de excavación; Posteriormente se hizo un relleno con agregado grueso en el pozo y en el interior de la zanja hasta una altura de 1.20 m., previamente se hizo el tendido de la tubería de pvc perforada por la cual se inyectará el agua a presión (fig. 5.2).

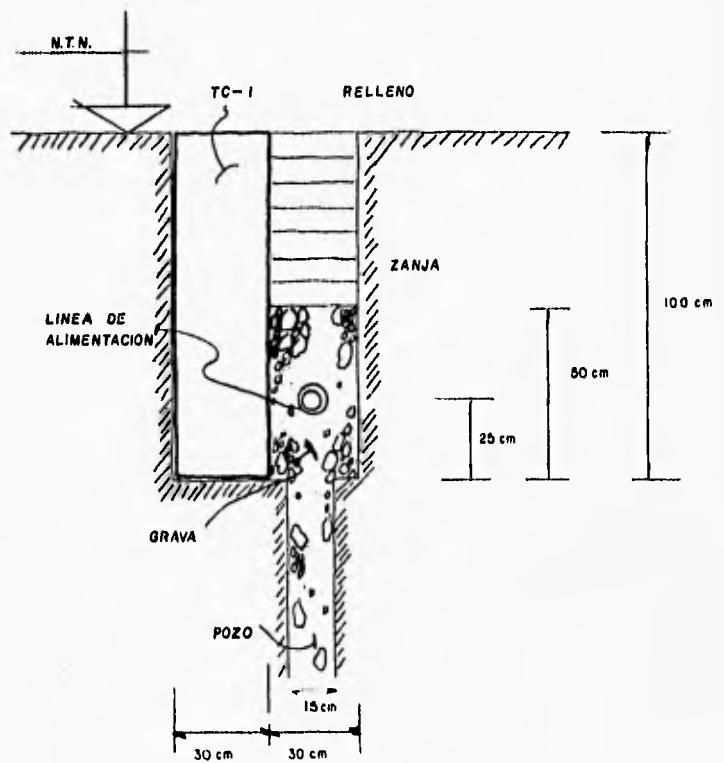


Fig. 5.2) Llegado de tubería en ejes interiores

6) PROCESO CONSTRUCTIVO EN CIMENTACION

En el interior de la nave se hizo un acarreo muy despacio debido a que había que cuidar el control de calidad en cuanto a limpieza, volumen máximo almacenado y el acarreo fuera de la nave; Conforme a esto se fue desalojando el material en los distintos ejes sobre todo en los interiores, donde se hicieron los armados de las trabes y dados, haciendo que se traslaparan etapas de estos conceptos para aprovechar las divisiones temporales que se hicieron de las áreas de trabajo dentro de la nave. Previo a la excavación se utilizó una rompedora de concreto para quitar la parte superficial de firme dentro de la nave, por lo que se tuvo que hacer un sellado muy cuidadoso en ventanas y puertas interiores a base de cinta elástica, para evitar el paso de polvo y ruido a áreas de producción donde la presencia de polvo provoca contaminación en los productos ahí elaborados tales como tabletas y ungüentos.

6.1) MUROS DE MAMPOSTERIA.

Los muros de mampostería fueron colocados en el perímetro de la nave en los ejes A y I para darle mayor resistencia al cortante en la fachada.

El muro fue hecho a base de tabique rojo recocido, en el perímetro de la fachada y de piedra brasa en donde se encuentran ubicados los tanques de sorbitol.

Los tanques de sorbitol se encuentran soportados en una losa de concreto, la cual podría generar fisuras en el estrato inmediato por debajo de la losa, debido a excavación que se hizo para colocar los postensados, por lo que se decidió construir un muro que ofreciera mayor rigidez a esta cimentación por el esfuerzo transmitido por el tanque al suelo. La construcción se hizo por etapas derrumbando material limoso fisurado y colocando el muro cada 2 mts. para evitar un hundimiento regional súbito debido al peso de los tanques. Adicionalmente se colocaron puntales sobre la marquesina para darle mayor estabilidad a los tanques para un movimiento rotacional de los mismos provocado por una falla local del suelo como se muestra en la foto, fig. (6.1).



Fig. 6.1) Muro de cimentación de piedra en tanques de sorbitol.

6.2) TRABES DE CIMENTACION EN EJES PERIMETRALES E INTERIORES.

Las trabes de cimentación fueron colocadas en la zona de fisuras para darle mayor refuerzo; por lo que visto en planta asemeja un enrejillado parcial en el área total de la nave como se muestra en la fig. (6.2).

LOCALIZACION DE TRABES DE CIMENTACION DE REFUERZO Y DATOS DE UNION.

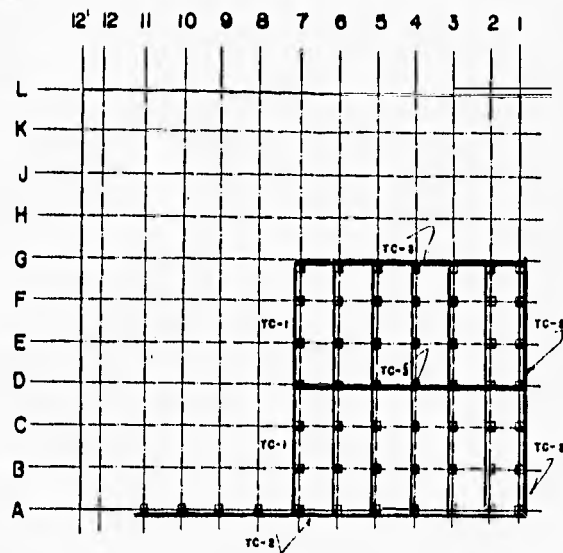


Figura 6.2

6.2.a) COLADO DEL CONCRETO.

TRANSPORTE

El transporte del concreto es parte esencial en el proceso de construcción de una obra, y con demasiada frecuencia no se presta suficiente atención ni a la elección del método, ni a su empleo en la obra. Si se le da al equipo un uso descuidado o inapropiado, se afectará la calidad del concreto y, consecuentemente, su eficacia y su productividad.

