



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**“ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL
DE TRES ZONAS CRÍTICAS DEL ESTADIO OLÍMPICO
MÉXICO 68”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTAN:
**FERNANDO JESÚS PÉREZ RODRÍGUEZ
RICARDO RAMÍREZ JIMÉNEZ
ALEJANDRO VALENCIA HERNANDEZ**

DIRECTOR DE TESIS:
ING. ALBERTO CORIA ILIZALITURRI



MÉXICO, D.F.

2004



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.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTIT/ 135/02

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: ALEJANDRO VALENCIA HERNÁNDEZ
FECHA: 14-DICIEMBRE-2004
FIRMA: [Signature]

Señores
FERNANDO JESÚS PÉREZ RODRÍGUEZ
RICARDO RAMÍREZ JIMÉNEZ
ALEJANDRO VALENCIA HERNÁNDEZ
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 SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE TRES ZONAS CRÍTICAS DEL ESTADIO OLÍMPICO MÉXICO 68"

- INTRODUCCIÓN**
- I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO EN GENERAL**
 - II. ANÁLISIS PARTICULARIZADO DE LA CASETA DE TRANSMISIONES**
 - III. PUENTE PEATONAL**
 - IV. GRADERIO PRINCIPAL**
 - V. ESTADO ACTUAL QUE PRESENTAN LAS TRES ZONAS CRÍTICAS**
 - VI. COMPARATIVA DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL ORIGINAL Y LA PROPUESTA DE ESTRUCTURACIÓN ACTUALIZADA ACORDE AL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL D.F. VIGENTE.**
 - VII. REVISIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE EXISTENTE**
 - VIII. DICTAMEN DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL**
 - IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

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 18 de septiembre de 2002.
EL DIRECTOR

[Signature]
M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB/GMP/mstg.

AGRADECIMIENTOS

A MI FAMILIA

AGRADEZCO INFINITAMENTE A MIS PADRES, ABUELOS
Y HERMANOS POR EL APOYO BRINDADO PARA EL LOGRO
DE ESTA META.

ASÍ MISMO, DOY AGRADECIMIENTOS ESPECIALES A:
ING. LUIS ALBERTO CORIA ILIZALITURRI
ING. HUMBERTO SANTOS SANTOS
ING. RAFAEL GOMEZ JUAREZ
POR LA ASESORIA Y APOYO PARA LA REALIZACIÓN DE
ESTE TRABAJO Y AL ING. FERNANDO PEREZ PIÑA e ING.
ARMANDO MONTES COLINA POR LOS CONOCIMIENTOS
TRASMITIDOS EN BASE A SU EXPERIENCIA EN DICHO
RAMO DE LA INGENIERÍA.

Fernando Jesús Pérez Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

*A MI MADRE
POR MI EXISTENCIA Y
FORMACION
PROFESIONAL, GRACIAS
POR SER MI GUIA Y APOYO.*

Ricardo Ramirez Jiménez

AGRADECIMIENTOS

A SALVADOR Y MARÍA ISABEL

POR CONFIAR SIEMPRE EN MÍ A PESAR DE LOS TROPIEZOS QUE HE TENIDO Y APOYANDOME EN CADA MOMENTO QUE LOS NECESITE, ALENTANDOME SIEMPRE PARA SALIR ADELANTE.

A MIS SOBRINOS

PORQUE CON SUS SONRISAS PROVOCAN QUE RETOME FUERZAS Y LA VITALIDAD DE SEGUIR LUCHANDO POR LO QUE CREO Y MUY ESPECIALMENTE A RAYMUNDO POR SER LA GUÍA ESPIRITUAL QUE SIEMPRE ME HA MANTENIDO VIVO.

A MI ALMA MATER

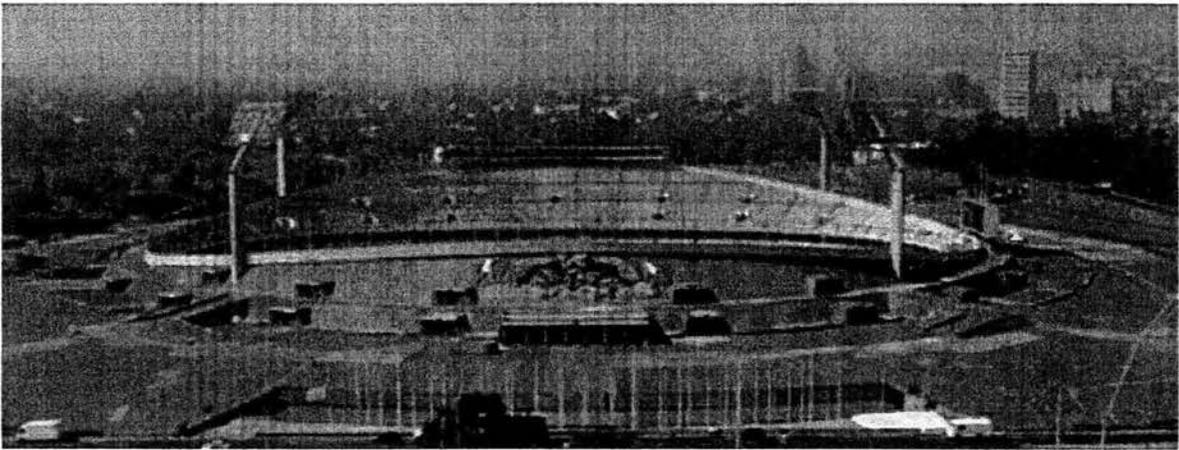
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO POR DARMÉ LA OPORTUNIDAD DE APRENDER PARA PODER LOGRAR SER.

A MIS COMPAÑEROS DE OFICINA

DE LA DIRECCION DE CONSTRUCCION DE LA DGOC UNAM, Y MUY ESPECIALMENTE AL DEPARTAMENTO DE C.O.T.A., ING. J. MARTINEZ S. e ING. A. MIRANDA P., POR PERMITIRME SEGUIR APRENDIENDO Y CRECIENDO DIA A DIA EN EL UNIVERSO TAN GRANDE QUE ES LA INGENIERIA..

Alejandro Valencia Hernández

ESTUDIO SOBRE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE TRES ZONAS CRÍTICAS DEL ESTADIO OLIMPICO MEXICO 68



Fernando Jesús Pérez Rodríguez
Ricardo Ramírez Jiménez
Alejandro Valencia Hernández

Asesor: M.I. ALBERTO CORIA ILIZALITURRI

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería
División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	01
I.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO GENERAL.	
I.1 CASETA DE TRANSMISIONES.....	16
I.2 PUENTE PEATONAL.....	18
I.3 GRADERIO PRINCIPAL.....	18
II.- ANÁLISIS PARTICULARIZADO DE LA CASETA DE TRANSMISIONES.	
II.1 ESPECIFICACIÓN DE CARGAS BÁSICAS.....	19
II.2 ANÁLISIS ESTÁTICO Y SÍSMICO.....	20
II.3 ANÁLISIS ESTRUCTURAL 3ra. DIMENCIÓN.....	48
II.4 DISEÑO ESTRUCTURAL.....	99
III.- PUENTE PEATONAL.	
III.1 ESPECIFICACIÓN DE CARGAS BÁSICAS.....	118
III.2 ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.....	118
IV.- GRADERIO PRINCIPAL.	
IV.1 ESPECIFICACIÓN DE CARGAS BÁSICAS.....	127
IV.2 ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL.....	127
V.- ESTADO ACTUAL QUE PRESENTAN LAS TRES ZONAS CRÍTICAS.	
V.1 CASETA DE TRANSMISIONES.....	129
V.2 PUENTE PEATONAL.....	130
V.3 GRADERIO PRINCIPAL.....	130

VI.- COMPARATIVA DEL CÁLCULO ESTRUCTURAL ORIGINAL Y LA PROPUESTA DE ESTRUCTURACION ACTUALIZADA ACORDE AL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL D.F. VIGENTE.....	143
VII.- REVISION DEL SISTEMA DE DRENAJE EXISTENTE.	
VII.1 REVISIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE EXISTENTE.....	148
VII.2 INFILTRACIÓN DEL AGUA PLUVIAL Y DAÑOS QUE OCASIONA A LA ESTRUCTURA.....	148
VII.3 MEJORAMIENTO DE LA INSTALACIÓN HIDRAULICA Y SANITARIA.....	149
VIII.- DICTAMEN DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL.....	157
IX.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	161

ANEXOS.

BIBLIOGRAFIA.

INTRODUCCION

INTRODUCCION

Dentro de la planificación de edificios e instalaciones destinadas a la práctica deportiva con asistencia de espectadores, sin duda es el estadio el más importante y espectacular.

Diez son los puntos esenciales que constituyen un programa para proyectar cualquier tipo instalaciones llámase: Deportivas, Recreativas y Culturales.

1. **Urbanismo**
2. **Solución integral**
3. **Accesos y Salidas**
4. **El Edificio y su medio ambiente**
5. **Isóptica y perfil de graderías.**
6. **Servicios generales**
7. **Instalaciones**
8. **Sistemas constructivos**
9. **Iluminación especial**
10. **Estacionamiento**

Antes de comenzar a describir lo que es el estadio de la Ciudad Universitaria, es interesante analizar los antecedentes que directa o indirectamente conformaron los diseños y proyectos así como el porque de su forma y su procedimiento constructivo.

LOCALIZACION.

Dentro del conjunto de lo que se conoce como Ciudad Universitaria, es el Estadio Olímpico quien destaca como una de las unidades más atractivas y, desde luego, como la más espectacular por sus monumentales proporciones y por la belleza de sus líneas. Su emplazamiento contribuye a darle ese realce de importancia que tiene porque lo aísla pero al mismo tiempo lo rodea de un ambiente propio. Situado en el Pedregal de San Angel al SO de la Ciudad de México, en la línea de su desarrollo natural con la silueta de un volcán al fondo (el Xitle) que un día inundo esta región con piedra líquida, la que muchos años después a servido de base a nuestra Ciudad Universitaria.

La construcción del estadio define cuatro sectores perfectamente y son: al **NE** el grupo administrativo, las facultades, escuelas e institutos; al **SE** los campos deportivos de entrenamiento; al **SO** el centro cívico y sus instalaciones de servicio, y por ultimo al **NO** el *ESTADIO OLIMPICO*.

ASPECTO ARQUITECTÓNICO.

Es absolutamente necesario para el arquitecto, cuando aborda un problema de gran trascendencia como lo fue para este caso, investigar el tema, relacionándolo con el tiempo y el espacio, para que su enfoque sea justo y preciso y para que la creación justifique su nombre.

Técnicamente hablando, crear arquitectura como ingeniería supone un proceso mental lógico como cualquier proceso constructivo, en el que el análisis y la síntesis funcionan de continuo alternándose en sus procesos; pero además el resultado es una imaginación poderosa que deberá superar la gran prueba de tiempo-lugar-gente.

Para complementar lo antes dicho, tanto la imaginación para la forma es imprescindible, también, el conocimiento constructivo de los materiales a utilizar, sus propiedades y sus características plásticas y resistentes.

En cuanto al proceso, es necesario: un estudio e investigación, proyecto y ejecución de obra. Si además de lo que precede, la arquitectura responde al medio físico sobre el cual se asienta y se eslabona con una tradición y una cultura en definitiva se lograra que su calidad y perdurabilidad quedaran garantizadas. Apoyándose en estudios anteriores, y en el conocimiento de experiencias pasadas, se han ido logrando soluciones que sirven de Anteproyectos , Proyectos y finalmente Ejecución de los trabajos planteados.

ANTEPROYECTO

Este estudio comprende planos correspondientes a todo el conjunto, plantas a diversos niveles, secciones fachadas y apuntes en perspectiva de todo lo que es el inmueble. De acuerdo con el entonces gerente general Arq. Carlos Lazo se hizo el estudio para resolver con terraplenes el acceso al estadio, empleando el material extraído de la excavación y compactándolo para servir de base a las graderías. Este procedimiento fue posible por la calidad del material lo que permitió a los expertos de Mecánica de Suelos, como el Dr. Nabor Carrillo, que lo aprobarán y según el diseño el nivel de pistas y campo es de 4 a 6 mts más bajo que el nivel de banquetta perimetral.

PROYECTO Y EJECUCIÓN

Básicamente el proyecto conserva lo esencial y característico del anteproyecto. Se afinan los trazos generales y se resuelven y detallan todas las partes que integran el anteproyecto.

CRITERIO CONSTRUCTIVO PARA LOS TUNELES BAJO TERRAPLEN

El Dr. Carrillo desarrolló las formulas que expresaron las presiones sobre el túnel semicircular rígido, debidas a un terraplén plástico, y sus resultados coinciden en esencia con los manuales editados por la Cía. Armco (1938).

Para alcantarillas rígidas, la intensidad de la presión vertical medida fue aproximadamente igual a 158 por ciento del peso de la columna de la presión unitaria del material que obra encima. La intensidad de la presión horizontal fue aproximadamente la tercera parte de la presión ejercida verticalmente. Lo mismo puede decirse del profesor Marston, el cual, además, hizo notar que la distribución de presiones depende del método constructivo. Por, ejemplo, en el caso de que se excaven zanjas con taludes verticales para la colocación de una alcantarilla, y que estos taludes sean estables, entonces la presión lateral que obra sobre dicha alcantarilla es casi nula.

El estadio cuenta con este tipo de taludes de mas de 7 metros de altura que no requerían de ademes para su mantenimiento esto porque la composion del suelo no contiene arcilla como material predominante por tanto se considero seguro tomar un valor de 1.70 del peso de la columna. Además de que, en construcciones con el tipo de suelo que se ha usado, los asentamientos se realizan, en un 80 y 90 por ciento, durante un periodo aproximado de dos meses después de su construcción.

INSTALACIÓN HIDRÁULICA Y SANITARIA

Abastecimiento de agua. Dentro del proyecto general de abastecimiento de agua potable para la Ciudad Universitaria se instaló un tanque de almacenamiento de 4000 m³, situado en la cota 78.00 m, que a su vez recibe el líquido de un tanque más bajo, en la cota 53.40 m, a razón de 40 litros por segundo.

El servicio para el estadio comprende:

1. Alimentación para sanitarios del público, en sus diversos niveles, con un total de 950 muebles, distribuidos en 95 locales; su repartición por niveles es de la siguiente manera: 22 locales sanitarios para hombres y 25 para mujeres a nivel de los palcos, 12 urinarias, 2 wc y dos lavabos en los departamentos de hombres, y tres wc, 2 lavabos y 1 vertedero en los departamentos de mujeres.

A nivel del primer vomitorio, se tienen 12 sanitarios tanto para hombres como para mujeres, en el segundo vomitorio son 5 para hombres y 5 para mujeres, con el siguiente detalle: 12 urinarias, 2 wc y 2 lavabos en los sanitarios de hombres para las mujeres se tienen 3 wc, 2 lavabos y un vertedero. En la caseta de prensa existen 2 sanitarios para hombres con 2 wc, 1 urinaria y 2 lavabos; y 2 sanitarios para las mujeres con 1 wc y 2 lavabos.

En el palco oficial hay un sanitario para hombres y uno para mujeres, cada uno con 1 wc y 1 lavabo.

Existen además, servicios sanitarios en la oficina de la unidad administrativa, localizada en la entrada del túnel número 1; en la caseta de vigilancia a un costado de la entrada oficial. También se han construido instalaciones para fregaderos en la cantina de palco oficial, en las barras de refrescos de la caseta de prensa y en la caseta del encargado.

En el lado sur del estadio existen los baños para los jugadores, repartidos en dos unidades independientes y colocadas a uno y otro lado de la rampa y hacia fuera, pero inmediatas al edificio. Cada una consta de 20 regaderas para agua caliente y fría, 2 de presión, 7 lavabos, 2 wc, 2 urinarias con su lavabo propio. Caldera de 30HP y tanque de 800 galones.

2. La alimentación para el riego del campo con una superficie aproximada de 15000 m² dispone de 12 bocas en el campo propiamente dicho y 28 entre la pista y el foso, en todas se pueden enchufar aspersores giratorios de círculo. También en la parte exterior de las entradas a los túneles, y situados a un lado, se hallan 28 salidas de agua para riego y aseo.

Para las demandas máximas de agua se hicieron las siguientes consideraciones: los urinarias, para usarse una vez cada minuto; los wc, cada 5 minutos. Estos dos muebles son de fluxometro, se hizo una estimación razonable del gasto de agua en los lavabos, y se consideró el de la totalidad de las regaderas de jugadores funcionando al mismo tiempo. La demanda de agua para riego no aumentó el gasto, pues las horas en que se efectúa son distintas de las del espectáculo.

Las 40 bocas de riego para campo están alimentadas por 2 bombas de 32 m³ por hora cada una, que aspiran el agua de una cisterna situada en el campo, frente al palco oficial, la cual es abastecida por un anillo general de distribución, y que pueden dar cada una, una precipitación de 5 min. En dos horas y media de bombeo continuo. Pero que también puede regar con agua directa del anillo.

Para las 28 salidas de agua de riego y aseo exteriores, se ideó un anillo de tubería de 50 mm de diámetro bajo el piso del anillo de circulación exterior. Este segundo anillo se alimenta del anillo de distribución general por medio de dos tuberías situadas en la rampa norte y otra en la rampa sur. De él se surten los servicios sanitarios del encargado y de la administración.

3. Desagües: Aguas negras y pluviales. Los muebles sanitarios para el público se descargan en un anillo de tubo de barro vitrificado de 25 a 30 cm de diámetro, situado al nivel de palcos y paralelo al anillo de distribución general de agua. En los extremos norte y sur hay pozos de caída para verter las aguas en los tubos de salida del drenaje de campo. Los sanitarios del primero y segundo vomitorios desaguan en el anillo de barro por medio de tuberías de hierro colado de 10 y 15 cms, y tienen tubos ventiladores de asbesto cemento de 10 cms que salen en la parte superior de los zampeados de terraplenes. Los sanitarios de palcos desaguan también en el mismo anillo por medio de tubos de barro de 10 y 15 cms y sus tuberías de ventilación se ligan a las de los sanitarios antes mencionados. Los servicios sanitarios de la caseta de prensa desaguan por tuberías de hierro colado de 10 cms, que se entroncan a las de los más próximos del segundo vomitorio, para continuar hasta el anillo de palcos. Los baños e instalaciones sanitarias de jugadores, el baño y la cocina del encargado y los muebles sanitarios de la administración, desaguan directamente en las redes exteriores del drenaje del estadio, con tubería de barro.