Son muy diversos los métodos aplicables al transporte del concreto, desde las carretillas hasta las bombas, y muchos los factores que influyen en la elección del más apropiado: la naturaleza de la obra, las condiciones del terreno, el tamaño de la obra, la distancia que hay que cubrir y la altura de carga y descarga; también deben tomarse en consideración el tamaño del agregado y la trabajabilidad del concreto. En muchas obras puede ser necesario emplear diferentes métodos, o una combinación de varios, como es el caso de que el concreto tenga que transportarse tanto horizontal como verticalmente.

SUPERVISIÓN EN LOS COLADOS DE LAS TRABES DE CIMENTACIÓN.

Para los colados de traves de cimentación en la supervisión se observaron las siguientes indicaciones:

1.- Verificación de armados, separación de estribos, soldaduras, anclajes, ganchos, traslapes, etc. Así como la recepción de los trabajos por secciones.

2.- Verificación de trazo, nivelación y plomeo de la cimbra, así como su troquelamiento.

3.- Avisar con 24 Hrs. de anticipación de los colados para verificar los elementos correspondientes.

4.- Tener vibradores suficientes y que estos funcionen correctamente para su uso durante todo el colado.

5.- Humedecer previamente a los colados los elementos por colar.

6.- Vigilar que no se vacíen las mezclas al suelo para evitar su contaminación, cuando sea necesario vaciar mezclas fuera de su sitio de colado será necesario fabricar una artesa.

7.- La tolerancia en la recepción del concreto premezclado en tiempo (tiempo proporcionado por la planta en el arribo de los camiones) y revenimiento (8 a 12 cm.) sean los adecuados.

8.- Se deberá obtener 3 cilindros de muestra para verificación de resistencia del concreto, por cada 20 m ó fracción a los 7, 14, y 28 días.

9.- Se deberá llevar un control exacto de los colados que incluyan:

- a) Número de olla, remisión, hora de salida y de llegada a obra.
- b) El elemento o elementos que se colaron (Cuantificados).
- c) Identificación de juntas de colado.
- d) Tener aditivos suficientes en obra para juntas frías, oquedades, etc.
- e) Llevar un seguimiento de los elementos que se colaron al momento de recibir los resultados de resistencia del concreto.
- f) Curar los elementos adecuadamente.
- g) Mantener la cimbra en los elementos según lo convenido.

TABLA DE CONTROL DE COLADO CON CONCRETO PREMEZCLADO

Salida de la planta	Arribo a la obra	Salida de la obra	Volumen m ³	Número de unidad	Tramo de colado	Revisó
11:33	11:55	12:15	7	1137	7'-8'	VDH
12:28	12:35	12:55	7	0779	8'-9'	VDH
12:46	13:05	13:20	7	9441	9'-10'	VDH
13:07	13:25	13:40	4	1136	10'-11'	VDH
13:34	13:50	14:05	5	1121	11'-11'	VDH

Figura 6.31

Durante el colado se revisó que no tuviera alguna alteración el armado, la trayectoria de los ductos de postensados, colocación de cometa terminal, al igual que el habilitado de cimbra y troquelamiento. Así como el tamaño del agregado, revenimiento e intervalos de llegada de las ollas a la obra.

En la nave del laboratorio se utilizó tanto el camión de tambor giratorio como carretillas para el concreto hecho en situ, de tal manera que se trató de hacer llegar el concreto al lugar de colado de manera rápida, usando también bombas de inyección para que fuera lo mas económicamente posible y en las mejores condiciones.

Para la colocación y colado de estas trabes se hicieron primero las trabes perimetrales en los ejes A y 1; Se empezó su construcción en estos ejes por la factibilidad

de excavación dado que se encontraban afuera de la nave lo cual no interfería con las actividades que se realizaban adentro, otra razón es que mientras se llevaba a cabo la excavación de estas zanjas para recibir a las trabes se fue acondicionando las zonas en el interior en cuanto a movimiento de maquinaria, oficinas y reubicación de zonas de trabajo para no alterar como se ha dicho ya, la producción de los diferentes medicamentos que ahí se elaboran.

Esta reubicación se hizo en todas las zonas que atraviesan las trabes interiores por medio de muros de tablaroca separando perfectamente la zona de la trabe que se iba a ocupar para el rompimiento de concreto, excavación, acarreo de material, armado y colado de la trabe de tal suerte que se contaba con un espacio muy reducido para efectuar estos conceptos. Por lo que la duración de estos fueron hechos con un factor de seguridad en tiempo dado que se desconocían los rendimientos máximos y mínimos de la ejecución de tales actividades en condiciones desfavorables como las que se mencionan.

6.2.b) CONSIDERACIONES SOBRE LA COLOCACION DE LA CIMBRA.

Durante el trabajo preliminar, el diseñador debe tener cuidado de interpretar correctamente las cláusulas de las especificaciones de ingeniería relacionadas con los alineamientos y niveles de construcción, al igual que los detalles importantes. Por lo general, las especificaciones para obras de concreto contienen una cláusula que establece: - **Todo el concreto estructural deberá ser terminado con exactitud respecto a su alineamiento, nivel y verticalidad**- No obstante, los diseñadores de estructuras saben que, a excepción de algunos puntos críticos de la estructura o cuando el aspecto visual es importante, tanto el alineamiento como la nivelación y la verticalidad son difíciles de lograr. Aún cuando las diferencias son normalmente tolerables, a veces pueden surgir malentendidos en el lugar de la obra cuando el residente o el maestro de obra interpretan de manera diferente algún detalle especificado en el contrato. Como se ha podido observar en la práctica, las especificaciones deben aceptar tolerancias razonables de acuerdo con la escala y función del elemento de concreto en cuestión. Sin embargo, si éste no fuera el caso, deben establecerse normas apropiadas para que el contratista pueda cumplirlas durante el desarrollo de la obra.

La localización de las juntas de colado y de construcción es necesario destacar desde ahora que nada es más crítico para el diseño de cimbras que las decisiones acerca de la elevación, altura y cantidad de la mezcla de concreto para los colados, así como el tamaño de la crujía y detalles de las juntas. Las implicaciones que pueden tener estas decisiones son evidentes no sólo en el comportamiento estructural de la obra terminada, sino también en la calidad de la apariencia final. Estas decisiones tienen gran influencia sobre el diseño de la cimbra y los detalles de construcción, determinando al mismo tiempo la selección de materiales y los métodos de construcción.

El ingeniero y el arquitecto están muy involucrados en la definición de la posición de las juntas de construcción y de los detalles, ya que el diseño del refuerzo, los traslapes y las juntas del mismo están bastante interrelacionados con las juntas de colado.

Una vez que se hayan resuelto estos detalles en el proceso de diseño, el contratista podrá disponer de los detalles del perfil estructural y la distribución de los armados. El diseñador debe observar con sumo cuidado todos los planos relacionados en estos factores, aclarando cualquier duda y discrepancia en los detalles o diferencias en los perfiles con los responsables de los costos y de la contabilidad del contrato. Por lo general, esta verificación de planos es la primera operación que debe efectuar cualquier profesional de una constructora.

Durante el proceso de revisión, el diseñador o proyectista contratado por los ingenieros civiles y estructurales. En cierta medida, el diseñador puede proporcionar una relativa seguridad en contra de errores que pueden arrastrarse hasta la etapa de construcción. Las discusiones sobre los detalles estructurales durante este proceso de revisión permiten que el diseñador de la cimbra se forme un concepto claro de la función de cada parte de los elementos de concreto, mejorando su comprensión de los detalles críticos.

6.3) PREPARACION DE ZAPATAS PARA EL CIMBRADO DE TRABES DE LIGA.

El acondicionamiento de las zapatas se hizo en el perímetro y ejes interiores respectivamente, dado que era una demolición parcial de la zapata como se puede ver en la fig. 6.4, en esta se muestra como se dejó el armado para posteriormente colar la trabe de cimentación.

DEMOLICION DE ZAPATA PARA COLOCACION TRABE DE CIMENTACION.

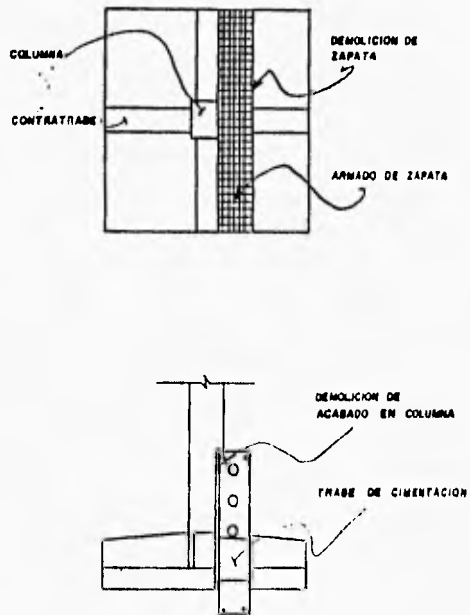


Figura 6.4

6.4) POSTENSADOS Y ARMADOS EN DADOS DE COLUMNAS

Como se mencionó en el capítulo 4.2 los postensados en las contratrabes de cimentación van servir para aliviar los esfuerzos y deformaciones que se produzcan en el suelo. En la obra se uso el método tradicional a base de gatos hidráulicos, los cuales tensan el acero contra los cabezales o moldes los cuales se sitúan en los extremos de la contratabe.

A continuación veremos las consideraciones que se tomaron en este proceso constructivo:

Primeramente el acero a tensar cuando llega a la obra debe ser almacenado para evitar que se oxide no que dando expuesto a la intemperie, dado que estar oxidado podría alterar las condiciones de resistencia a la tensión del material. Los encamisados donde irán los cables deben estar perfectamente bien ubicados en planos para su supervisión en nivelación, elevación, y alineación dentro de la contratabe en el momento de su colocación; para este caso se utilizaron encamisados metálicos como se puede observar en la figura 6.5.

Quince días antes se hizo un tendido de los cables para que no tuvieran formas helicoidales en el momento de introducirlos a los encamisados y que estos pudieran por fricción separar las ductos. Es importante recordar que no debe permitirse que la lechada se introduzca en los ductos, éstos tenderán a flotar, no obstante que hayan sido fijados con precisión en su posición. Es interesante recordar que deben permanecer en su sitio durante la colocación del concreto.

El aspecto más importante del equipo en el pretensado consiste básicamente en la mordaza temporal que retiene a los alambres o torones durante y después del tensado. El método de tensado podrá variar, pero la mordaza no, ya que aún está constituida por un barril y una cuña.

Generalmente, la cuña consta de dos o tres piezas con un collar y una grapa de alambre que mantienen a ambos en la misma posición relativa. Es importante que la cuña quede fija alrededor del alambre o torón y dentro del barril en una posición concéntrica, para que todos los segmentos de la cuña se introduzcan a la misma distancia dentro del barril. La cuña tiene ranuras en la superficie en contacto con el tendón e independientemente de que se emplee varias veces, deberá examinarse con cuidado previa a su uso.