El agua de lluvia que se recoge en las graderías se desagua en coladeras de 10 cms de diámetro, situados en los extremos de cada hilera de asientos. Las graderías del balcón volado, las situadas sobre los sanitarios del primer vomitorio y los comprendidos entre palcos, foso y campo, tiene tubos desagüe de hierro colado de 10 cms, que bajan por los pasillos-escalera radiales hasta el foso, donde vierten sus aguas en el anillo de drenaje del campo, las graderías superiores, así como el techo de la caseta de prensa, desaguan en forma semejante entroncando en un anillo de desagüe especial para esta zona, formado por tubos de asbesto-cemento de 35 cms, de diámetro, que rodea los sanitarios del primer vomitorio, en su parte posterior, para desaguar finalmente en las

redes exteriores del estadio. Todas las coladeras de graderías se entroncan, con tubos de rosca de 4 y 5 cms, a los tubos radiales de hierro colado en los pasillo-escalera.

En lo que se refiere al drenaje de campo y pistas, se construyó un sistema en esquinas de tubos de barro perforado, situado bajo las capas de arena y grava y que distribuyen su carga a dos salidas generales, localizadas en el extremo norte y sur, a donde convergen todos los desagües, saliendo al exterior con tubos de cemento de 60 cms de diámetro, para continuar posteriormente en los tubos del mismo material fuera del perímetro del estadio.

VENTILACIÓN MECÁNICA PARA LOS SERVICIOS SANITARIOS DEL PÚBLICO

El diseño y procedimiento constructivo empleado en el estadio, a base de grandes terraplenes sobre los cuales se construyeron las gradas para los espectadores, impuso la solución de ventilar mecánicamente los servicios sanitarios del público. La situación de los servicios sanitarios a uno y otro lado de las entradas exteriores de los túneles, hubiera sido factible con la ventilación natural, pero en vista de que las distancias que ha de recorrer el público espectador para ocupar el estadio son de 5 a 60 mts, en bien de su comodidad los arquitectos trazaron la situación de emplear ventilación mecánica para garantizar la debida renovación de aire en esos locales.

Las unidades motor ventilador están alojadas en gabinetes de mampostería diseñados especialmente, y el desalojamiento se lleva a cabo mediante una rejilla adecuada hasta unos tubos de asbesto, que comunican al exterior del edificio. Las rejillas tienen una compuerta de acción manual para poder ajustar la cantidad de aire por extraer. Los tubos de descarga se proyectaron para instalación subterránea, eligiendo asbesto cemento con diámetros de 12", 14" y 16". Todos los ventiladores pueden ser accionados desde un tablero maestro pudiéndose arrancar todo el conjunto o las unidades aisladas que se deseen.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica y la iluminación comprenden las siguientes partes:

- I.** Subestaciones eléctricas, líneas de alimentación, tableros de distribución y de control.
- II.** Iluminación general de entradas, túneles, sanitarios, palcos, baños, servicios, casetas de presa, etcétera.
- III.** Iluminación decorativa.
- IV.** Iluminación hacia el interior para el campo y pista, hacia el exterior, para murales, banquetas, taquillas, estacionamiento de vehículos, jardines, puestos, etcétera.

Sirvieron como base las normas estipuladas por el Código Nacional Eléctrico, National Electric Code, Illuminating Engineering Society Lighting Handbook y National Electric Manufacturers Association.

I. El tablero maestro de control remoto de la iluminación del estadio olímpico está localizado en la caseta de prensa, radio y televisión, y consta de un gabinete metálico que tiene al frente un total de 66 estaciones de botones de contacto momentáneo, de los cuales 30 estaciones controlan la iluminación de los túneles, sanitarios, palcos, ventiladores y zampeado; llevan adjunta una lámpara para piloto que nos indica cuando el circuito esta conectado. Las estaciones de botones que controlan los reflectores que iluminan el campo, tienen, además de la lámpara piloto correspondiente a cada estación, un medidor de horas para controlar técnicamente la reposición de las lámparas de los

reflectores; dichas lámparas pilotos y los medidores de horas están montadas en un plano del estadio de tal manera que se distinga rápidamente el grupo de reflectores encendidos en cada torre.

Igualmente por medio de lámparas pilotos se está en la posibilidad de saber la inclinación del haz de luz luminoso de las tres hileras inferiores de treinta y seis reflectores en los postes de la valva menor o mayor.

II. Para el alumbrado de los túneles, palcos y sanitarios se emplearan unidades de iluminación Holophane R-2889, con lámparas incandescentes de 100 vatios; estas unidades son circulares de embutir.

Dado que en el estadio se efectúan encuentros diurnos y nocturnos, la necesidad de encender unidades de alumbrado es variable; se esta en la posibilidad de hacerlo a control remoto desde los tableros maestros (para el caso de espectáculos nocturnos) y secundario de control (para espectáculos diurnos), o directamente desde cada tablero local.

III. Para la iluminación decorativa se tiene un grupo de reflectores Croase Hindis RCD-8-41334, situados al nivel inferior y muy próximos a los túneles de piedra, para iluminar toda la estructura del edificio, y sobre la parte alta del pretil perimetral que circunscribe las graderías, tenemos instaladas unidades de iluminación Halophane-04342, para recortar, el perfil característico del estadio.

Para la iluminación del mural de Diego Rivera se emplean un total de 10 reflectores con un haz luminoso vertical de 35 grados, instalados en la parte posterior de las estructuras de la valva menor.

Para la iluminación de los jardines, taquillas, murallones, etcétera, se emplean reflectores con haz luminosa vertical de 20 grados, instalados en la parte posterior de las estructuras.

IV. La iluminación del campo se proyectó específicamente para que se efectuaran encuentros atléticos de pista y campo, fútbol soccer y americano, así como espectáculos de conjunto: tablas gimnásticas, etc.

El arreglo de alineamiento y encendido de los reflectores permite tener diversos niveles uniformes de iluminación sobre el campo, de acuerdo con las posibilidades de control de que dispone, de tal manera que se satisfacen todas las necesidades, desde el alumbrado para el acomodamiento de las entradas y salidas de los espectadores y en intermedios, en practicas preliminares y en encuentros nocturnos con espectáculos de diversas categorías, correspondiendo un nivel a cada categoría y encendido únicamente parte de los reflectores o la totalidad de los mismos.

Para los encuentros nocturnos de atletismo en pista y campo se diseñaron las estructuras de tal manera, que los 36 reflectores correspondientes a las tres hileras inferiores puedan automáticamente variar su flujo luminoso y concentrar este sobre las pistas de atletismo.

El montaje de los reflectores se hizo en seis estructuras instaladas en postes de concreto de 20 mts de altura localizados al centro, en el pretil exterior de la valva menor y sobre la caseta de prensa y televisión, separadas 35 mts entre sí. El diseño de las estructuras se

hizo de manera que tuvieran una inclinación tal, que ningún reflector interfiriera a otro su flujo luminoso.

Por ultimo el estadio esta protegido de descargas atmosféricas por un sistema de Pararrayos o sistema de Tierras físicas localizados en las estructuras de los reflectores.

INSTALACIONES ESPECIALES

Las instalaciones más completas en los estadios, las que dan el mejor servicio a jugadores y al publico que se encuentra dentro y fuera de él son:

- 1) Televisión (transmisión)
- 2) Sistema de sonido
- 3) Intercomunicación
- 4) Tiempo sincrónico
- 5) Sistema telefónico
- 6) Sistema de localización
- 7) Cuadro marcadores luminosos
- 8) Cabina de control

La transmisión televisiva consiste en una red formada por seis circuitos abiertos, que provienen. Dos de ellos, del foso del campo, y los cuatro restantes de las casetas de control de cámara, en casetas de controles. Estos corintios se caracterizan por no constituir simples líneas de cámara, sino que cada uno es un verdadero circuito abierto, con una serie de contactos y tomas intermedias, a distancias variables de 15 a 25 mts en el perímetro del campo, con lo cual se asegura la posibilidad de captar la imagen no solo desde el extremo de la línea, sino en los puntos intermedios que se hagan necesarios.

Mediante un dispositivo especial, como en un conmutador telefónico, el envío de la señal se efectúa de una parte a cualquiera de las tres estaciones de control, y por otra, de estas estaciones a las parábolas de microondas para la transmisión al exterior.

El sistema de sonido comprende dos partes:

- a) Sistema de sonido general para el interior del estadio, originado en un solo punto de transmisión, que parte del cuadro marcador en el lado norte del campo, con 18 bocinas de caracteres diferentes.
- b) El sistema de sonido exterior para llenar los espacios de estacionamiento de vehículos, en los alrededores del estadio. Actualmente en desuso.

El sistema de intercomunicación está formado por siete unidades maestras (en la administración, en la caseta de controles, la del juez principal, la de presidencia de competencias, la del local para la policía y dos para los vestidores) de las cuales tres tiene controles parciales sobre unidades secundarias, lo cual quiere decir que habrá tres sistemas independientes y autónomos (la administración, la cabina de controles y los vestidores) y solo una consta de un sistema vía satélite de intercomunicación múltiple (la del juez principal) lo cual garantiza una perfecta intercomunicación interna múltiple y de enorme elasticidad para el estadio.

El sistema de tiempo sincrónico consiste en un conjunto de varios relojes sincronizados, colocados en lugares estratégicos y accionados por el reloj central del cuadro marcador, que desempeña dos funciones: indica la hora para el público dentro del estadio y sirve como reloj maestro para los relojes secundarios ubicados: en la cabina de prensa, en las casetas de control de teléfonos, en los vestidores de jugadores y en la administración del estadio.

Sistema telefónico. Esta red telefónica del estadio esta ligada a la red general de toda Ciudad Universitaria y ofrece tres tipos de servicio:

1. Extensiones al conmutador que esta instalado junto a la rectoria.
2. Líneas directas a la administración del estadio.
3. Líneas directas para los servicios de radio, televisión y prensa tanto nacionales como internacionales.

Los cuadros marcadores colocados uno en la parte norte y otro al sur, ambos accionados desde la caseta de control, uno para el fútbol americano y soccer, y otro para las pruebas de pista y campo.

La cabina de control puede decirse que es el cerebro del estadio, pues desde allí se controla prácticamente todo el funcionamiento interno del estadio en todos aspectos arriba mencionados.

La gran ventaja de este sistema centralizado está en el manejo por una sola persona y desde luego el lugar que es el más adecuado ya que se trata de una caseta elevada de amplia visibilidad para observar todo lo que ocurre dentro del estadio

DATOS RELEVANTES

Periodo de Construcción: entre 1950-1953

Costo del inmueble \$28,000,000.00 M.N.

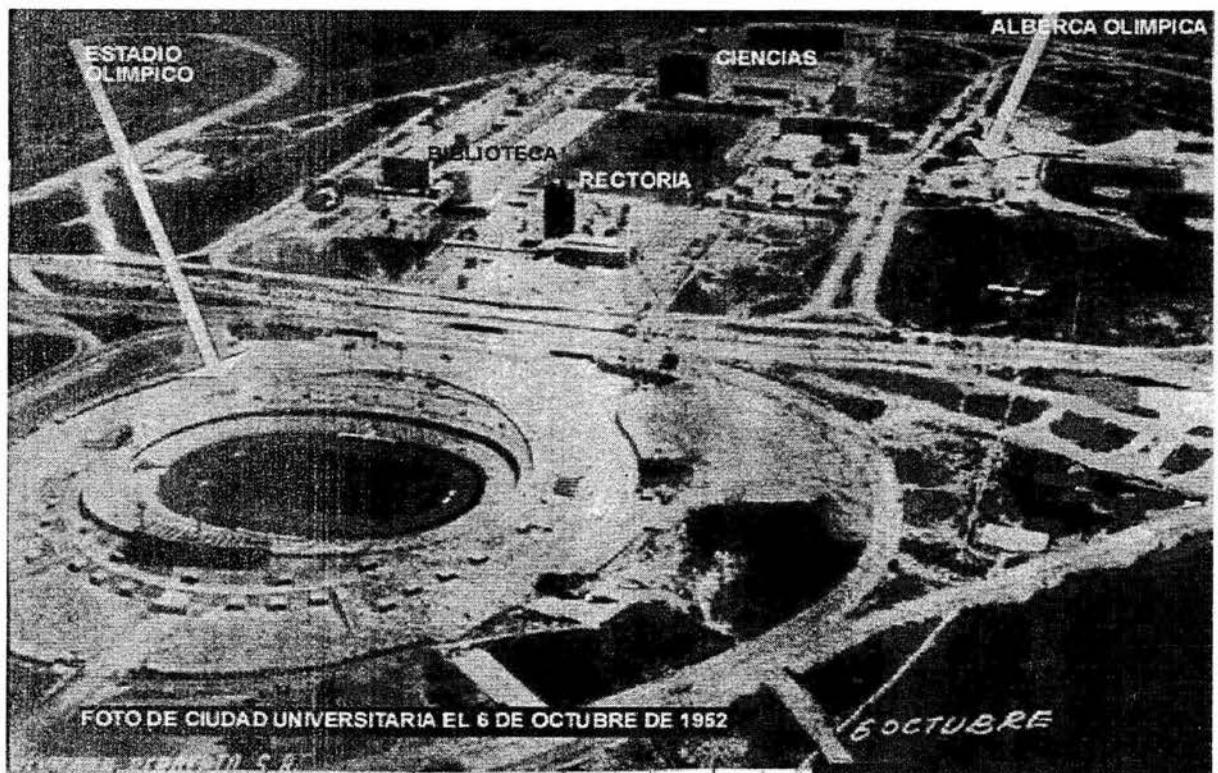
Especificaciones generales: Concreto armado.

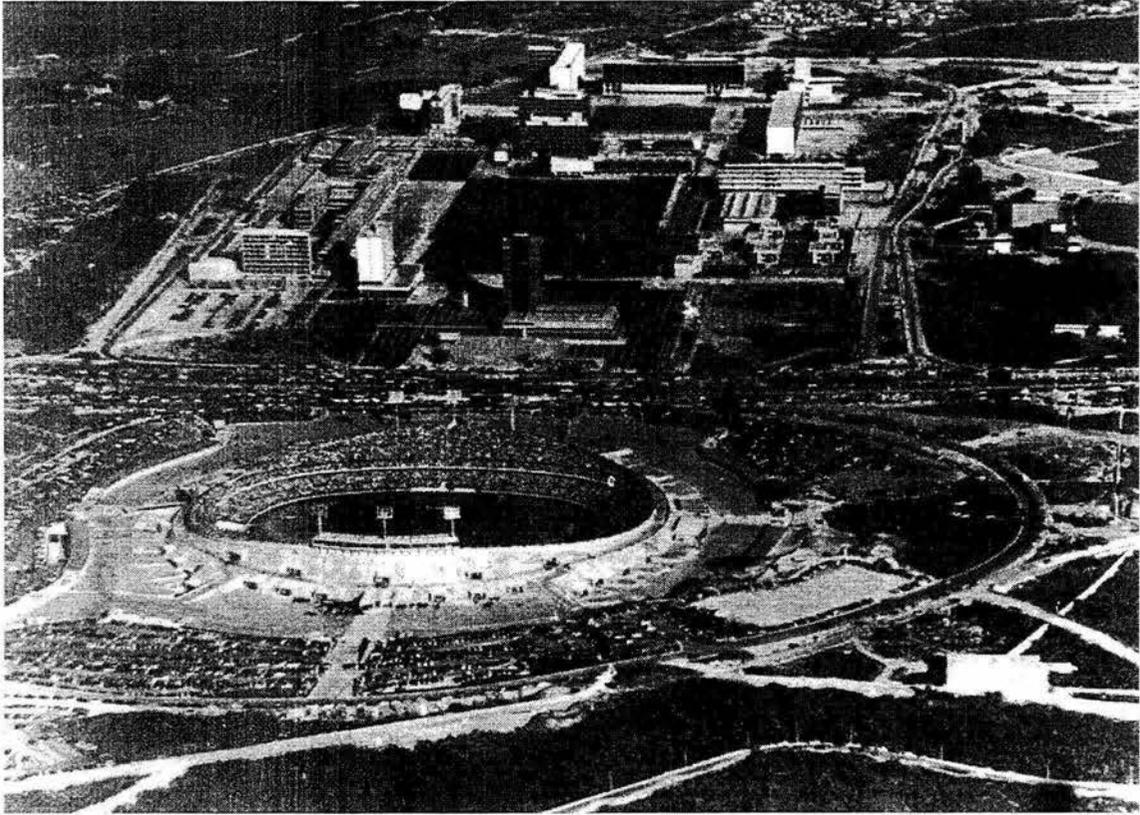
Piedra y terraplenes compactos.