TRABES DE CIMENTACION

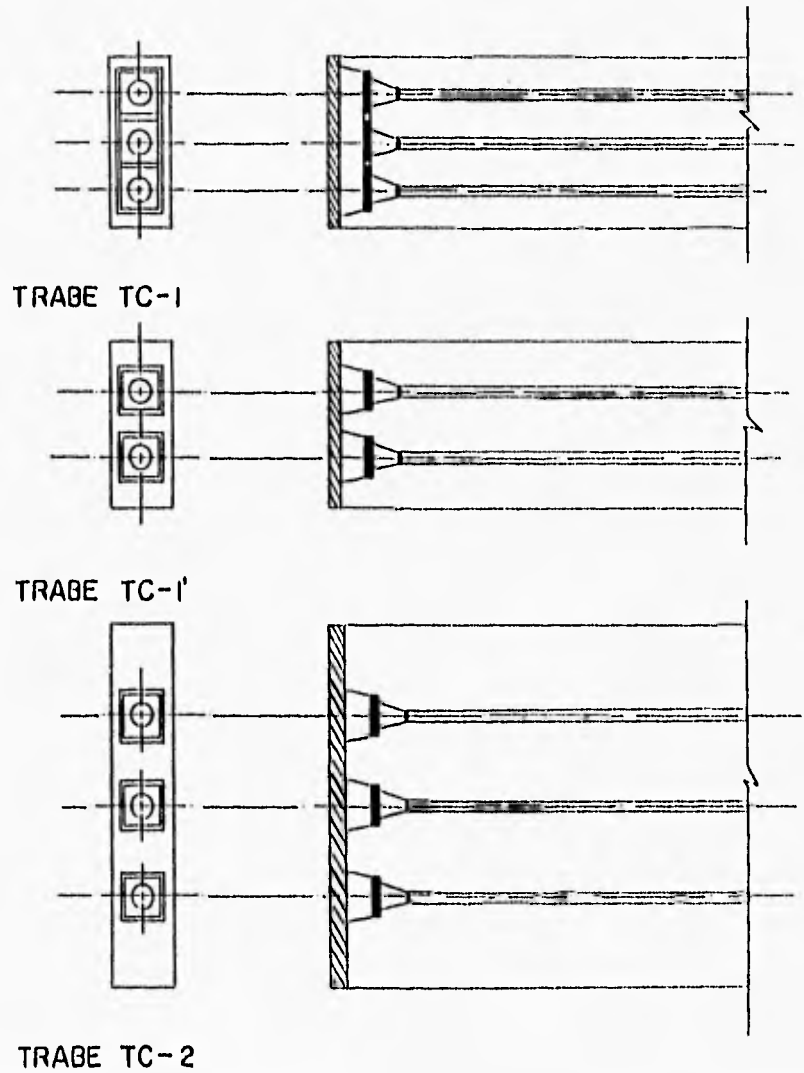


Figure 6.51

El concreto se vaciará una vez que los moldes se encuentren ensamblados. Es esencial que las unidades aún no preesforzadas se curen apropiadamente para evitar el agrietamiento por contracción durante el proceso de endurecimiento. Una vez que el concreto ha adquirido resistencia suficiente, se tensan los tendones, anclándolos por un extremo y tensándolos con los gatos contra la cara del anclaje en el otro extremo, o tirando con los gatos desde ambos extremos simultáneamente. Los tendones dentro de cada ducto pueden tensarse individualmente, enganchando un gato de barra o de un solo torón a cada tendón a la vez o conectando también un gato de torón o de múltiples alambres a todos los tendones al mismo tiempo.

En el postensado es muy importante verificar tanto la extensión del tendón como la carga. No es posible observar el movimiento del tendón dentro del ducto, ya que sólo puede registrarse mediante la extensión del gato. Deberán vigilarse la carga aplicada y la extensión para una cierta rapidez de los incrementos de carga pueda ser rápidamente revelada.

Si en alguna parte del ducto queda atorado el tendón, la magnitud de la extensión disminuye, lo cual indica una falla y es en este momento cuando debe actuarse para su corrección.

6.4.a) REQUISITOS DE RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA LAS TRABES POSTENSADOS.

Generalmente se requiere un concreto más fuerte para el trabajo preesforzado que para el reforzado. La práctica actual pide una resistencia a los cilindros de 28 días, una resistencia de 280 a 350 kg/cm para el concreto preesforzado, mientras el valor correspondiente para el concreto reforzado es de 175 kg/cm² aproximadamente. La resistencia usual especificada para los cilindros en Europa es de 360 kg/cm².

Por varias razones es necesaria una resistencia más alta en el concreto preesforzado. Primera, a fin de minimizar su costo, los anclajes comerciales para el acero del preesfuerzo siempre se diseñan basándose en concreto de alta resistencia. Por consiguiente, el concreto más débil, o requerirá anclajes especiales, o fallará bajo la aplicación del preesfuerzo. Tales fallas pueden aparecer en el apoyo o en la adherencia entre el acero y concreto, o en tensión cerca de los anclajes.

El concreto de resistencia alta a la compresión ofrece alta resistencia a la tensión y al corte, así como a la adherencia y al empuje, y es deseable para las estructuras de concreto preesforzado, cuyas diversas partes están bajo esfuerzos mayores que los del concreto

reforzado ordinario. Otro factor es que el concreto de alta resistencia está menos expuesto a las grietas por contracción que aparecen frecuentemente en el concreto de baja resistencia antes de la aplicación del preesfuerzo. También tiene un módulo de elasticidad mayor y una deformación menor por plasticidad, resultando en una pérdida menor del preesfuerzo en el acero.

La experiencia ha demostrado que con una resistencia de 280 a 350 kg/cm resultará la mezcla más económica para el concreto preesforzado. Aunque la resistencia del concreto para cada trabajo por especificar debe considerarse individualmente, hay razones evidentes por las que la mezcla económica cae dentro de cierta latitud. Puede obtenerse sin exceso de trabajo o de cemento y concreto de 280 a 350 kg/cm de resistencia. El costo del concreto de 350 kg/cm generalmente es un 15% mayor del de 175 kg/cm, mientras que tienen una resistencia 100% mayor, la cual bien puede utilizarse y con frecuencia necesitarse seriamente en las estructuras preesforzadas. Para obtener una resistencia mayor de 350 kg/cm, por otra parte, no sólo costará más, sino también necesitará un diseño más cuidadoso, así como control del mezclado, colado y curado del concreto, lo cual no se puede lograr fácilmente en el campo.

Los diversos sistemas de tensado requieren equipos diferentes. Independientemente del sistema que se utilice, los anclajes son permanentes y forman parte de la unidad de corta longitud; su costo (así como los ductos y la lechada) sobrepasa con mucho el ahorro que se tenga en los tendones de acero en comparación con el pretensado.

En los extremos de las unidades postensadas, los tendones transmiten una gran fuerza al anclaje el cual es de un área relativamente pequeña. El efecto que se produce es similar al de introducir una cuña en un bloque de madera y, a menos que pueda contenerse esta fuerza de 'estallamiento' hasta que se disperse en la sección en el extremo de la unidad se presentará la fractura.

En los cálculos de diseño se ha prestado especial atención a esto, que por lo general, resulta en concentrar refuerzo en las zonas extremas. También el concreto en esta área deberá ser de buena calidad con una compactación adecuada, a pesar del congestionamiento del refuerzo, ductos y anclajes. En algunos casos, el bloque del extremo será prefabricado, girándolo 90 grados para darle mejor acceso al concreto en el momento de vaciarlo y posteriormente incorporarlo a la estructura durante la construcción.