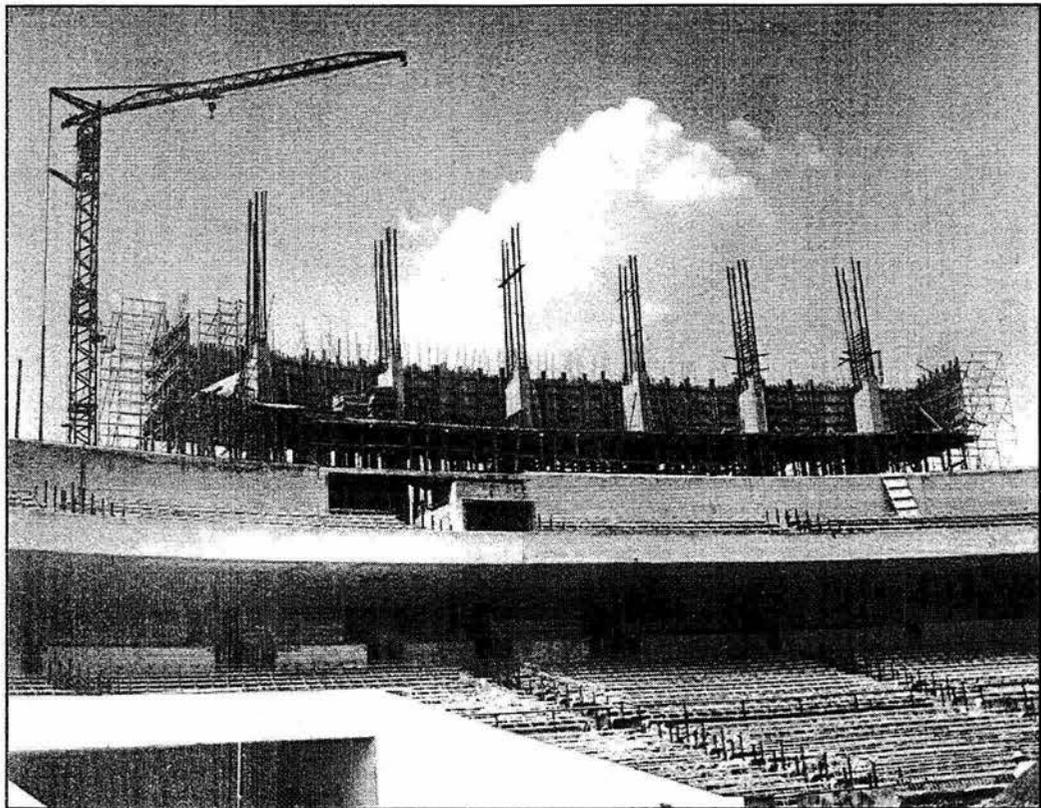
Materiales e instalaciones de primera calidad.

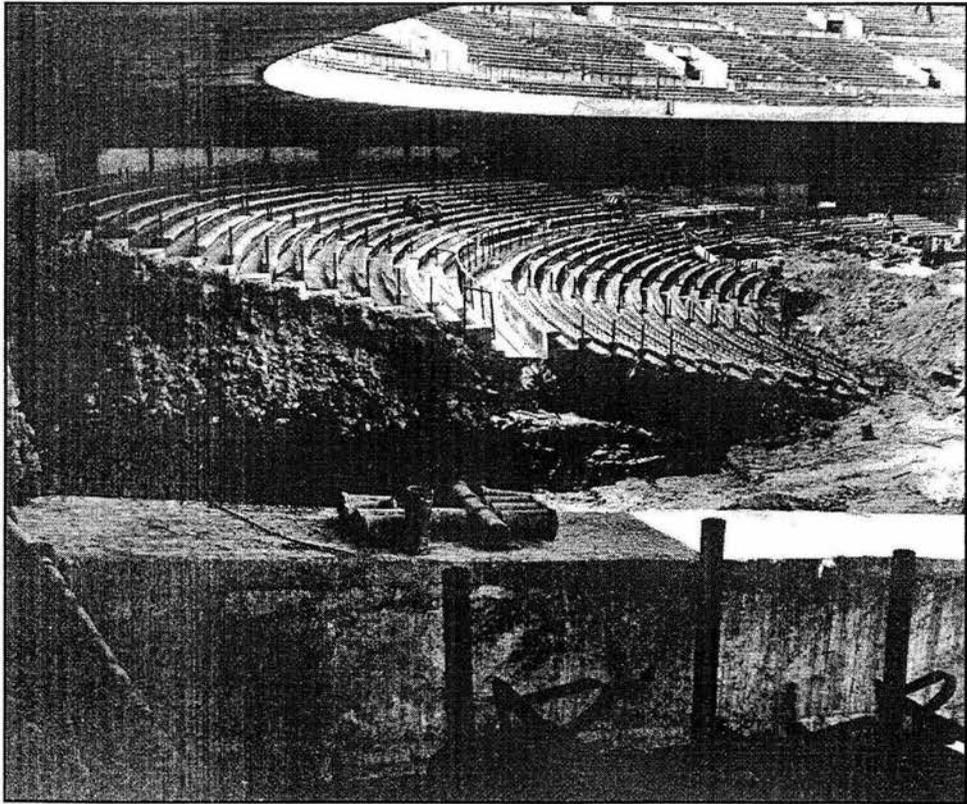
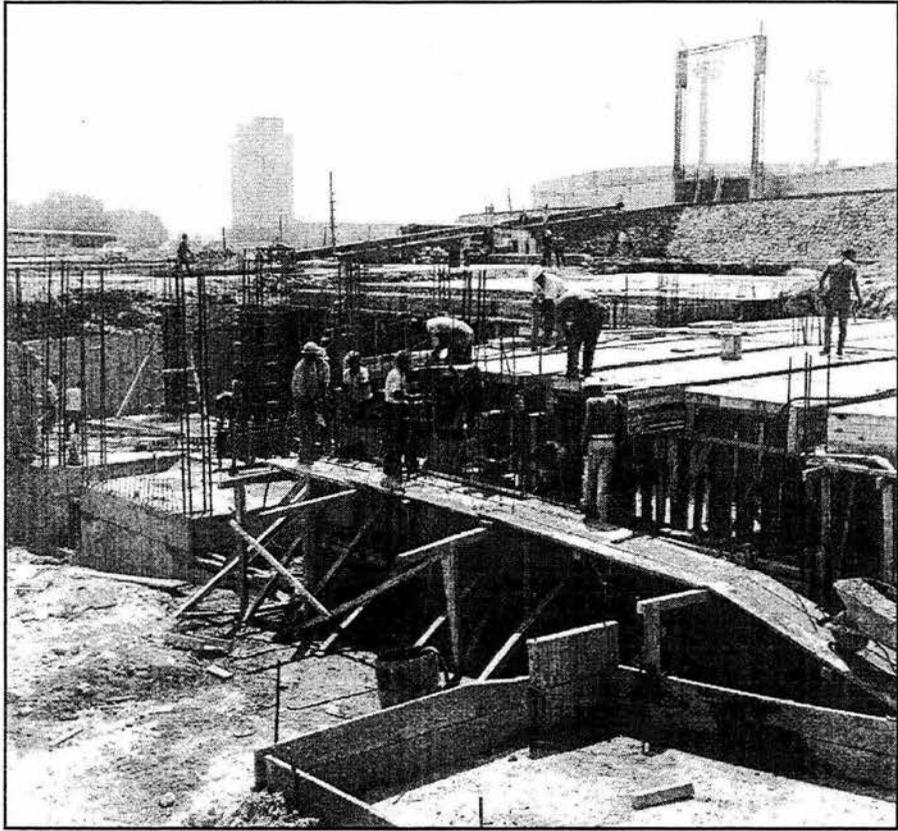
Los estadios bien diseñados y contruidos, pero sobre todo administrados debidamente, pagan su inversión en un lapso no mayor de 10 años.

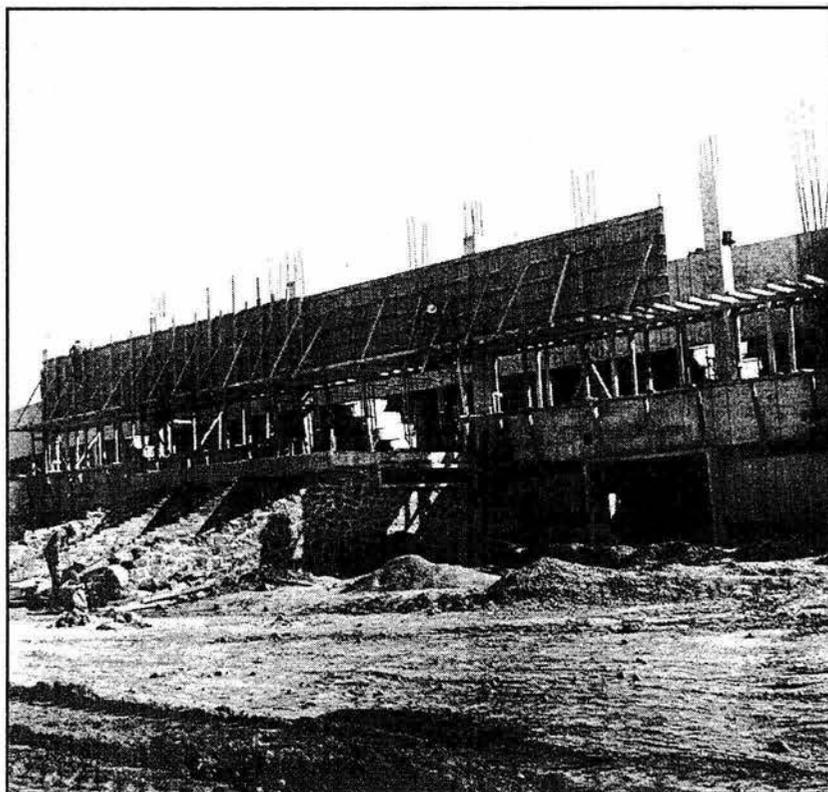
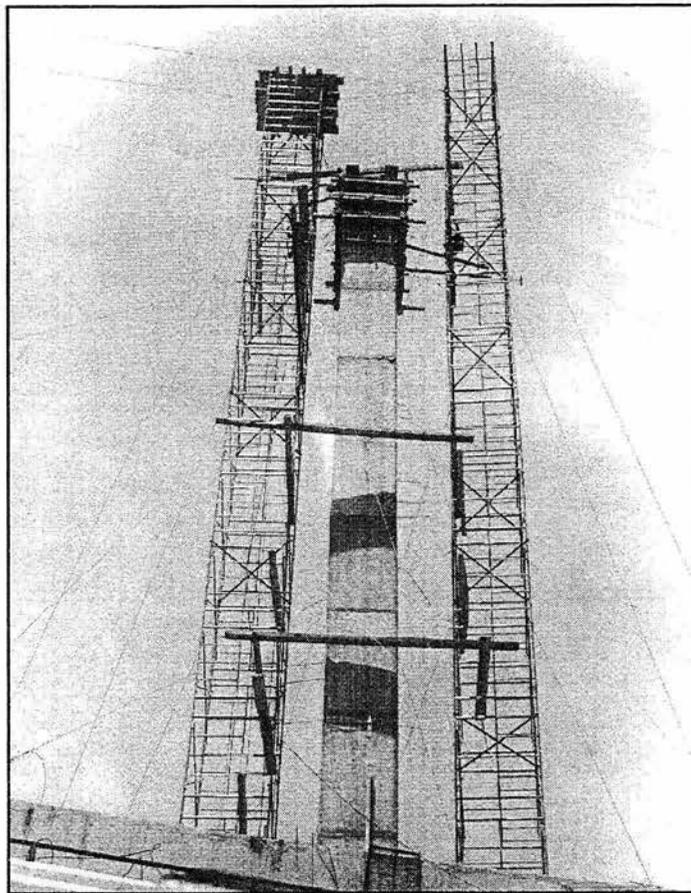
ARCHIVO FOTOGRÁFICO HISTORICO

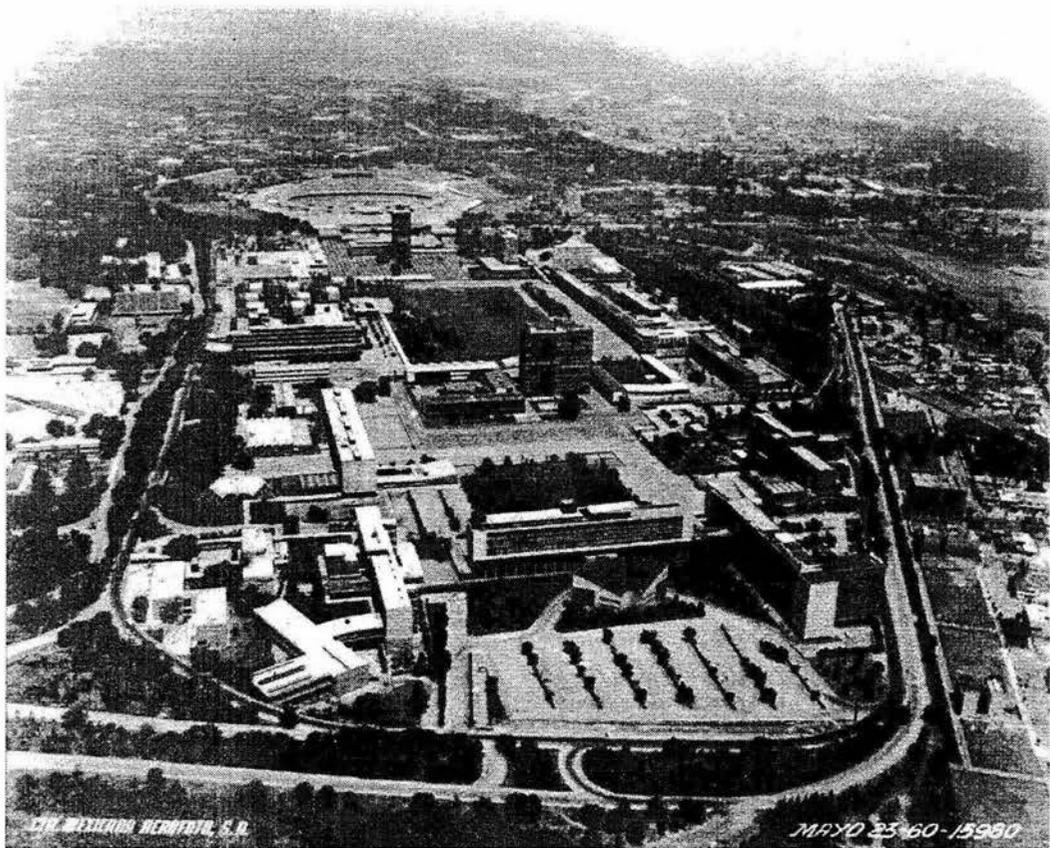
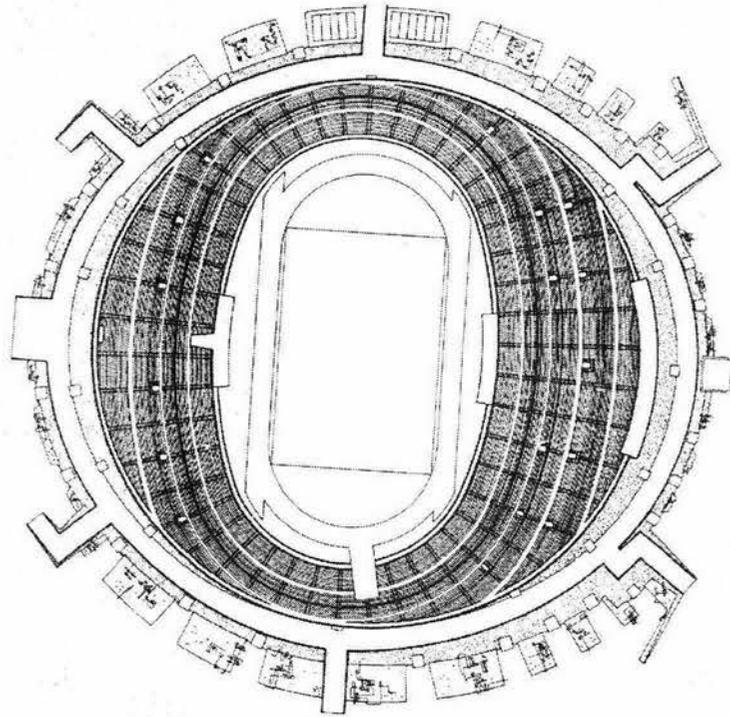






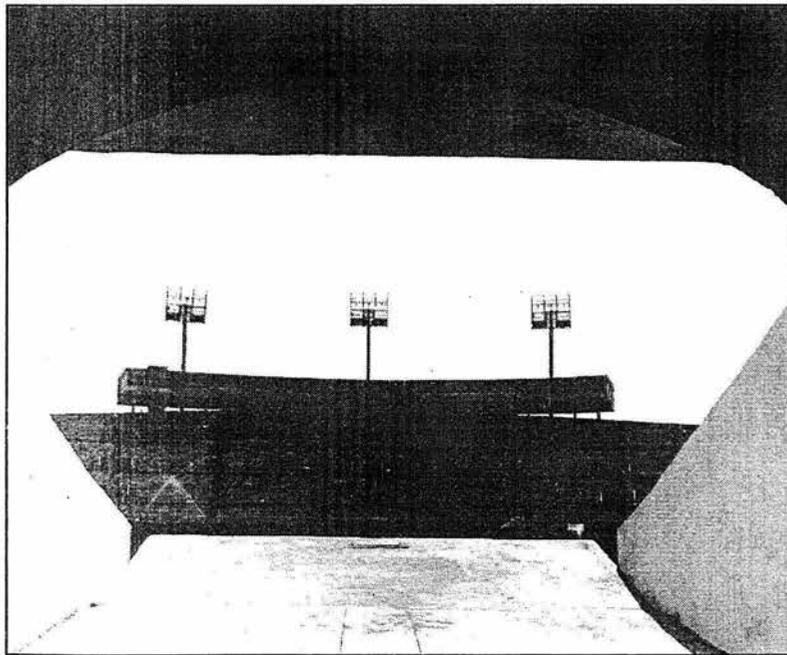
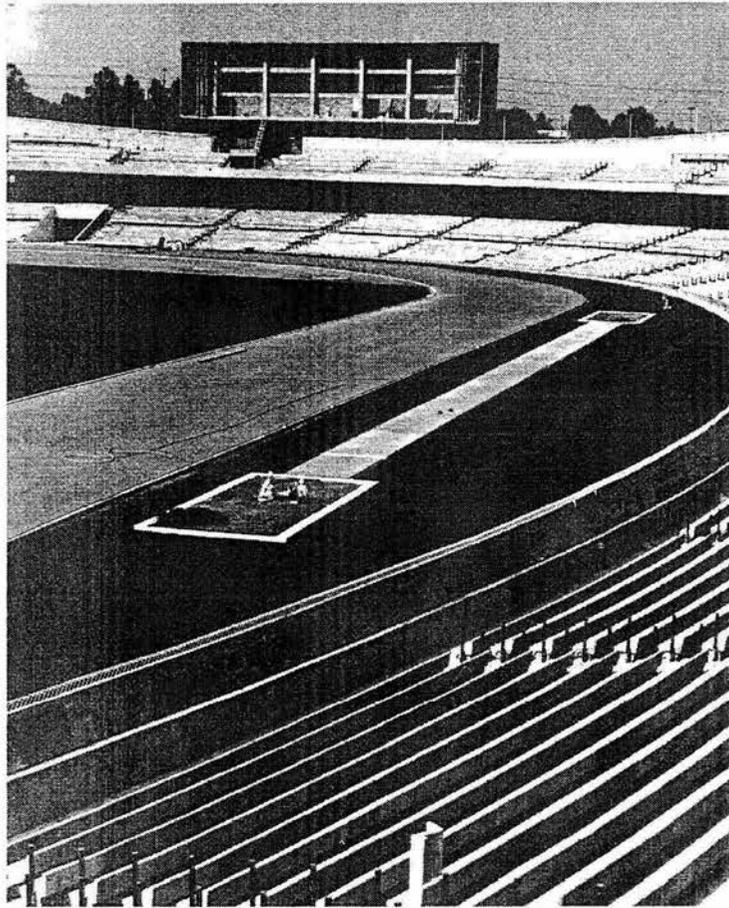






EST. BENIGNO VICENTE, S.R.