7) PROCESO DE CONSTRUCCION EN ESTRUCTURA

En la etapa de reestructuración se seleccionan los materiales que van a constituir el refuerzo de la estructura, el sistema estructural principal y el arreglo y dimensiones preliminares de los elementos estructurales más importantes. El objetivo debe ser el de adoptar la solución óptima entre un conjunto de posibles opciones de estructuras que sirvan de refuerzo a la construcción.

Rara vez es factible realizar un proceso formal de optimación que permita determinar analíticamente las características del sistema estructural que da lugar a un costo mínimo, a la vez que cumple con las restricciones externas. Solamente algunas estructuras muy sencillas en las que el número de restricciones externas es reducido pueden ser representadas por un modelo analítico factible de ser sometido a un proceso de optimación.

Para la reestructuración se optó por contraventeos a base de acero redondo, los cuales dan flexibilidad y ductibilidad a los marcos reforzados de la nave para cargas laterales provocados por desplazamientos del suelo o movimiento sísmico.

7.1) RIGIDIZACION DE FACHADA

Como se mencionó en el punto 7.0 la rigidización de la fachada se hizo a base de contravientos, de acero redondo, en donde para su colocación se hicieron primero placas de cold rolled para su sujeción en la parte superior de las columnas como se muestra en la figura 7.1.

COLOCACION DE TENSORES PARA REFUERZO SISMICO EN COLUMNA.

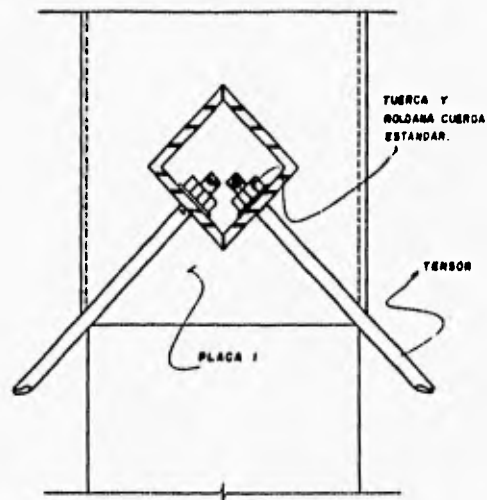


Figura 7.1

7.1.a) DISPOSICION DE TENSORES Y CONSIDERACIONES GENERALES QUE SE TOMARON EN CUENTA

Los redondos de acero que forman el contraviento fueron primero colados junto con la trabe de cimentación para quedar anclados en su parte inferior, posteriormente se dejó un metro de saliente del redondo sobre el nivel de terreno para que se soldara y formar así el contraviento como se muestra en la figura 7.2

COLOCACION DE TENSORES EN LA TRABE DE CIMENTACION.

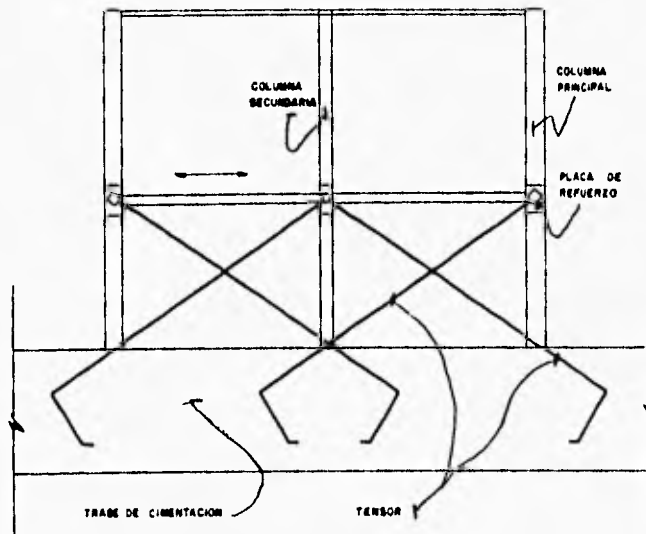


Figura 7.2

CONSIDERACIONES DE MIEMBROS SUJETOS A TENSION EN BARRAS DE ACERO DE SECCION CIRCULAR.

Los miembros sujetos a tensión se encuentran en puentes y armaduras para techos, torres, sistemas de contraventeo y en miembros usados como tirantes (vientos). La selección de un perfil que se va utilizar como miembro sujeto a tensión, es uno de los problemas más sencillos del diseño. Como no existe peligro de pandea, los cálculos se reducen a la simple división de la carga entre el esfuerzo de tensión permisible, lo que nos da el área neta necesaria de la sección transversal, de aquí la selección del perfil de acero que tenga dicha área.

El tipo de miembro a usar puede depender más del tipo de su conexión en el extremo que de cualquier otro factor. Uno de los perfiles más sencillos, de miembro sujeto a tensión, es el redondo o barra de sección circular, pero presenta cierta dificultad al conectarse con muchas estructuras.

El redondo fue utilizado frecuentemente en el pasado, pero en la actualidad sólo se usa en sistemas de contraventeo, en armaduras ligeras, y en construcciones de madera. La razón importante por la que los redondos son poco aceptados por los proyectistas, es que en el pasado fueron tan a menudo impropriamente usados, que no tienen buena aceptación; pero si se diseñan e instalan correctamente, resultan satisfactorios en muchas ocasiones.

Los redondos de las medidas ordinarias tienen muy baja rigidez y pueden flexionarse fácilmente por su propio peso, perjudicando la apariencia de la estructura. Las roscadas, primeramente utilizadas en puentes, a menudo trabajaban flojas y producían ruido. Otra desventaja de los redondos es la dificultad de fabricarlos a las longitudes exactas requeridas, con las consecuentes dificultades de instalación.

La exposición anterior, respecto de los redondos, ilustrará el motivo por el que los perfiles laminados, tales como los ángulos, han reemplazado a los redondos en la mayor parte de las aplicaciones.

En los comienzos de las estructuras de acero, los miembros sujetos a tensión eran varillas, barras de ojo y aún cables; ahora, aunque el uso de cables en estructuras de techos colgantes va en aumento, los miembros sujetos a tensión usualmente se forman de ángulos

sencillos, pares de ángulos, canales, perfiles de patín ancho o secciones compuestas con placas y perfiles laminados. Estos miembros parecen mejores que los antiguos, y son más rígidos y fáciles de conectar. Otro tipo de perfiles utilizados a menudo, son las placas y las soleras soldadas sujetas a tensión, cuyo uso es muy satisfactorio en torres de transmisión y de señales, puentes para peatones, y estructuras similares.

7.1.b) DISPOSICION DE ANILLOS EN LAS COLUMNAS REFORZADAS

Las columnas principales reforzadas fueron a base de soleras de 2", colocando una serie de anillos en todo su cuerpo de la columna para darle mayor resistencia al cortante debido a la acción de los hundimientos diferenciales que se están presentando, así como mayor capacidad de carga (fig. 7.3). El trabajo de montaje de estos anillos sobre la columna se hizo a base de soldadura por lo que se tuvieron en cuenta aspectos relacionados con este concepto tan común pero de mucho cuidado, como tipo de soldadura a usar, ventajas, e inspección etc.

En la parte superior de las columnas, primeramente se hizo un martilenado para posteriormente poner un estabilizador para que asentara bien la placa de acero la cual se sujeta alrededor de la columna como se muestra en la figura 7.4.

Las placas de sujeción y atezadores se colocaron a base de soldadura como se mencionó anteriormente, por lo que veremos las consideraciones generales tomadas en cuenta en el trabajo de soldado de estos elementos.

FIJACION DE TENSORES DENTRO DE RECUBRIMIENTO.

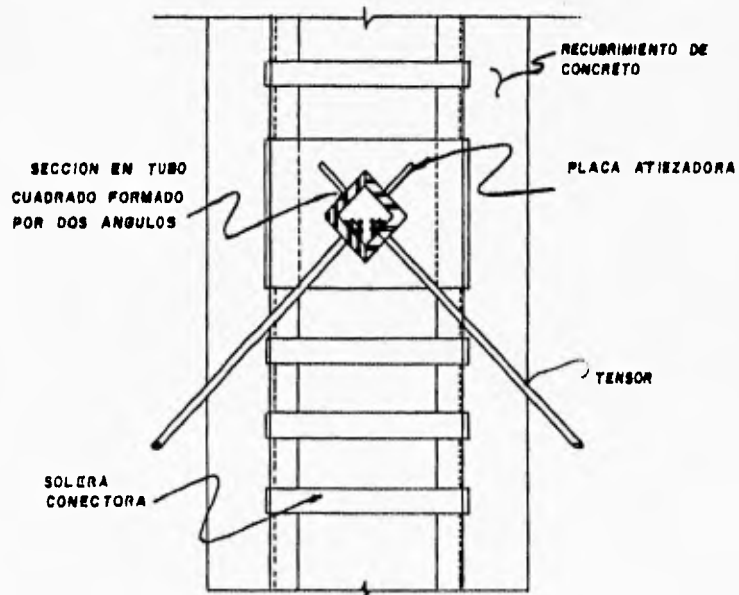


Figura 7.3

7.1.c) VENTAJAS DE LA SOLDADURA

Actualmente es posible hacer uso de las muchas ventajas que la soldadura ofrece, ya que los temores de fatiga e inspección han sido eliminados casi por completo. Algunas de las muchas ventajas de la soldadura, se presentan en los párrafos siguientes:

1. Para la mayoría de la gente, la primera ventaja está en el área de la economía, por que el uso de la soldadura permite grandes ahorros en el peso de acero utilizado. Las estructuras soldadas permiten eliminar un gran porcentaje de las placas de unión y de empalme, tan necesarias en las estructuras remachadas o apernadas, así como la eliminación de las cabezas de remaches o tornillos. En algunas estructuras de puente es posible ahorrar hasta un 15% o más del peso de acero con el uso de la soldadura. La soldadura también requiere un trabajo apreciablemente menor que el necesario para el remachado, porque un soldador puede reemplazar a la cuadrilla normal remachadora de cuatro hombres.

2. La soldadura tiene una zona de aplicación mucho mayor que el remachado o apernado. Considérese una columna de tubo de acero y las dificultades para conectarla a los otros miembros de acero, con remaches o pernos. Una conexión remachada o apernada puede ser virtualmente imposible, pero una conexión soldada, cualquiera que sea, no presentará dificultades. Hay otras situaciones similares, donde la soldadura tiene decidida ventaja.

3. Las estructuras soldadas son estructuras más rígidas, porque los miembros normalmente están soldados directamente uno a otro. Las conexiones para estructuras remachadas o apernadas, se realizan a menudo a través de ángulos de conexión o placas que se deforman debido a la transferencia de carga, haciendo más flexible a la estructura completa. Por otra parte, la mayor rigidez puede ser una desventaja donde se necesiten conexiones extremas simples, con baja resistencia a los momentos. En tal caso, el calculista debe tener cuidado de especificar el tipo de junta.

4. El proceso de fusionar las partes por unir, hace a las estructuras realmente continuas. Esto se traduce en construcción de una pieza y puesto que las juntas soldadas son tan fuertes o más que el metal base, no se presentan restricciones en las uniones. Esta ventaja de la continuidad ha permitido la elección de un sin fin de estructuras de acero estáticamente indeterminadas, esbeltas y agraciadas, en todos los Estados Unidos. Algunos de los más prominentes defensores de la soldadura se han referido a las estructuras remachadas y apernadas, con sus pesadas placas y gran número de remaches o pernos,

como semejando tanques o carros blindados, al compararlas con las limpias y suaves líneas de las estructuras soldadas.

5. Es más fácil realizar cambios en el diseño y corregir errores durante el montaje (y a menor costo), si se usa soldadura.

6. Otro detalle que a menudo es importante es el silencio al soldar. Cosa de mucha consideración en los trabajos realizados en el laboratorio dado las condiciones en que se estaba trabajando con la planta en operación.

7. Se requiere menos precauciones de seguridad para el público en áreas congestionadas en comparación con las necesarias para una estructura remachada donde el lanzamiento de los remaches en calientes es indispensable.

INSPECCION DE LA SOLDADURA

Para asegurarse de una buena soldadura en un trabajo determinado, deben seguirse tres pasos:

1. Establecer buenos procedimientos de soldadura.
2. Usar soldadores calificados.
3. Emplear inspectores competentes en el taller y en obra.

Para lograr una buena soldadura existe una serie de factores entre los que pueden mencionarse la selección apropiada de electrodos, corriente y voltaje; propiedades del metal base y de aportación posición de la soldadura etc.