MAYO 23-60-15980



CAPITULO I

CAPITULO I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO EN GENERAL.

ANTECEDENTES.

El siguiente trabajo de tesis surge como una necesidad de la Dirección General de Obras y Conservación de la Universidad Nacional Autónoma de México. Para poder llevar a cabo el desarrollo del tema se realizaron diversas visitas de inspección estructural a las instalaciones del Estadio Olímpico con el fin de verificar y completar la información que se nos proporcionó y así llevar a cabo los cálculos para elaborar el dictamen de seguridad estructural de las siguientes zonas del Estadio:

- Caseta de Transmisiones
- Puente Peatonal
- Zona de Gradas

Para esto nos proporcionaron información del proyecto arquitectónico y estructural original. La información disponible consiste en copias de algunos planos arquitectónicos y estructurales del proyecto original. No se contó con la memoria de cálculo estructural del proyecto original.

Durante los recorridos se confirmaron las dimensiones en planta y elevación de las estructuras además de la geometría de los elementos que la componen, tales como secciones transversales y espesores de losas, traveses, columnas y muros. En campo se inspeccionó ocularmente los posibles indicios de daños o mal comportamiento, tales como fisuras, desplomos, agrietamientos, deflexiones, corrimientos, desconchamiento, corrosión, etc. Se realizaron pruebas con esclerómetro a traveses y columnas en las diferentes estructuras con el fin de determinar la calidad del concreto existente. Adicionalmente se nos proporcionaron las resistencias a la compresión del concreto de algunas columnas y traveses, las cuales se obtuvieron mediante el ensaye de los cilindros. El estudio se complementó con reportes fotográficos y un estudio topográfico.

El comportamiento de las estructuras existentes se compara según los requerimientos que establece el Reglamento de Construcciones vigente para el Distrito Federal.

En el caso que se encuentre que las estructuras en su estado actual no cumplen con el Título Sexto del RCDF, "Seguridad Estructural de las Construcciones", se establecerán las recomendaciones para que las estructuras se adecuen a la normatividad vigente para lograr un nivel de seguridad y de comportamiento aceptable en condiciones normales de operación.

La descripción por separado de las zonas del Estadio a analizar se da a continuación:

CASETA DE TRANSMISIONES: PRENSA RADIO Y T.V.

La edificación existente se construyó durante 1952-53 con fecha de proyecto estructural de 1951. Durante los recorridos de inspección se encontró que la estructura principal no presenta daños visibles por lo que su comportamiento bajo cargas verticales y sísmicas ha sido satisfactorio. No se ha reportado daño alguno, ni de obra de rehabilitación que se hubiera requerido por algún mal comportamiento, especialmente después del evento sísmico de 1985.

Algunas de las trabes principales del nivel 1 presentan leves fisuras. En los diferentes pisos no se apreciaron deformaciones a simple vista de la losa o trabes.

La estructura está destinada para las actividades de transmisión de los eventos deportivos que se realizan en el Estadio Universitario. La edificación se encuentra en el extremo poniente del estadio con una planta de forma curva siguiendo la traza del estadio. La planta del primer nivel tiene en el sentido transversal, un ancho de 9.5m aproximadamente y en azotea es de 10.5m y ambas tienen una longitud de 92.82m en el paño de la curva exterior. La construcción existente es de un primer o entrepiso, y otro de Azotea. La altura del primer entrepiso es variable con respecto a la traza de las tribunas tiene un valor mínimo de 2.5m y máximo de 6.0m aproximado. La altura del primer nivel a la azotea es de 3.0m aproximadamente. La altura total sobre el nivel exterior (estacionamiento) es de 18.0m hasta el nivel de azotea aproximadamente. En el extremo sur de la construcción, se ubica el área de servicios, compuesta por un cubo de elevadores y escaleras para el acceso al “palomar”.

La construcción existente está formada por tres cuerpos principales originales y dos ampliaciones realizadas en fecha posterior en cada extremo de la primer edificación, todos ellos separados por juntas constructivas con losas en voladizos.

El proyecto original contempla 16 crujías longitudinales de 4.42m cada una, para el cuerpo central de 6 tableros y en los cuerpos extremos de 5 claros cada uno. En fecha posterior a la edificación original se construyó en cada extremo un tablero similar al típico con dos voladizos en los extremos de 2.21m, por lo cual actualmente se aprecian 20 crujías de 4.42m y voladizos de 2.21m en los extremos. El muro divisorio tiene una altura de 2m de espesor de 15cm. Se detectaron agrietamientos verticales ligeros entre las columnas y los muros.

La estructuración existente es de concreto reforzado. El sistema estructural básicamente se concibió como un voladizo trabajando principalmente en una dirección y debido a esta peculiar característica se clasifica como un “péndulo invertido”, estructuras en las que el 50% o más de su masa se halla en el extremo superior y tiene en la dirección de análisis ante cargas laterales, solamente un elemento resistente o solo una hilera de columnas perpendicular a ésta.

En el sentido transversal existen columnas orientadas en su mayor eje de inercia para trabajar con trabes peraltadas en doble voladizo, un sistema de piso con losa maciza y rellenos (lastre) para mantener en equilibrio el entrepiso. En el sentido longitudinal existen trabes peraltadas que proporcionan “cierto” nivel de continuidad debido al tipo de conexión que no en todos los casos es a columnas.

La sección transversal tipo de columnas es de 40 x 150 cm y la de las trabes principales es de peralte variable. El sistema de piso consiste en una losa maciza de 10cm de concreto reforzado, perimetralmente apoyada en trabes principales y secundarias.

La luminaria que existió en la obra original, que se ubicó en la columna central de la caseta, se retiró posiblemente en una época pasada. Actualmente existe en el extremo superior de ésta una parábola transmisora de señal para comunicaciones.

La cimentación existente es de tipo superficial con zapatas aisladas de base 400 x 400 cm y peralte de 35 cm, además de traveses de liga de concreto reforzado con sección transversal de 30 x 160cm. De acuerdo con el proyecto estructural original la profundidad mínima de desplante es de 5.0m con respecto al nivel de gradas existente, sin embargo este nivel es variable en función de la traza del estadio ya que en la cara exterior se tiene un talud formado por roca volcánica relleno con tepetate.

PUENTE PEATONAL DEL MARATÓN.

La estructura existente se construyó en el inicio de la década de 1950 o en las obras de ampliación para los XIX juegos olímpicos a fines de 1960. Tiene como función principal el acceso peatonal al estadio universitario. En algunas ocasiones se utiliza la estructura para el ingreso de ambulancias o automóviles ligeros. Hasta la fecha no se han reportado daños ni reparaciones que se hubieran necesitado por algún mal comportamiento de la estructura existente. Se nos proporcionaron los datos de la calidad del concreto existente en traveses.

La estructuración principal es de concreto reforzado y esta formada por dos traveses portantes simplemente apoyadas que reciben las descargas de 7 traveses secundarios transversales al claro del puente, El sistema de piso se resolvió con losa maciza de 20cm apoyada perimetralmente en las traveses secundarios y principales. La construcción tiene una forma rectangular en planta de 10.8x24.2m, que forma en su sentido longitudinal 8 tableros con ancho de 3 m aproximadamente. Las traveses secundarios tienen sección transversal de 30x90cm. La trabe principal es una viga "pretil" peraltada, con sección de 30x215cm. El piso está cubierto por una capa asfáltica y tiene rejillas en las laterales, Las traveses portantes descansan en columnas de concreto forradas con piedra brasa. Existen juntas de construcción a cada extremo del puente, actualmente en mal estado. La altura libre, con respecto al lecho inferior de las traveses es de 4.20m.

De acuerdo a la fecha de construcción se deduce que el concreto y acero de refuerzo tienen una resistencia baja para estructuras actuales, de acuerdo a lo que especificaba en la época del proyecto original, además que se utilizaban detallados de acero menos severos que lo que especifica modernamente.

GRADAS PRINCIPALES.

El sistema estructural de gradas bajas, según detalles del plano estructural del proyecto original, consiste en traveses de concreto, de ancho constante de 1.0 m y peralte variable de 40 cm hasta 2.40 m, espaciados 6.5 m radiales al trazo curvo de la planta general del estadio, y con un claro libre en voladizo de 8.5m.

Cada trabe principal recibe en su extremo libre una trabe pretil de 0.15x1.10 m y un sistema de gradas coladas en sitio o precoladas, que han recibido alteraciones menores de mantenimiento, durante su vida útil. Cada trabe se apoya en columnas de concreto y se prolonga hacia la parte posterior, para anclarla en una segunda columna o tensor.

Por el lecho bajo de cada trabe, existe una losa de 7cm de espesor, visible desde las localidades inferiores, soportada adicionalmente por otras traveses secundarios que a su vez unen entre sí a las traveses principales.

CAPITULO II

CAPITULO II. ANALISIS PARTICULARIZADO DE LA CASETA DE TRANSMISIONES.

Especificación de Cargas Básicas.

La edificación existente se analizó utilizando la información contenida en los planos originales y de acuerdo a su ratificación geométrica por medio de un levantamiento estructural, además se utilizaron las calidades obtenidas en los materiales ensayados. De acuerdo a lo anterior se obtuvieron los planos de carga de los diferentes niveles. Se definieron las siguientes especificaciones de cargas básicas de acuerdo con el Reglamento vigente de Construcciones para el Distrito Federal. Para la revisión estructural se consideró que el cuerpo central existente es el representativo para estudiar el comportamiento de la edificación.

De acuerdo con la información del proyecto original se tienen tres zonas con diferente densidad de carga en el piso del primer nivel, estas corresponden a la estructuración típica de los tableros de este cuerpo en el sentido transversal.

A) Nivel Entrepiso Caseta (Entre los ejes F y L).

a) Piso lado poniente.

*Losa de concreto h= 10.0cm:	240kg/m ²
*Piso terminado:	150kg/m ²
*Plafón:	20kg/m ²
*Relleno ligero:	850kg/m ²
*Sobrecarga RCDF:	40kg/m ²
Carga Muerta:	<hr/> 1,300kg/m ²
Carga Viva Máxima:	250kg/m ²
Carga Viva Instantánea:	170kg/m ²

b) Piso lado central.

*Losa de concreto h= 10.0cm:	240kg/m ²
*Piso terminado:	150kg/m ²
*Plafón:	20kg/m ²
*Sobrecarga RCDF:	40kg/m ²
Carga Muerta:	<hr/> 450kg/m ²

Carga Viva Máxima: 250kg/m²

Carga Viva Instantánea: 170kg/m²

c) Piso lado oriente.

*Losa de concreto h= 10.0cm:	240kg/m ²
*Piso terminado:	150kg/m ²
*Plafón:	20kg/m ²
*Relleno ligero:	550kg/m ²
*Sobrecarga RCDF:	40kg/m ²

Carga Muerta: 1,000kg/m²

Carga Viva Máxima: 250kg/m²

Carga Viva Instantánea: 170kg/m²

B) Nivel Azotea.

*Losa de concreto h= 10.0cm:	240kg/m ²
*Relleno para dar pendiente:	270kg/m ²
*Enladrillado y entortado:	170kg/m ²
*Impermeabilizante:	20kg/m ²
*Plafón:	20kg/m ²
*Sobrecarga RCDF:	40kg/m ²

Carga Muerta: 760kg/m²

Carga Viva Máxima: 100kg/m²

Carga Viva Instantánea: 70kg/m²

Análisis Estructural.

Se realizó un análisis tridimensional lineal al modelo matemático representativo de la edificación, tomándose en cuenta los elementos que forman la estructura principal en su estado actual, siguiendo los lineamientos establecidos por el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias vigentes.

En este proceso se utilizó la aplicación del programa SAP2000, (Structural Analysis Program), en el cual se aplicaron las cargas correspondientes al peso propio de traveses y columnas y al modelo matemático también se le aplicaron la carga muerta y la carga viva actuando en las

trabes. El programa Sap2000 verifica la interacción de esfuerzos en todos los elementos, con lo cual se puede verificar que se encuentre dentro de los rangos de seguridad.

Con el fin de verificar la respuesta de la estructura, se modeló tanto la estructura en el espacio (cuerpo central), además de un marco plano.

Análisis Sísmico.

Las fuerzas sísmicas se evaluaron mediante un análisis estático en dos direcciones ortogonales, utilizando el espectro de respuesta indicado en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, de acuerdo a la zona en donde está ubicado el estadio Olímpico.

Estas fuerzas sísmicas se comparan con el cortante estático basal mínimo según la *revisión por cortante basal* del Análisis Dinámico que se especifica en las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo del RCDF vigente. El análisis sísmico incluye para cada dirección dos condiciones de distribución de fuerzas en función de las excentricidades de diseño para tomar en cuenta la torsión accidental reglamentaria.

Se realizó un análisis elástico-lineal para cada una de las condiciones básicas de cargas generadas: peso propio, carga muerta, carga viva máxima, carga viva instantánea, sismo en dirección X y sismo en dirección Y..

La respuesta sísmica se obtuvo como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de la respuesta modal.

En el modelo analítico se verificó que el desplazamiento lateral total de la estructura y el desplazamiento relativo de los entrepisos (distorsión de entrepiso) se encuentren dentro de los límites de servicio reglamentario de acuerdo al RCDF vigente.

Para el análisis del “péndulo invertido” se tomaron en cuenta las aceleraciones verticales de la masa superior, asociadas al giro de dicha masa con respecto a un eje horizontal normal a la dirección de análisis y que pase por el punto de unión entre la masa y el elemento resistente. El efecto de las aceleraciones se evaluó como un “par” aplicado en el extremo superior del elemento resistente, según el capítulo 8, de las NTC para Sismo.

Parámetros del Análisis.

- A) Estructura del Grupo A
- B) Zona tipo I Terreno firme
- C) Coeficiente sísmico $c=0.16$
Incremento del 50% por ser tipo A, entonces:
 $C = 0.16 \times 1.50 = 0.24$

- D) Factor de comportamiento sismico $Q=1.0$
 E) Máxima distorsión de entrepisos = $0.006H$
 F) Parámetros de Espectro Sismico.

$$T_a = 0.20$$

$$T_b = 0.60$$

$$R = 0.50$$

- G) Factores de Carga:

- a) Cargas permanentes = 1.5
 b) Cargas accidentales = 1.1

Materiales.

- | | |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| A) Concreto en la cimentación, clase 2: | $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ |
| B) Concreto en la superestructura, clase 2: | $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ |
| C) Modulo de elasticidad del concreto: | $E_c = 8000(f'c)^{1/2}$
$E_c = 126,490 \text{ kg/cm}^2$ |
| D) Acero de refuerzo: | $f_y = 2500 \text{ kg/cm}^2$ |
| E) Acero estructural (A36): | $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$ |
| F) Acero rolado en frio: | $f_y = 3515 \text{ kg/cm}^2$ |

CASETA PARA PRENSA, RADIO Y TV.

REVISIÓN DE LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD DE ACUERDO AL REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES VIGENTE PARA EL D.F.

Separación entre Marcos = 4.42 m

MARCO TIPICO TRANVERSAL

ESPECIFICACIÓN DE CARGAS BASICAS

- AZOTEA

Losa de 10 cm $w = 240 \text{ Kg/m}^2$

Relleno ligero de 25 cm (1100 Kg/m³) $w = 275 \text{ Kg/m}^2$

Mortero de 8 cm (2200 Kg/m³) $w = 176 \text{ Kg/m}^2$

Impermeabilizante $w = 24 \text{ Kg/m}^2$

$W_{cm} = 715 \text{ Kg/m}^2$

Carga Viva $W_{cv} = 100 \text{ Kg/m}^2$

Carga Viva Instantánea $W_a = 70 \text{ Kg/m}^2$

Para combinaciones de Cargas:

- $W_{cm} + W_{cv} = 815 \text{ Kg/m}^2$

- $W_{cm} + W_a = 785 \text{ Kg/m}^2$

Area por Marco = (4.42 m)(10.20 m) = 45.08 m²

Calculando el peso de la Azotea para efecto sísmico se tiene:

$W_{cm} = (45.08 \text{ m}^2)(0.785 \text{ T/m}^2) = 35.39 \text{ Ton}$

El peso propio de las traves es:

$$W_{\text{traves}} = [(0.20\text{m})(0.70\text{m})(2) + (0.20\text{m})(0.50\text{m}) + (0.15\text{m})(0.30\text{m})](4.40\text{m})(2.4 \text{ T/m}^3) - \\ - [(0.20\text{m})(0.35\text{m})(0.50\text{m}) + (0.20\text{m})(0.35\text{m})(0.70\text{m})(2) + (0.15\text{m})(0.35\text{m})(0.30\text{m})] \\ (2.4 \text{ T/m}^3) = 4.15 \text{ Ton}$$

$$W_{\text{traves}} = [(0.35\text{m})(0.60\text{m})(3.25\text{m}) + (0.35\text{m})(0.70\text{m})(1.30\text{m}) + (0.35\text{m})(0.50\text{m})(5.95\text{m})] \\ (2.4 \text{ T/m}^3) = 4.90 \text{ Ton}$$

Por lo que:

$$W_{\text{cm}} + W_{\text{a}} = 35.39 \text{ T} + 4.15 \text{ T} + 4.90 \text{ T} = \mathbf{44.44 \text{ Ton}}$$

ENTREPISO (Zona Central entre ejes F y L)

Lado Poniente

Losa de 10 cm $w = 240 \text{ Kg/m}^2$

Relleno ligero de 8 cm (1100 Kg/m³) $w = 880 \text{ Kg/m}^2$

Mortero de 8 cm (2200 Kg/m³) $w = 175 \text{ Kg/m}^2$

$$W_{\text{cm}} = 1295 \text{ Kg/m}^2$$

Carga Viva $W_{\text{cv}} = 250 \text{ Kg/m}^2$

Carga Viva Instantánea $W_{\text{a}} = 170 \text{ Kg/m}^2$

Para combinaciones de Cargas:

$$- W_{\text{cm}} + W_{\text{cv}} = 1545 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_{\text{cm}} + W_{\text{a}} = 1465 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Area por Marco} = (4.42 \text{ m})(3.70 \text{ m}) = 16.354 \text{ m}^2$$

Calculando el peso del Lado Poniente para efecto sísmico se tiene:

$$W_{cm} = (16.354 \text{ m}^2)(1.466 \text{ T/m}^2) = 23.97 \text{ Ton}$$

ENTREPISO (Zona Central)

Losa de 10 cm $w = 240 \text{ Kg/m}^2$

Piso terminado $w = 60 \text{ Kg/m}^2$

$$W_{cm} = 300 \text{ Kg/m}^2$$

Carga Viva $W_{cv} = 250 \text{ Kg/m}^2$

Carga Viva Instantánea $W_a = 170 \text{ Kg/m}^2$

Para combinaciones de Cargas:

- $W_{cm} + W_{cv} = 550 \text{ Kg/m}^2$

$W_{cm} + W_a = 470 \text{ Kg/m}^2$

Area por Marco = $(4.42 \text{ m})(1.65 \text{ m}) = 7.29 \text{ m}^2$

Calculando el peso del Zona Central para efecto sísmico se tiene:

$$W_{cm} = (7.29 \text{ m}^2)(0.47 \text{ T/m}^2) = 3.43 \text{ Ton}$$

ENTREPISO (Lado Oriente)

Losa de 10 cm $w = 240 \text{ Kg/m}^2$

Relleno ligero de 55 cm $w = 605 \text{ Kg/m}^2$

Mortero de 8 cm (2200 Kg/m³) $w = 175 \text{ Kg/m}^2$

$$W_{cm} = 1020 \text{ Kg/m}^2$$

Carga Viva $W_{cv} = 250 \text{ Kg/m}^2$

Carga Viva Instantánea $W_a = 170 \text{ Kg/m}^2$

Para combinaciones de Cargas:

$$- W_{cm} + W_{cv} = 1270 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_{cm} + W_a = 1190 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Area por Marco} = (4.42 \text{ m})(3.50 \text{ m}) = 15.47 \text{ m}^2$$

Calculando el peso del Zona Central para efecto sísmico se tiene:

$$W_{cm} = (15.47 \text{ m}^2)(1.191 \text{ T/m}^2) = 18.42 \text{ Ton}$$

El peso propio de las traves es:

$$W_{traves} = ((0.20 \text{ m})(1.00 \text{ m}) + (0.25 \text{ m})(1.00 \text{ m})(2)) - ((0.20 \text{ m})(0.35 \text{ m}) + (0.25 \text{ m})(0.35 \text{ m})) + [(0.25 \text{ m})(0.35 \text{ m})(1.00 \text{ m}) + (0.15 \text{ m})(0.35 \text{ m})(0.50 \text{ m})](4.42 \text{ m}) + (0.35 \text{ m})(1.00 \text{ m})(5.83 \text{ m}) + (0.35 \text{ m})(0.75 \text{ m})(3.50 \text{ m}))(2.4 \text{ T/m}^3) = 16.05 \text{ Ton}$$

Por lo que: $W = \mathbf{61.88 \text{ Ton}}$

Calculando el peso de las columnas:

$$h_{azotea} = (3.50 \text{ m}/2) + 0.375 = 1.38 \text{ m},$$

$$W_{azotea} = (1.38 \text{ m})(1.5 \text{ m})(0.4 \text{ m})(2.4 \text{ T/m}^3) = 1.98 \text{ Ton}$$

$$h_{p.alta} = ((4.30 \text{ m}/2) - 0.50) + 1.38 = 3.03 \text{ m},$$

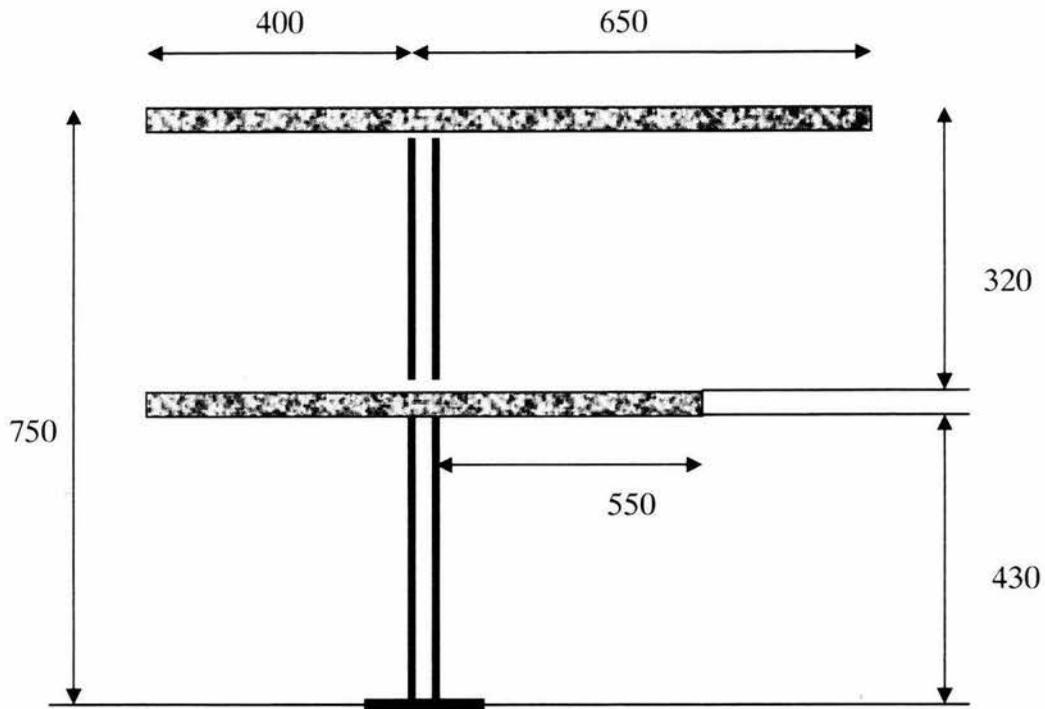
$$W_{p.alta} = (3.03 \text{ m})(1.5 \text{ m})(0.4 \text{ m})(2.4 \text{ T/m}^3) = 4.36 \text{ Ton}$$

Por lo tanto:

$$W_{p.baja} = 61.88 + 4.36 = 66.24 \text{ Ton}$$

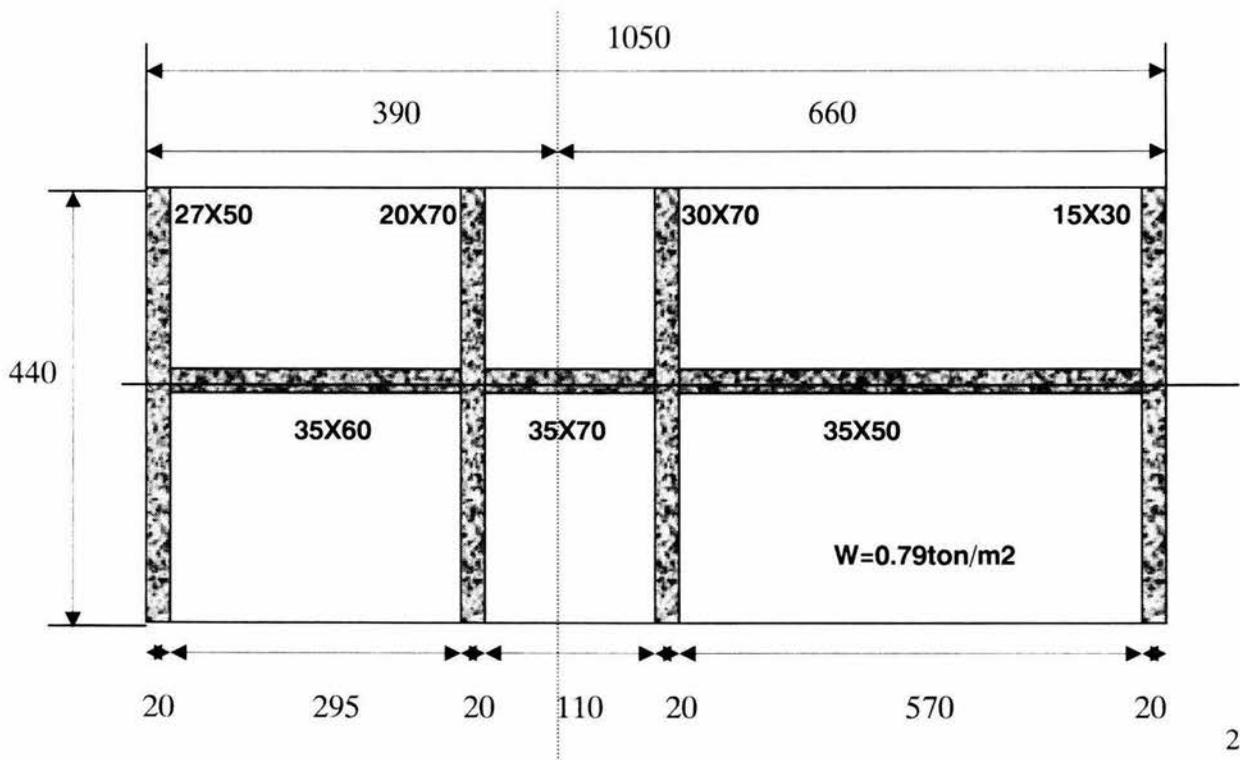
$$W_{azotea} = 44.44 + 1.98 = 46.42 \text{ Ton}$$

CASETA CENTRAL



AZOTEA PLANTA

EJE



DISTANCIA RESPECTO AL EJE

$P1=(0.20m)(0.50m)(2.40ton/m^3)(4.40m) = 1.06ton$	$x=3.80 (-)$
$P2=(2.95m)(4.40m)(0.785ton/m^2) = 10.19ton$	$x=2.23 (-)$
$P3=(0.20m)(0.70m)(2.40ton/m^3)(4.40m) = 1.48ton$	$x=0.65 (+, -)$
$P4=(1.10m)(4.40m)(0.785ton/m^2) = 3.80ton$	$x=0.00$
$P5=(5.70m)(4.40m)(0.785ton/m^2) = 19.69ton$	$x=3.60 (+)$
$P6=(0.15m)(0.30m)(2.40ton/m^3)(4.40m) = 0.48ton$	$x=6.53 (+)$
$P7=(0.35m)(0.60m)(2.40ton/m^3)(2.95m) = 1.49ton$	$x=2.23 (-)$
$P8=(0.35m)(0.70m)(2.40ton/m^3)(1.10m) = 0.65ton$	$x=0.00$
$P9=(0.35m)(0.50m)(2.40ton/m^3)(5.70m) = 2.39ton$	$x=3.60 (+)$

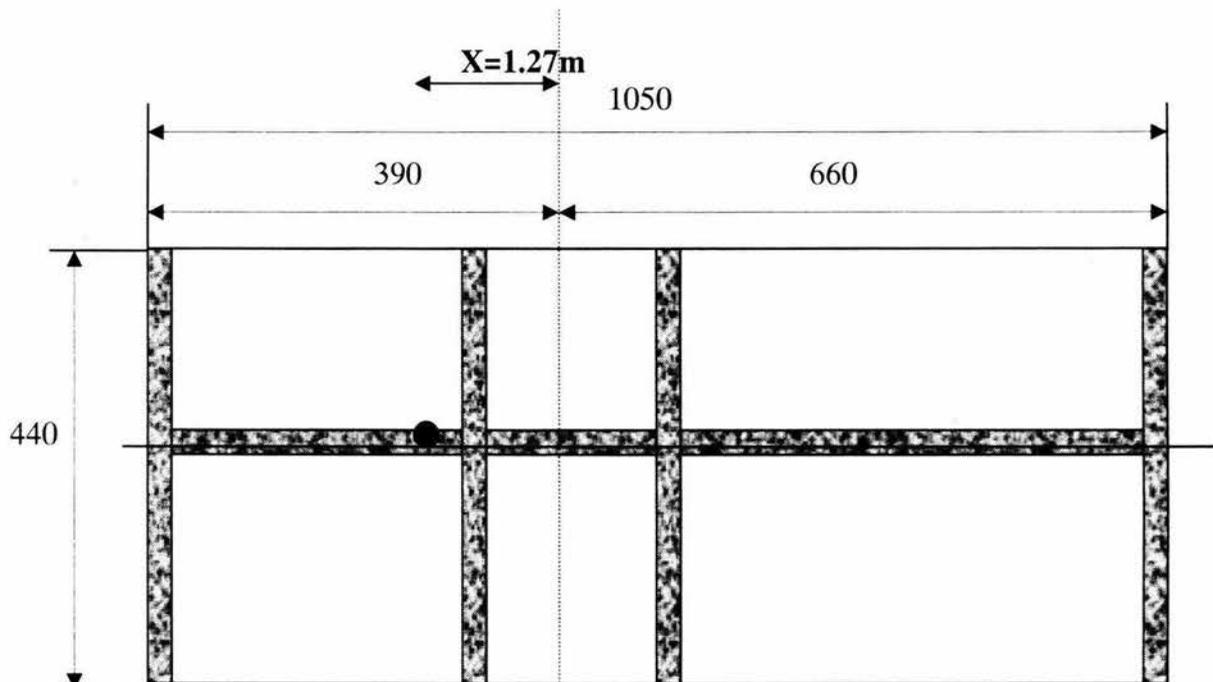
$$\underline{W_{total} = 41.23ton}$$

W carga muerta + W carga viva = 0.785 ton/m²

$$\bar{X} = \frac{\text{SUMA } P_i X_i}{W_{total}} = \frac{1.06(3.80) + (10.19ton)(2.23m) + (1.48ton)(0.65) + (1.48ton)(1.65m) + (3.80ton)(0) + (19.69ton)(3.60m) + (0.48ton)(6.53m) + (1.49ton)(-2.23m) + (0.65ton)(0) + (2.39ton)(3.6m)}{41.23ton}$$

$$\bar{X} = 52.55 \text{ ton.m} / 41.23ton = 1.27m$$

Considerando una reaccion uniforme sobre el area de azotea. $X_c = 10.50/2 = 5.25m$



MOMENTO DE INERCIA DEL AREA DEL MEZANINE

$$A = (10.50\text{m})(4.40\text{m}) = 46.20 \text{ m}^2$$

$$I = b h^3 / 12 = (4.40\text{m})(10.50\text{m})^3 / 12 = 424.46\text{m}^4$$

$$r = (I/A)^{1/2} = (424.46/46.20)^{1/2} = 3.03\text{m}$$

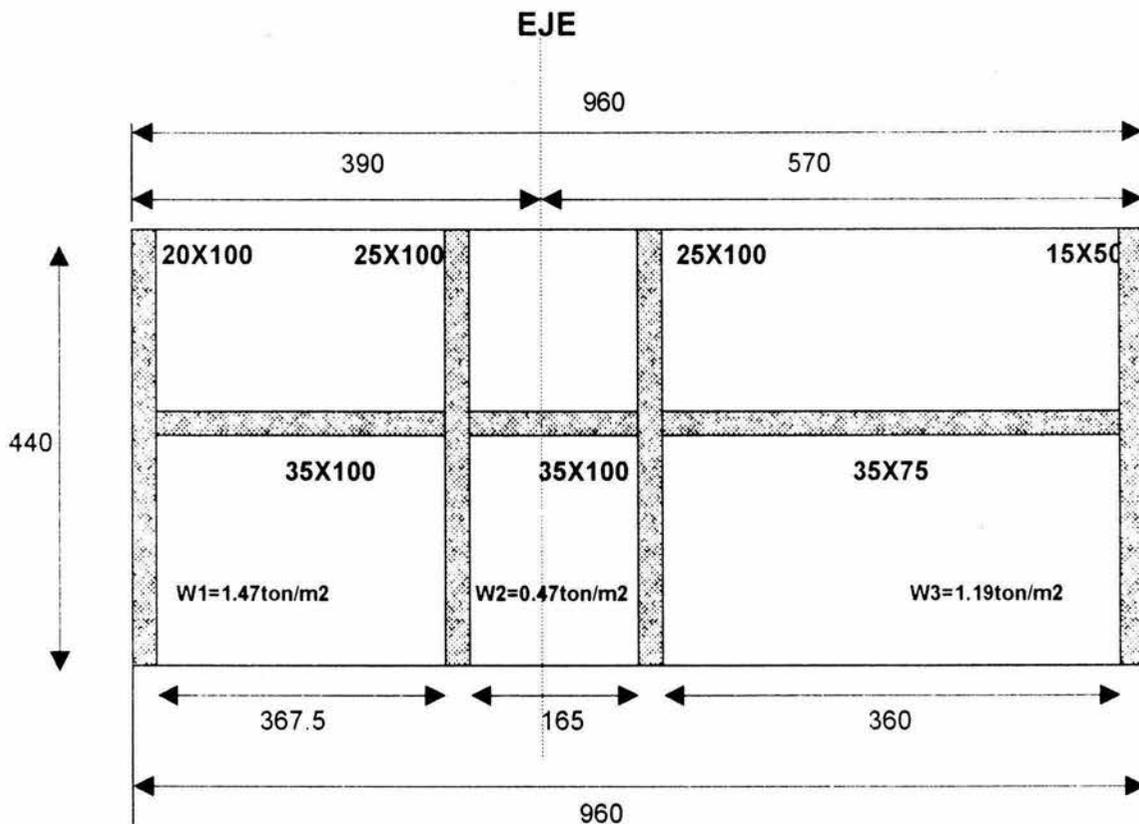
Transportando al eje de referencia.

$$I = I_o + Ad^2$$

$$I = 424.46\text{m}^4 + 46.20\text{m}^2 (1.27\text{m})^2 = 498.98\text{m}^4$$

Por lo tanto: $r = (498.98/46.20)^{1/2} = 3.29\text{m}$ **azotea**

NIVEL DE ENTREPISO



$$W_1 = W_{\text{carga muerta}} = 1300 + W_a = 1470$$

Aplicando regla de tres.