Inspección visual. Otro factor que ayudará a los soldadores a realizar un mejor trabajo, es justamente la presencia de un inspector, que ellos consideren que sabrá apreciar un buen trabajo cuando lo vea. La inspección visual de un hombre capaz, dará una fuente de información perfecta por lo que hace a esta condición necesaria más no suficiente en la aprobación de un trabajo de soldadura.

Líquidos penetrantes. Diversos tipos de tinturas (de baja tensión superficial) pueden extenderse sobre las superficies de soldadura, estos líquidos penetrarán en cualquier defecto, como grietas que se encuentren en la superficie y sean poco visibles; después de que la tintura ha penetrado en las grietas, se limpia el exceso de la misma y se aplica a un polvo absorbente (u otro líquido que al secar deje una película absorbente) el cual extraerá a la tintura a la superficie y revelará la existencia de la grieta delineándola en forma visible al ojo humano.

Partículas magnéticas. Por este proceso, la soldadura por inspeccionar se magnetiza eléctricamente, los bordes de las grietas superficiales o cercanas a la superficie se vuelven polos magnéticos (norte y sur a cada lado de la grieta) y se riega polvo seco de hierro o un líquido con polvo en suspensión, el fantasma magnético es tal que la grieta queda detectada en localización forma y tamaño. La desventaja del método, es que en el caso de una soldadura realizada con cordones múltiples, el método debe aplicarse para cada cordón.

Prueba ultrasónica. En los años más recientes, la industria del acero ha aplicado los ultrasonidos a la manufactura del acero, si bien el equipo es costoso, el método es bastante útil también en la inspección de soldadura. Las ondas sónicas se envían a través del material que va a probarse y se reflejan en el lado opuesto del mismo, la onda reflejada se detecta en un tubo de rayos catódicos, los defectos en la soldadura afectan el tiempo de transmisión del sonido y el operador puede leer en el cuadro del tubo, localizar las fallas y conocer que tan importantes son.

Procedimientos radiográficos. Los métodos radiográficos, más costosos, pueden utilizarse para verificar soldaduras ocasionales en estructuras importantes. De estas pruebas es posible realizar una buena estimación del porcentaje de soldaduras malas en una estructura. El uso de máquinas de rayos X portátiles, donde el acceso no es un problema, y el uso de radio o cobalto radiactivo para tomar fotografías, son métodos de prueba excelentes pero costosos. Son satisfactorios en soldaduras a tope (por ejemplo; soldadura de tuberías importantes de acero inoxidable en los proyectos de energía atómica) pero no son satisfactorios para soldaduras de filete, ya que las fotografías son difíciles de interpretar.

Una desventaja adicional de estos métodos es el peligro de la radioactividad. Deben utilizarse procedimientos cuidadosos para proteger tanto a los técnicos como a los trabajadores cercanos. En el trabajo de las construcciones normales, este peligro posiblemente se encuentran cerca del área de inspección. (Normalmente se requerirá un trabajo muy grande antes de que el uso extremadamente costoso del radio o las pilas de cobalto pueda justificarse.).

7.2) CONSIDERACIONES GENERALES DE SOLDADO EN LA CONSTRUCCION DE LAS ARMADURAS DE ENTREPISO.

Las superficiales que van a soldarse deben estar libres de costras, moho, pintura y otras materias extrañas, solamente las costras de laminación que resistan la acción vigorosa de un cepillo de alambre pueden dejarse. Una capa ligera de aceite de linaza puede despreciarse. Las superficies de las juntas deben estar libres de rebabas y asperezas. Si se preparan cantos por medio de soplete, se cortarán siempre que sea posible con soplete de gufa mecánica.

Los extremos de las piezas que van a colocarse a tope, deben alinearse cuidadosamente; las faltas de alineamiento mayores de 3 mm. tienen que corregirse, y al hacerlo, la pieza no deberá girar en un ángulo mayor de 2 grados (pendiente 11mm en 305mm). Si es posible las piezas se colocarán en posición de poder hacer soldadura horizontal y por arriba.

Al ensamblar o unir las piezas de una estructura o miembro compuesto, al procedimiento y orden de la soldadura será tal que evite innecesarias deformaciones y reduzcan al mínimo los esfuerzos debidos a la contracción; donde es imposible anular

esfuerzos residuales elevados en los remates de la soldaduras de un ensamblaje rígido, tales remates deberán hacerse en los elementos de compresión.

Las soldaduras a tope de penetración completa, excepto cuando se ejecutan con la ayuda de material de respaldo, o se hacen en posición horizontal y por arriba en ambos lados en material con cantos escuadrados no mayores de 8 mm de espesor con una abertura en la raíz no menor a la mitad del espesor de la pieza unida más delgada, deberán tener la raíz de la capa inicial cincelada por la parte posterior antes que se inicie la soldadura por ese lado y deberá procederse de tal manera de asegurar un metal sano y una fusión completa a través de toda la sección.

En las soldaduras a tope cuando se usa el respaldo del mismo material que el metal base, deberá obtenerse una fusión perfecta entre ambos metales, pudiéndose quitar las tiras de respaldo por medio de soplete después que la soldadura está completa, procurando no perjudicar el metal base ni la soldadura y la superficie de la misma debe quedar enrasada o ligeramente convexa, con espesor uniforme en la garganta.

Las soldaduras a tope se terminarán los extremos de una junta de manera de asegurar su firmeza. Donde sea posible, esto podría hacerse mediante el uso de placas o barras de extensión, las cuales se quitarán después de completar la soldadura. Los extremos de la misma deberán quedar lisos y al ras de canto de las piezas.

7.2.a) ALINEAMIENTO Y MONTAJE EN LAS ARMADURAS

Los miembros estructurales consistentes de un perfil simple, o compuestos fabricados remachando o soldando, si no se especifica otra cosa, deberán ser rectos dentro de las tolerancias permitidas por la ASTM. Especificación A6 para perfiles simples y de patín ancho o por los requisitos de los siguientes párrafos:

Los miembros en compresión pueden tener una variación lateral máxima de $l/1000$ de la longitud axial entre los puntos que han de quedar lateralmente soportados.

Los miembros ya terminados deberán estar bien alineados y libres de torceduras, dobleces y juntas abiertas. Serán causa de rechazo del material las melladuras y dobleces.