1.47 ton/m².....1W1

0.47 ton/m²..... X

$$X=W_2=0.32W_1$$

De igual manera:

PLANTA ALTA

$$W_3= 0.81W_1$$

- P1=(0.20m)(1.00m)(2.40ton/m³)(4.40m) =2.11ton
- P2=(0.25m)(1.00m)(2.40ton/m³)(4.40m) =2.64ton
- P3=(0.25m)(1.00m)(2.40ton/m³)(4.40m) =2.64ton
- P4=(0.15m)(0.50m)(2.40ton/m³)(4.40m) =0.79ton
- P5=(3.78m)(1.47ton/m²)(4.40m) = 23.77ton
- P6=(1.65m)(0.47ton/m²)(4.40m) = 3.41ton
- P7=(3.61m)(1.19ton/m²)(4.40m) = 18.85ton
- P8=(0.35m)(1.00m)(2.40ton/m³)(3.68m) =3.09ton
- P9=(0.35m)(1.00m)(2.40ton/m³)(1.65m) =1.39ton
- P10=(0.35m)(0.75m)(2.40ton/m³)(3.60m) =2.27ton

DISTANCIA RESPECTO AL EJE

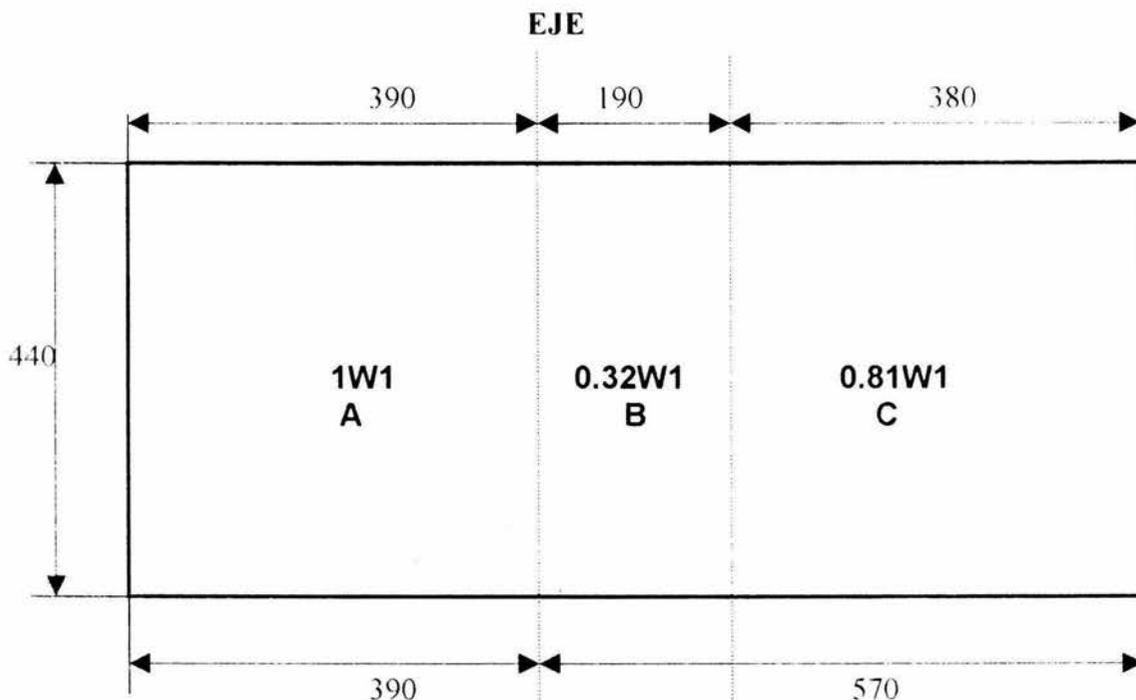
- x=3.80 (-)
- x=0.00
- x=1.90 (+)
- x=5.63 (+)
- x=1.96 (-)
- x=0.95 (+)
- x=3.83 (+)
- x=1.96 (-)
- x=0.95 (+)
- x=3.83 (+)

$$\underline{W_{total}= 60.96 \text{ Ton}}$$

$$\bar{X}= \underline{SUMA P_i X_i} =$$

$$=2.11(-3.80)+(2.64\text{ton})(1.90\text{m})+(0.79\text{ton})(5.63\text{m})+(23.77\text{ton})(-1.96\text{m})+(3.41\text{ton})(0.95\text{m})+(18.85\text{ton})(3.83\text{m})+(3.09\text{ton})(-1.96\text{m})+(1.39\text{ton})(0.95\text{m})+(2.27\text{ton})(3.88\text{m})$$

$$\bar{X}= 34.25 \text{ ton.m} / 60.96\text{ton} = 0.56\text{m}$$



$$A_{total} = (1)(3.90m)(4.40m) + (0.32)(1.90m)(4.40m) + (0.81)(3.80m)(4.40m)$$

$$A_{tot} = 33.38m^2$$

$$W_{equivalente} = 60.96 / 33.38m^2 = 1.83ton/m^2$$

SECCION A:

$$A = (3.90m)(4.40m) = 17.16m^2$$

$$I = 4.40m(3.90m)^3/12 = 21.75m^4$$

SECCION B:

$$A = (1.90m)(4.40m)(0.32) = 2.68m^2$$

$$I = 4.40m(1.90m)^3/12(0.32) = 0.80m^4$$

SECCION C:

$$A = (3.80m)(4.40m)(0.81) = 13.54m^2$$

$$I = 4.40m(3.80m)^3/12(0.81) = 16.30m^4$$

$$\bar{I}_x = \text{sumatoria } [I_x + Adx^2]$$

$$\bar{I}_x = 21.75 + 17.16 + (3.90/2 + 0.56)^2 + 0.80m^4 + (2.68)(1.90/2 - 0.56)^2 + 16.30 + (13.54m^2)(5.70 - 3.80/2 - 0.56)^2$$

$$\bar{I}_x = 129.86 + 1.85 + 158.44$$

$$\bar{I}_x = \underline{\underline{290.15m^4}}$$

$$\bar{I}_y = \bar{I}_x + Ad^2$$

$$I = 290.15m^4 + (33.38m^2)(0.56m)^2$$

$$\bar{I}_{cje} = 300.62m^4$$

$$\underline{\underline{r = (I/A)^{1/2} = (300.62/33.38)^{1/2} = 3.00m}}$$

R.C.D.F. - N.T.C. DISEÑO POR SISMO

- PENDULOS INVERTIDOS.

$$M = 1.5 P_i r o^2 \text{ ang}/x$$

Donde:

P_i = Fuerza lateral actuante sobre la masa.

$r o$ = Radio de giro de la masa c/r a un eje "horizontal" en donde se requiere.

Ang = giro extremo superior del elemento resistente bajo la accion de la fuerza lateral P_i .

X = Desplazamiento lateral del extremo superior del elemento resistente P_i

ANÁLISIS ESTÁTICO

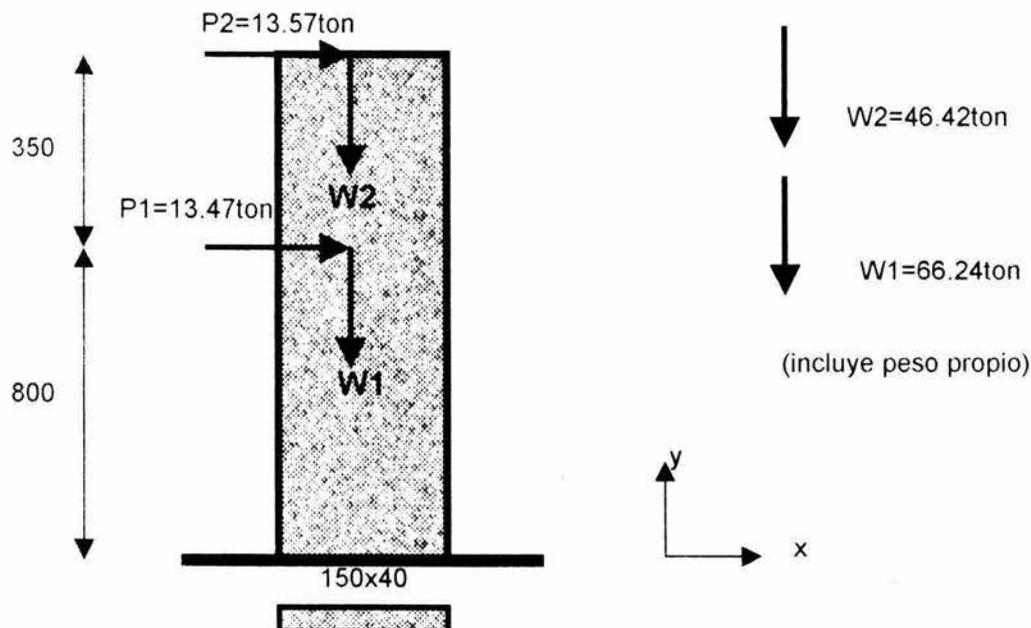
$$P_i = \frac{W_i h_i}{\text{Suma } W_i h_i} C_s \text{ suma } W_i \quad C_s = c/Q \quad V_b = c/Q W_{\text{total}} \text{ (Cortante basal)}$$

$$C = 0.16 (1.5) = 0.24$$

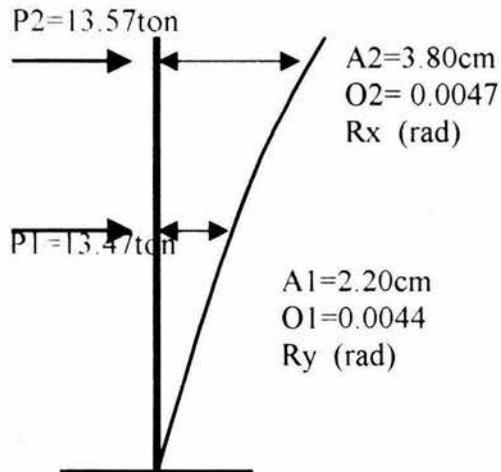
$$Q = 1.0$$

$$V_b = 0.24 (102.74) = 24.66 \text{ ton}$$

ENTREPISO	W _i (ton)	H _i (m)	W _i h _i (ton.m)	P _i (ton)	V _i (ton)
AZOTEA	46.42	11.50	533.83	13.57	13.57
PLANTA ALTA	66.24	8.00	529.92	13.47	27.05
SUMA	112.66		1063.75	27.04	



DEL ARCHIVO DE SAP 2000 (PÉNDULO)



“OBTENCIÓN DEL INCREMENTO DE MOMENTO POR ACELERACIÓN VERTICAL DE LA MASA SUPERIOR”

1.- ENTREPISO. PLANTA ALTA.

$$M = 1.5 P \text{ ro} * 2 O / X = 1.5 (13.47 \text{ ton}) (3.0 \text{ m}) * 2 (0.0044 / 0.022)$$

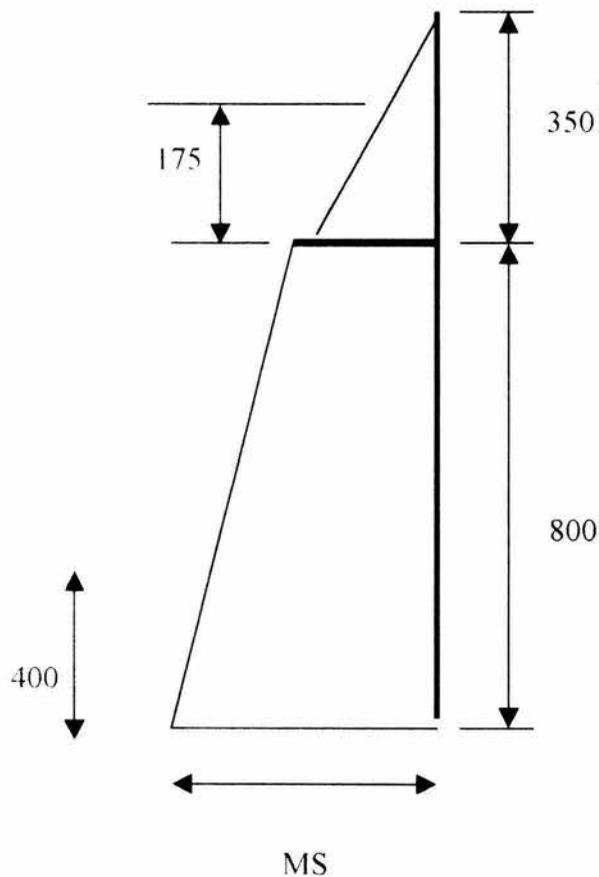
$$AM_s = 36.37 \text{ ton.m. (planta alta)}$$

1.- AZOTEA

$$M = 1.5 P \text{ ro} * 2 O / X = 1.5 (13.57 \text{ ton}) (3.29 \text{ m}) * 2 (0.0047 / 0.038)$$

$$AM_s = 27.25 \text{ ton.m. (azotea)}$$

$$\underline{AM_{\text{total}} = \text{suma } M_s = 63.62 \text{ ton.m}}$$



AMs= 27.25 ton.m. (azotea)

MS2=47.5 ton.m.

Vs=13.57ton

Pcv=46.42ton

Amtot=63.62ton.m

Por aceleracion vertical de la masa

AMs= 32.83 ton.m. (azotea)

MS=263.81 ton.m.

Vs=27.04ton

Pcv=112.66ton

Ms=327.43ton.m

Ms1 + AMtot

Sismo

PARAMETROS DE ANALISIS SISMICO

A.- Estructura del grupo A

B.-Zona I

C.-Coeficiente sismico $c=0.16$

Incremento del 50% por ser tipo "A"

$$C = 0.16 \times 1.50 = 0.24$$

D.- factor de comportamiento sismico

$$Q = 1.0$$

E.-Maxima distorsion de entrepisos

$$d = 0.006h$$

F.- Parametros del espectro sismico

$$T_a = 0.20$$

$$T_b = 0.60$$

$$r = 0.50$$

G.- Factores de carga

Permanentes=1.50
Accidentales=1.10

$$a = (1 + 3T / T_a) c / 4, \quad \text{si } T < T_a$$

$$a = c, \quad \text{si } T \text{ esta entre } T_a \text{ y } T_b$$

$$a = qc, \quad \text{si } T > T_b$$

$$q = (T_b / T) * r \longrightarrow q$$

$$\text{si } T < 0.20 \quad a = (1 + 3T / 0.20)(0.16 / 4) = (1 + 15T)(0.04) = 0.04 + 0.6T$$

$$\text{si } 0.20 < T < 0.6 \quad a = 0.24 \quad (\text{por ser tipo "A"})$$

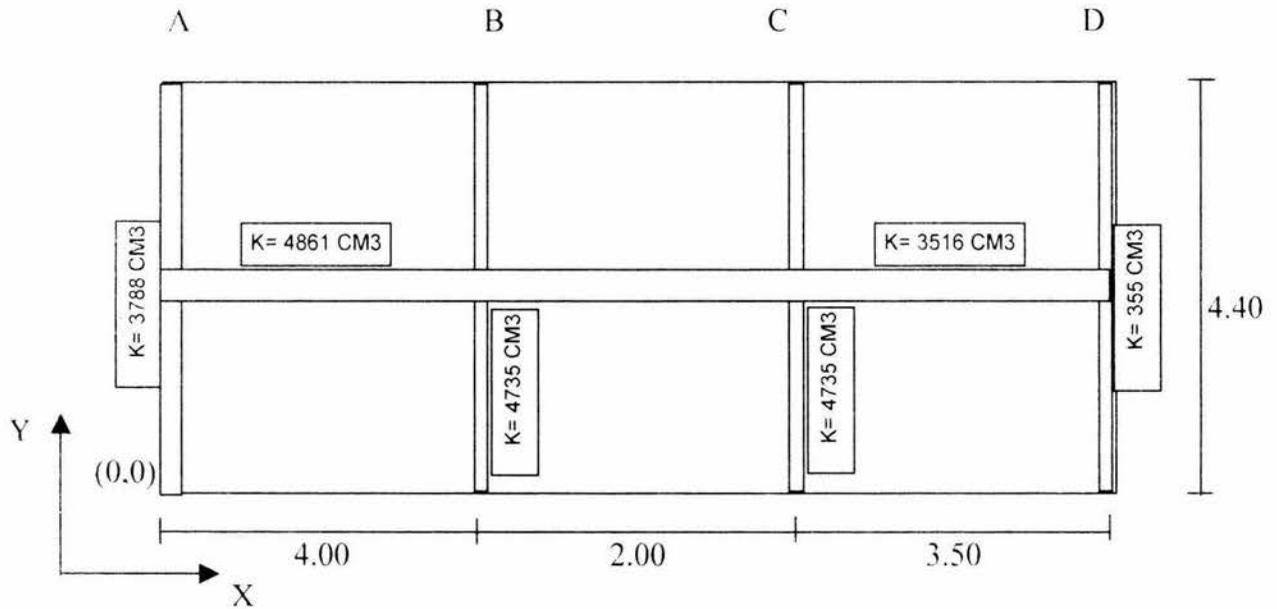
$$\text{si } T > 0.60 \quad a = (0.60 / T) * 0.5(0.24)$$

T	a
0.00	0.04
0.10	0.10
0.20	0.16
0.30	0.24
0.40	0.24
0.50	0.24
0.60	0.24
0.70	0.22
0.80	0.21
0.90	0.20
1.00	0.19

Cálculo de las Fuerzas Directas para al Torsion

Calculando el Centro de Rígidez de cada entrepiso **CR(XR, YR).**

PLANTA ALTA (ENTREPISO)



$$X_R = \frac{R_{iy} X_i}{R_{iy}}$$

$$X_R = \frac{(3788)(0) + (4735)(400) + (4735)(600) + (355)(950)}{3788 + 4735(2) + 355}$$

$$= \frac{5072250.00}{13613.00}$$

$$= X_R = 373.00 \text{ cms}$$

$$Y_R = \frac{R_{ix} Y_i}{R_{ix}}$$

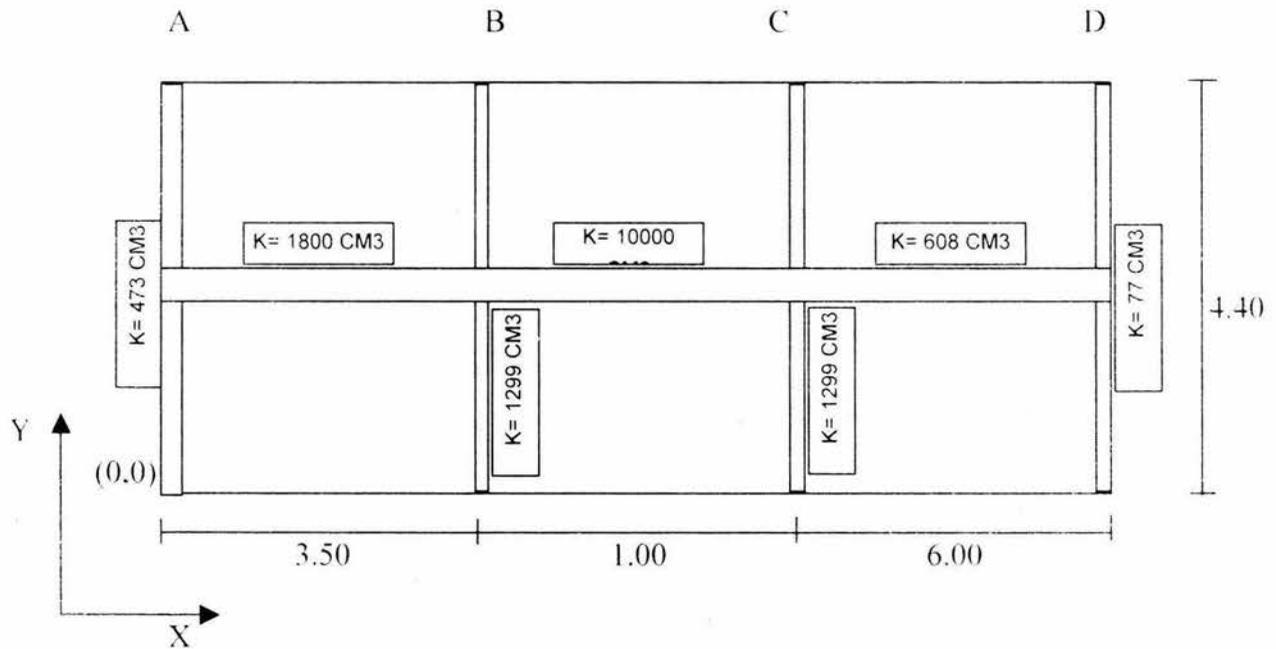
$$Y_R = \frac{(4861)(220) + (3516)(220)}{4861 + 3516}$$

$$= \frac{1842940.00}{8377.00}$$

$$Y_R = 220.00 \text{ cms}$$

Por lo tanto el CR para el entrepiso es = (373 , 220) cms

AZOTEA



$$XR = \frac{R_{iy} X_i}{R_{iy}}$$

$$XR = \frac{(473)(0) + (1299)(350) + (1299)(450) + (77)(1050)}{473 + 1299(2) + 77}$$

$$= \frac{1120050.00}{3148.00}$$

$$= 355.80 \Rightarrow XR = 356.00 \text{ cms}$$

$$YR = \frac{R_{ix} Y_i}{R_{ix}}$$

$$YR = \frac{(1800)(220) + (10000)(220) + (608)(220)}{1800 + 10000 + 608}$$

$$= \frac{2729760.00}{12408.00}$$

$$YR = 220.00 \text{ cms}$$

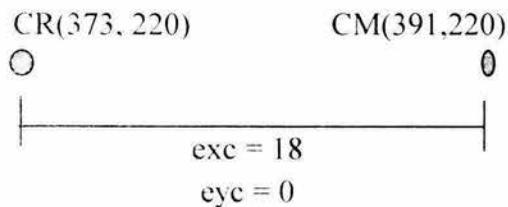
Por lo tanto el CR para la azotea es = (356 , 220) cms

Para el cálculo del Centro de Masa de cada entrepiso se procede de manera similar y como ya se tiene ese dato:

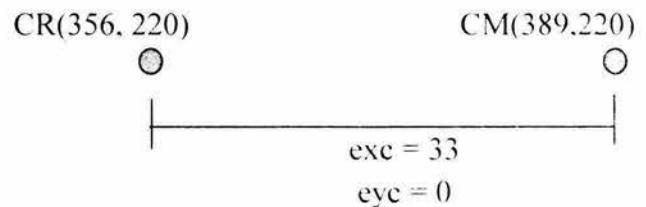
$$\text{P.BAJA} \quad \text{CM} = (391, 220) \text{ cms}$$

$$\text{AZOTEA} \quad \text{CM} = (389, 220) \text{ cms}$$

Cálculo de las excentricidades e_c (El **CM** siempre se considera como origen)



$$\text{PLANTA ALTA} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{exc} = -18 \text{ cm} \\ \text{eyc} = 0 \end{array} \right.$$



$$\text{AZOTEA} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{exc} = -33 \text{ cm} \\ \text{eyc} = 0 \end{array} \right.$$

De acuerdo al RCDF

PLANTA ALTA

$$ex1 = 1.5 \text{ exc} + 0.1b = 1.5(18) + 0.1(950) = 122$$

$$ex2 = \text{exc} - 0.1b = 18 - 0.1(950) = -77$$

⇒ RIGE

$$ey1 = 1.5 \text{ eyc} + 0.1b = 1.5(0) + 0.1(440) = 44$$

$$ey2 = \text{eyc} - 0.1b = 0 - 0.1(440) = -44$$

⇒ RIGE

AZOTEA

$$ex1 = 1.5 \text{ exc} + 0.1b = 1.5(33) + 0.1(1050) = 154.5$$

$$ex2 = \text{exc} - 0.1b = 33 - 0.1(1050) = -72$$

⇒ RIGE

$$ey1 = 1.5 \text{ eyc} + 0.1b = 1.5(0) + 0.1(440) = 44$$

$$ey2 = \text{eyc} - 0.1b = 0 - 0.1(440) = -44$$

⇒ RIGE

Finalmente las excentricidades son:

$$\text{PLANTA ALTA: } ex1 = 122 \text{ cms}$$

$$ey1 = 44 \text{ cms}$$

$$\text{AZOTEA: } ex1 = 155 \text{ cms}$$

$$ey1 = 44 \text{ cms}$$

PLANTA ALTA:

$$Y_{iT} = Y_i - Y_T = 2.2 - 2.2 = 0.00$$

$$X_{iT} = X_i - X_T = 5.0 - 3.73 = 1.27$$

EJE	R _{ix}	Y _i	R _{ix} Y _i	V _{directo}	Y _{iT}	R _{ix} Y _{iT}	(R _{ix} Y _{iT}) ²	TORSION		TOTAL		X + 0.3 Y
								S _x	S _y	S _x	S _y	
1	2.11	2.20	4.64	<u>23.14</u>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.14	0.00	<u>23.14</u>

SISMO X 23.14

EJE	R _{iy}	X _i	R _{iy} X _i	V _{directo}	X _{iT}	R _{iy} X _{iT}	(R _{iy} X _{iT}) ²	MT _x MT _y		TOTAL		Y + 0.3 X
								S _x	S _y	S _x	S _y	
A	0.15	5.00	0.75	<u>9.93</u>	1.27	0.19	(0.242) ²	7.99	9.51	17.92	9.51	<u>14.89</u>

SISMO Y 0.75 9.93

$$(R_{ix} Y_{iT})^2 + (R_{iy} X_{iT})^2 = 0 + 0.24^2 = 0.242$$

$$MT_x = V_x \cdot e_y = (23.14 \text{ T})(\pm 0.44 \text{ m}) = 10.18 \text{ T}\cdot\text{m}$$

$$MT_y = V_y \cdot e_x = (9.93 \text{ T})(\pm 1.22 \text{ m}) = 12.11 \text{ T}\cdot\text{m}$$

$$V_{ix} = (0.19 / 0.242) (10.18) = 7.99 \text{ Ton}$$

$$V_{iy} = (0.19 / 0.242) (12.11) = 9.51 \text{ Ton}$$

AZOTEA

$$X_{iT} = X_i - X_T = 4.00 - 3.56 = 0.44$$

EJE	R _{iy}	X _i	R _{iy} X _i	V _{directo}	X _{iT}	R _{iy} X _{iT}	(R _{iy} X _{iT}) ²
A	<u>0.27</u>	4.00	<u>1.08</u>	6.38	0.44	0.12	<u>0.052</u>
	0.27		1.08				0.052

$$MT_x = V_x \cdot e_y = (13.77 \text{ T})(\pm 0.44 \text{ m}) = 6.06 \text{ T}\cdot\text{m}$$

$$MT_y = V_y \cdot e_x = (6.38 \text{ T})(\pm 1.55 \text{ m}) = 9.89 \text{ T}\cdot\text{m}$$

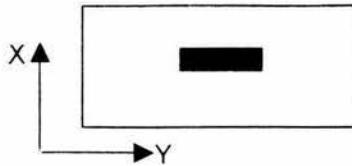
$$V_{ix} = 0.00 \text{ Ton}$$

$$V_{iy} = (0.119 / 0.052) (6.06) = 13.87 \text{ Ton}$$

Si se suma o resta V_{iy} al cortante directo que es de V = -6.38 Ton.

$$V_1 = 7.45 \text{ Ton}$$

$$V_2 = 20.25 \text{ Ton}$$



MODO	PERIODO	MODO INDIVIDUAL (%)			ACUMULADO (%)		
		Ux	Uy	Uz	Ux	Uy	Uz
1	1.1626	74.43	0.00	0.00	74.43	0.00	0.00
2	0.7484	2.38	0.00	0.00	76.81	0.00	0.00
3	0.4550	0.00	12.30	10.49	0.00	12.30	10.49
4	0.3040	1.99	0.00	0.00	78.80	12.30	10.49
5	0.2975	0.00	50.17	2.96	78.80	62.47	13.45
6	0.2600	9.93	0.00	0.00	88.73	62.47	13.45
7	0.1683	6.96	0.00	0.00	95.69	62.47	13.45
8	0.1498	2.60	0.00	0.00	98.29	62.47	13.45
9	0.1486	0.00	0.00	20.50	98.29	62.47	33.95
10	0.1326	0.00	17.98	4.26	98.29	80.45	38.21

100% en X
82% en Y

MODO	PERIODO	am (g)	Q'x=Q'y	DIRECCION X			DIRECCION Y		
				ax/Q'x	W'x (Ton)	V'x (Ton)	ay/Q'y	W'y (Ton)	V'y (Ton)
1	1.1626	0.172	0.80	0.215	84.55	18.22	0.215	0.00	0.00
2	0.7484	0.215	0.80	0.269	2.70	0.73	0.269	0.00	0.00
3	0.0455	0.240	0.80	0.300	0.00	0.00	0.300	14.00	4.20
4	0.3040	0.240	0.80	0.300	2.26	0.68	0.300	0.00	0.00
5	0.2975	0.240	0.80	0.300	0.00	0.00	0.300	57.09	17.13
6	0.2600	0.240	0.80	0.300	11.28	3.38	0.300	0.00	0.00
7	0.1683	0.211	0.80	0.264	7.91	2.09	0.264	0.00	0.00
8	0.1498	0.195	0.80	0.244	2.95	0.72	0.244	0.00	0.00
9	0.1486	0.194	0.80	0.243	0.00	0.00	0.243	0.00	0.00
10	0.1326	0.179	0.80	0.224	0.00	0.00	0.224	20.46	4.59
				111.65			91.55		

DINAMICO	18.69	DINAMICO	18.22
ESTATICO	19.25	ESTATICO	26.80

Cálculo de los cortantes basales para cada método.**Para el DINAMICO**

$$V_x = \sqrt{(18.22)^2 + (0.73)^2 + (0.68)^2 + (3.38)^2 + (2.09)^2 + (0.72)^2} = \sqrt{349.2746} = 18.69 \text{ T}$$

$$V_y = \sqrt{(4.20)^2 + (17.13)^2 + (4.59)^2} = \sqrt{332.145} = 18.22 \text{ T}$$

Para el ESTATICO

$$V_x = (0.8 * a * W_T) / Q' = 0.8(0.172)(111.65) / 0.80 = 19.25 \text{ Ton}$$

$$V_y = (0.8 * a * W_T) / Q' = 0.8(0.240)(111.65) / 0.80 = 26.80 \text{ Ton}$$

Peso Total de la Estructura: **111.65** Ton

Participación de las Masas: **100%** en X, **82%** en Y

Distribución del Cortante Basal en cada entrepiso.

" DIRECCION X "

Vbx = 19.25 Ton

PISO	Wi (Ton)	hi (m)	Wi hi (T*m)	Fi (Ton)	Vix (Ton)
Azotea	46.59	7.50	349.43	10.69	10.69
P. Baja	65.06	4.30	279.76	8.56	19.25
	<u>111.65</u>		<u>629.183</u>		

" DIRECCION Y "

Vby = 26.80 Ton

PISO	Wi (Ton)	hi (m)	Wi hi (T*m)	Fi (Ton)	Viy (Ton)
Azotea	46.59	7.50	349.43	14.88	14.88
P. Baja	65.06	4.30	279.76	11.92	26.80
	<u>111.65</u>		<u>629.183</u>		

Los cortantes anteriores son los Cortante Directos, faltaria adicionarle los cortantes por Torsion, pero debido a que la expresi3n para calcular es :

$$V_T = \frac{R_i X_i T}{(R_i X_i T)^2} MT \quad \text{donde } MT = V_x \text{ ey } \text{accidental}$$

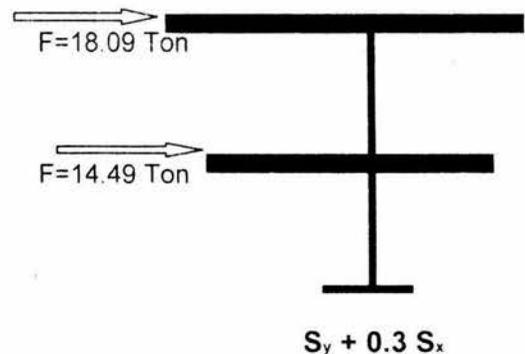
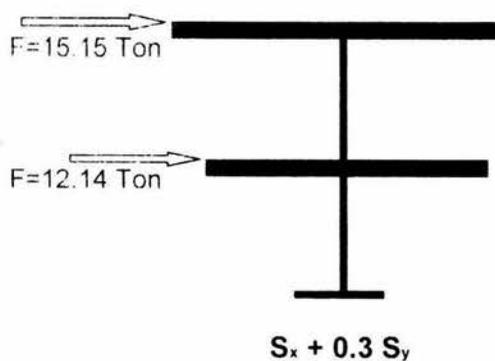
Se observa que, como en este caso el CM y CT coinciden, no existe la componente $X_i T$ por lo que la expresi3n arriba descrita se anula a3n cuando s3 existe la excentricidad accidental la cual s3 le dar3a un valor al MT.

Finalmente las fuerzas a ingresar en el m3dulo son:

	Para $S_x + 0.3 S_y$	
Azotea	$x + 0.3S_y = 10.69 + 0.3(14.88) =$	15.15 Ton
P. Baja	$x + 0.3S_y = 8.56 + 0.3(11.92) =$	12.14 Ton

	Para $S_y + 0.3 S_x$	
Azotea	$x + 0.3S_y = 14.88 + 0.3(10.69) =$	18.09 Ton
P. Baja	$x + 0.3S_y = 11.92 + 0.3(8.56) =$	14.49 Ton

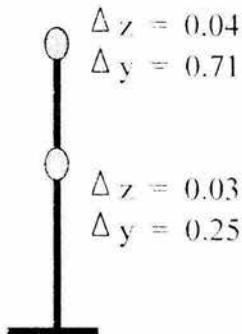
A continuaci3n se muestran las cargas aplicadas en cada uno de los entrepisos y, para cada una de las combinaciones de carga.



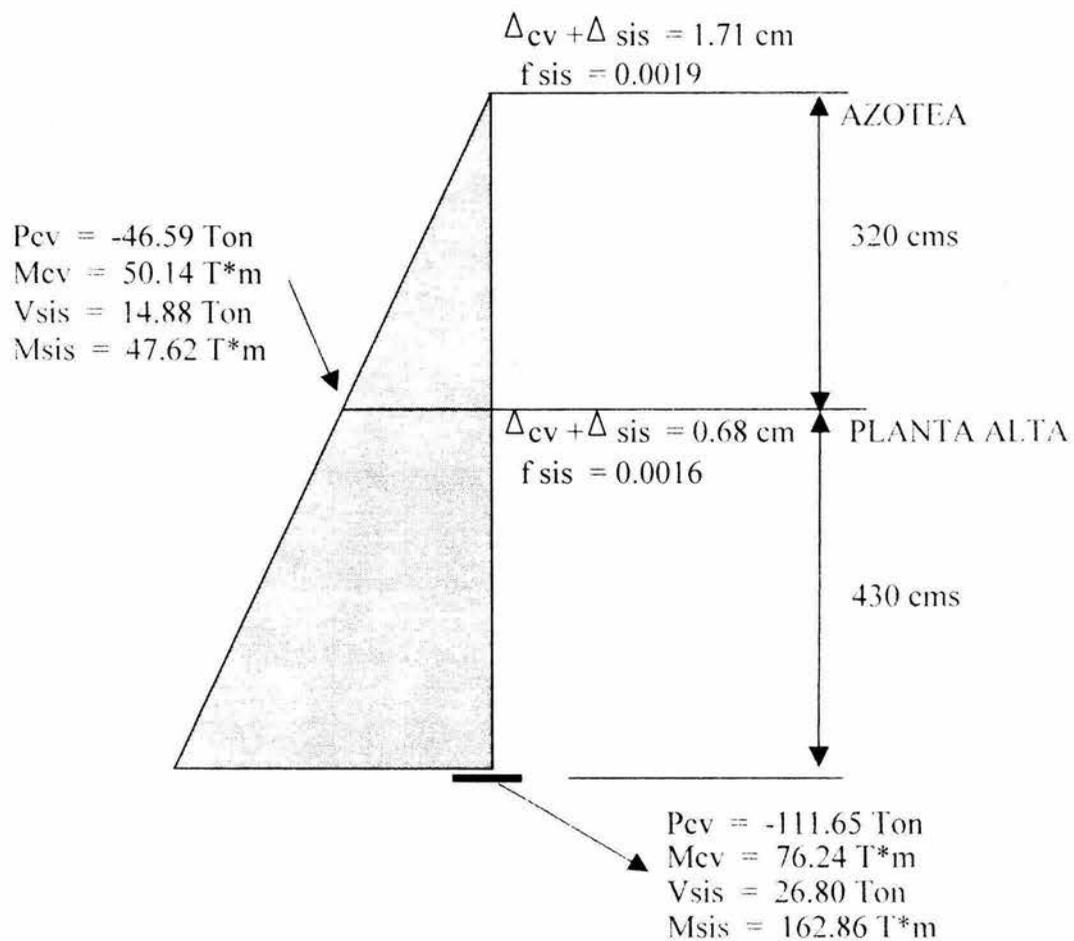
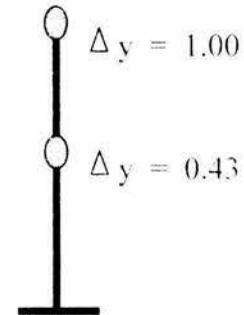
Revisión para identificar si se requiere de un análisis de 2° Orden.