El esqueleto de una estructura se erigirá con precaución y a plomo, teniendo cuidado de introducir puntales y riostras provisionales en el lugar donde lo exijan las cargas que estén alterando el esqueleto, incluyendo cargas ocasionadas por equipos y su funcionamiento, dejando el tiempo que lo demande la seguridad general.

Los almacenamientos de material, equipo de montaje y otras cargas accidentales, causan esfuerzos imprevistos en la estructura, por lo que se tomarán las precauciones necesarias para absorberlos.

8) CONCLUSIONES

- 1.- El problema de la nave se presentó básicamente como consecuencia de no tomar en cuenta estudios de mecánica de suelos y proyectarlos para diseñar una estructura que soportara las fuerzas a las que iba estar sujeta en un comportamiento supuesto en un futuro.

- 2.- El laboratorio farmacéutico depende al cien por ciento de los productos que se elaboran dentro de la planta, por lo que el parar la producción para reforzar la nave industrial, sería imposible. De acuerdo a esto se tomó una solución de refuerzo que aumentara la vida útil de la nave y por otro lado que no interfiera con los procesos que ahí se elaboran, dando como solución una recimentación parcial de la nave.

- 3.- En la situación del sistema suelo-cimentación-estructura se localizan tres diferentes zonas de comportamiento del subsuelo, debido a distintos tipos de material y espesor de estratos compresibles.

- 4.- El abatimiento de los niveles freáticos en la zona son uno de los principales aspectos que han ocasionado los hundimientos en el predio, afectando en forma particular a cada una de las tres zonas antes mencionadas, presentando agrietamientos importantes en las fronteras que definen cada una de ellas.

- 5.- Se identificaron dos movimientos principales en la zona de grietas, que son: hundimiento diferencial por aumento de esfuerzos efectivos al bajar las presiones hidráulicas y corrimiento horizontal al deslizarse el bloque de suelo sobre el basamento de roca que presenta máxima pendiente.

- 6.- Los hundimientos a futuro para las tres diferentes zonas continuarán presentándose pero mientras en la zona I se espera muy poco hundimiento, en las zonas II y III los hundimientos serán muy importantes todo lo anterior en caso de que continúen bajando los niveles de agua; de ser así, aumentarán los agrietamientos en las fronteras de las zonas antes mencionadas.

- 7.- El sistema de postensados en las trabes de cimentación es el que más se ajusta en lo económico y facilidad para trabajar en la obra; este sistema equilibra los esfuerzos y deformaciones que se produzcan por la acción de los desplazamientos en el suelo.

- 8.- La inyección de agua a la capa superficial del suelo se hizo básicamente para retardar la velocidad de desecación regional existente en la zona.

- 9.- En la estructura se consideraron los problemas debido a los desplazamientos del suelo y el de elevar los criterios de rigidez a los que marca el reglamento de construcciones del DDF.

- 10.- Los diferentes métodos de drenaje y estabilización son costosos, aun bajo condiciones favorables y no hay la seguridad absoluta de que la estabilización sea homogénea en toda el área del suelo. Por lo tanto las estabilizaciones de este tipo deben considerarse solamente en circunstancias excepcionales, donde el riesgo de un fracaso se compense en vista de los posibles beneficios de una aplicación exitosa.

11.- En el método a aplicar en el transporte del concreto se debe hacer una elección de acuerdo a factores como: naturaleza de la obra terreno, distancias horizontales y verticales etc. Tener un control muy detallado tanto de la gente y máquinas que intervienen como los elementos a colar; de igual manera un seguimiento tanto en planos como en terreno del montaje de la cimbra.

12.- Las consideraciones generales en la colocación de los postensados así como con los materiales que intervienen en este tipo de refuerzo, deben caracterizarse por una supervisión estricta en el montaje así como tener en cuenta los niveles de resistencia en el caso del concreto sean el adecuado y la correcta colocación de acuerdo a planos en el caso de la varilla y los encamisados.

13.- Los contravientos a base de varilla redonda presentan facilidad de colocación y arquitectura a la fachada exterior de la nave, Además de cumplir con los requerimientos de resistencia a las sollicitudes de esfuerzo a las que estarán sometidas.

14.- El refuerzo en las columnas principales por ahorro se hizo a base de anillos en todo su cuerpo de cada columna y placas soldadas para darle mayor resistencia al cortante debido a la acción de los hundimientos diferenciales que se están presentando.

15.- Las ventajas que presenta la soldadura se destacan principalmente por ahorro en acero de conexión, mayor zona de aplicación en juntas, proporcionar mayor rigidez, continuidad en la estructura así como facilidad de hacer cambios en el diseño.

16.- Para una buena colocación de soldadura se requieren una selección apropiada de electrodos, corriente así como un conocimiento de las propiedades del metal base; conjuntando mano de obra calificada e inspectores competentes para dictaminar que procedimiento en la supervisión del soldado se llevará a cabo.

BIBLIOGRAFIA

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

SISMOGEOLOGIA DE LA SUPERFICIE DEL SUELO

Leonardo Zeevaert, Diciembre 1988

MECANICA DE SUELOS

Juarez Badillo y Rico Rodriguez, Ed. Limusa, 2a. edición.

PRACTICA PARA DOSIFICAR CONCRETO NORMAL, PESADO Y MASIVO.

Noriega Editores Limusa.

CIMBRAS DISEÑO

J.G. Richardson, Limusa IMCYC.

**COMENTARIOS, AYUDAS DE DISEÑO Y EJEMPLOS DE LAS NORMAS
TECNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO Y CONSTRUCCION DE
ESTRUCTURAS PARA CONCRETO.**

DDF, Noviembre de 1991.

CONCRETO ARQUITECTONICO COLADO EN OBRA

Ed. Limusa

EXPOSED CONCRETE FINISHES

Wilson, James G. and Harold D. P., Cr. Books Limited 1962.

CONCRETO EN LA OBRA

Tomos I, II, III. Ed. Limusa

TECNOLOGIA DEL CONCRETO

A.M. Neville, Ed. Limusa.

ACERO DE REFUERZO DE ALTA RESISTENCIA ACI-439

Ed. Limusa

CONCRETO PREENFORZADO

T.Y. Lin, Ed. CECSA.