Considerando las cargas por Sismo Y y la Carga Vertical (CM + CVred + PPO)

" Desplazamiento por carga vertical "



" Sismo en Y "



Para el Nivel Superior

$$\Delta_{dif} = 1.71 - 0.68 = 1.03$$

$$\Delta_{H dif} = 750 - 430 = 320$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta}{H} = \frac{1.03 \text{ cms}}{320 \text{ cms}} = 0.0032$$

$$0.08 V / W = 0.08(14.88 \text{ Ton}) / (46.59 \text{ Ton}) = \mathbf{0.0256}$$

Como $0.0032 < 0.0256$ Por lo tanto no se requiere del análisis de 2° Orden.

$$0.08 V / W = 0.08(26.80 \text{ Ton}) / (111.65 \text{ Ton}) = \mathbf{0.0192}$$

Como $0.0032 < 0.0192$ Por lo tanto no se requiere del análisis de 2° Orden.

A continuación, como ya se tienen las fuerzas debidas a las cargas de S_x , S_y y Cargas Verticales, se procede a analizar la estructura para las siguientes combinaciones:

Comb 1 CM + CVred + PP

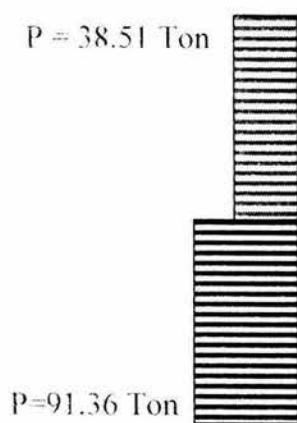
Comb 2 CM + CVred + PP + S_y + $0.3S_x$

Comb 3 CM + CVred + PP - S_y - $0.3S_x$

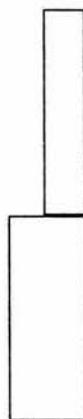
Una vez que se tengan los momentos y cortantes finales de acuerdo a las combinaciones, se deberá agregar el Momento debido a la Aceleración Espectral para el diseño y no olvidar multiplicar los elementos mecanicos para los Factores de Carga correspondiente de acuerdo a lo combinación que riga el diseño.

Así, los elementos mecánicos para cada combinación de carga son:

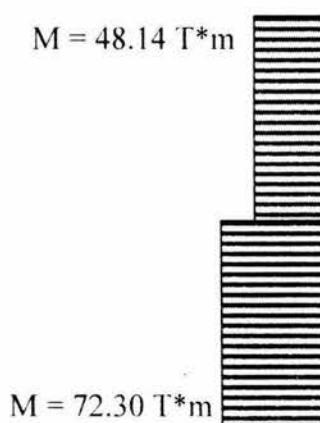
Para Comb 1 CM + CVred + PPO



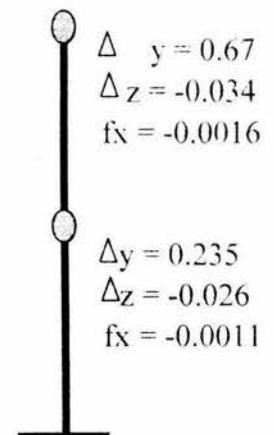
AXIAL



CORTANTE

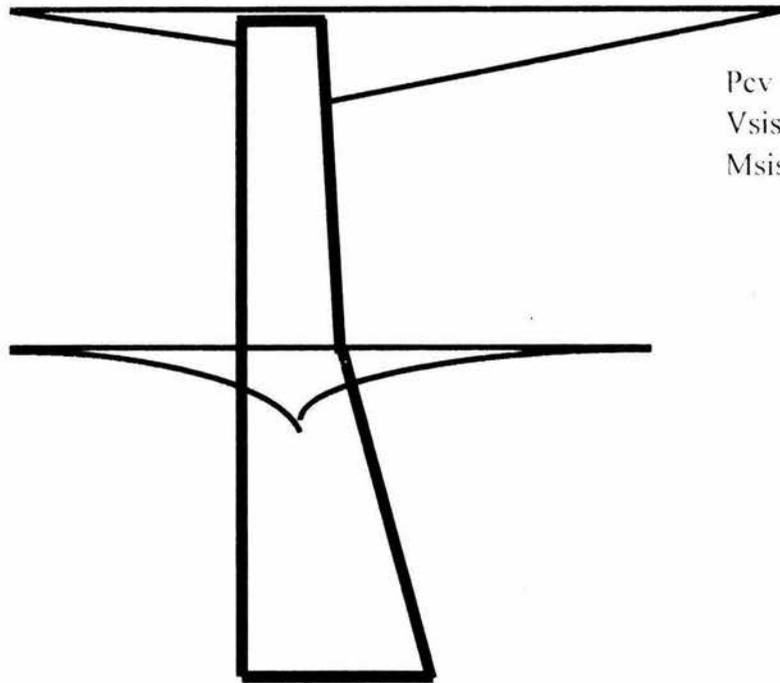


MOMENTO



DEFLEXION

Para el diseño de Columna rige la **Comb 2**



$$\begin{aligned} P_{cv} &= 111.65 \text{ Ton} \\ V_{sis} &= 26.80 \text{ Ton} \\ M_{sis} &= 239.10 \text{ T*m} \end{aligned}$$

Incremento de Momento por aceleración vertical de la Masa Sup.

$$M = 1.5 P r o^2 f/x$$

I) PLANTA SUPERIOR (PLANTA ALTA)

$$\begin{aligned} M &= 1.5 (11.92 \text{ Ton}) (3 \text{ m})^2 (0.0027 \text{ rad} / 0.0067 \text{ m}) \\ \Delta MSIS &= 64.85 \text{ T*m} \end{aligned}$$

II) PLANTA AZOTEA

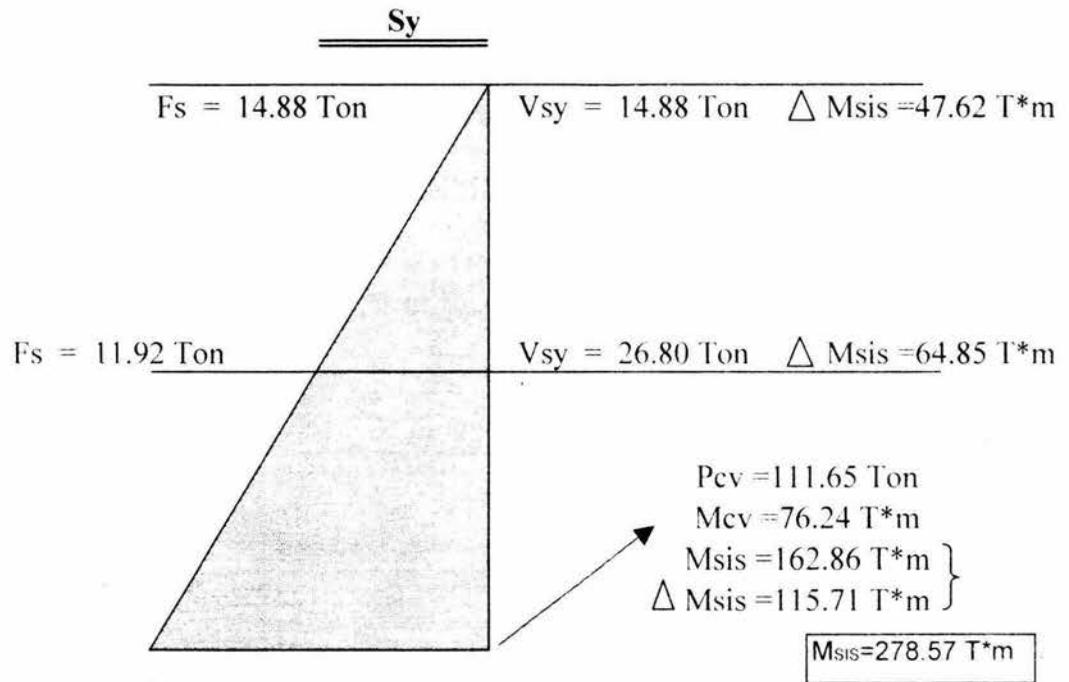
$$\begin{aligned} M &= 1.5 (14.88 \text{ Ton}) (3.29 \text{ m})^2 (0.0036 \text{ rad} / 0.0171 \text{ m}) \\ \Delta MSIS &= 50.86 \text{ T*m} \end{aligned}$$

II) MOMENTO TOTAL = $\Delta MSIS (I + II)$

$$\Delta MTOT = \mathbf{115.71 \text{ T*m}}$$

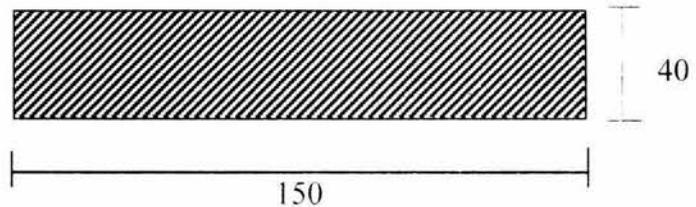
Por lo tanto, los resultados se muestran en el siguiente diagrama:

Estos valores son considerando solo los esfuerzos generados por el Sismo en Y y la carga vertical Independiente, es decir, sin combinaciones de carga.



" Revisión de la Columna Existente "

En una dirección →



Elementos Mecánicos

$P_{cv} = 111.65 \text{ Ton}$	$f_y = 2500 \text{ kg/cm}^2$
$M_{cv} = 76.24 \text{ T}\cdot\text{m}$	$f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$
$P_{sis} = 0.00 \text{ Ton}$	$d/h = 0.90 \quad (140/150 = 0.9)$
$M_{sis} = 278.57 \text{ T}\cdot\text{m}$	

Combinación por Sismo

$P_u = (1.1) (111.65 \text{ Ton}) = 122.82 \text{ Ton}$
 $M_u = (1.1) (76.24 + 278.57) = 390.29 \text{ Ton}\cdot\text{m}$

Utilizando diagrama de interacción, armado distribuido uniformemente:

$$K = \frac{P_u}{FR b h f'_c} = \frac{122.82 \times 10^3 \text{ kg}}{0.70 (40) (150) (170 \text{ kg/cm}^2)} \Rightarrow K = 0.172$$

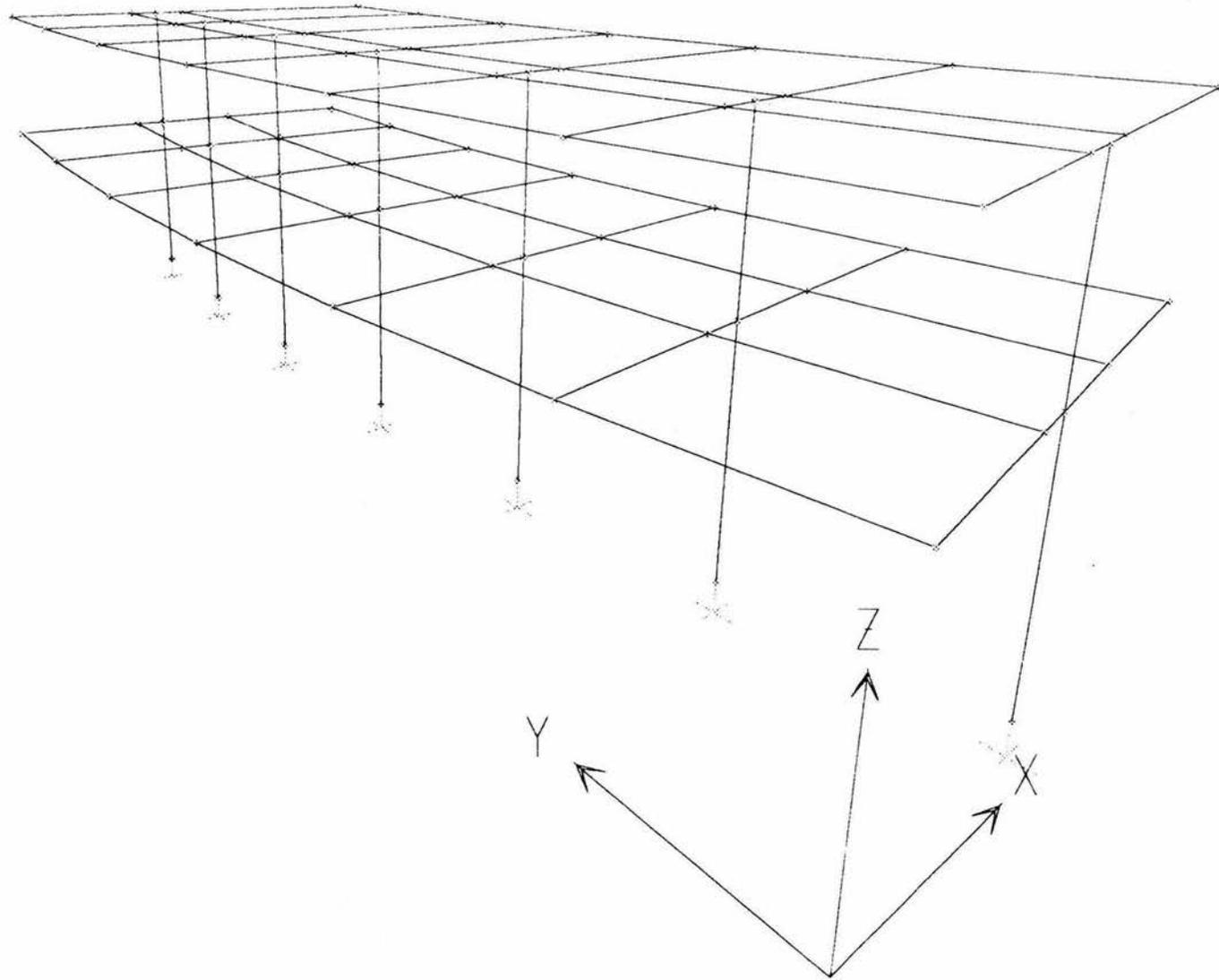
$$R = \frac{Mu}{FR b h^2 f'c} = \frac{390.29 \times 10^5 \text{ kg}\cdot\text{m}}{0.70 (40) (150)^2 (170 \text{ kg/cm}^2)} \Rightarrow R = 0.364$$

q = 0.90 De la figura No.10

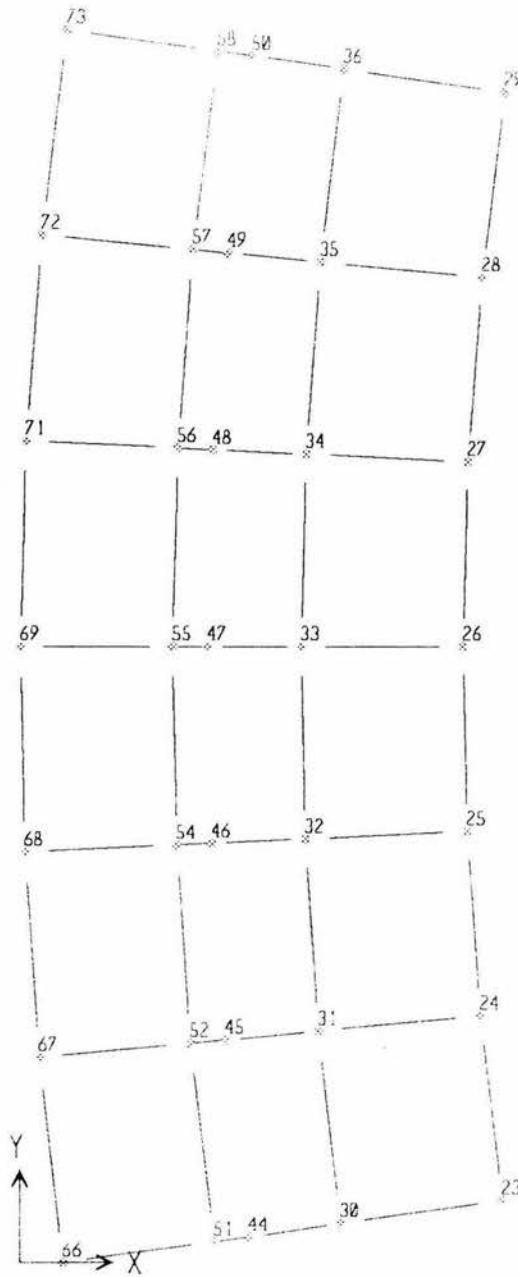
$$p = \frac{q f'c}{f_y} = \frac{(0.9) (170 \text{ kg/cm}^2)}{2500 \text{ kg/cm}^2} \Rightarrow p = 0.0612$$

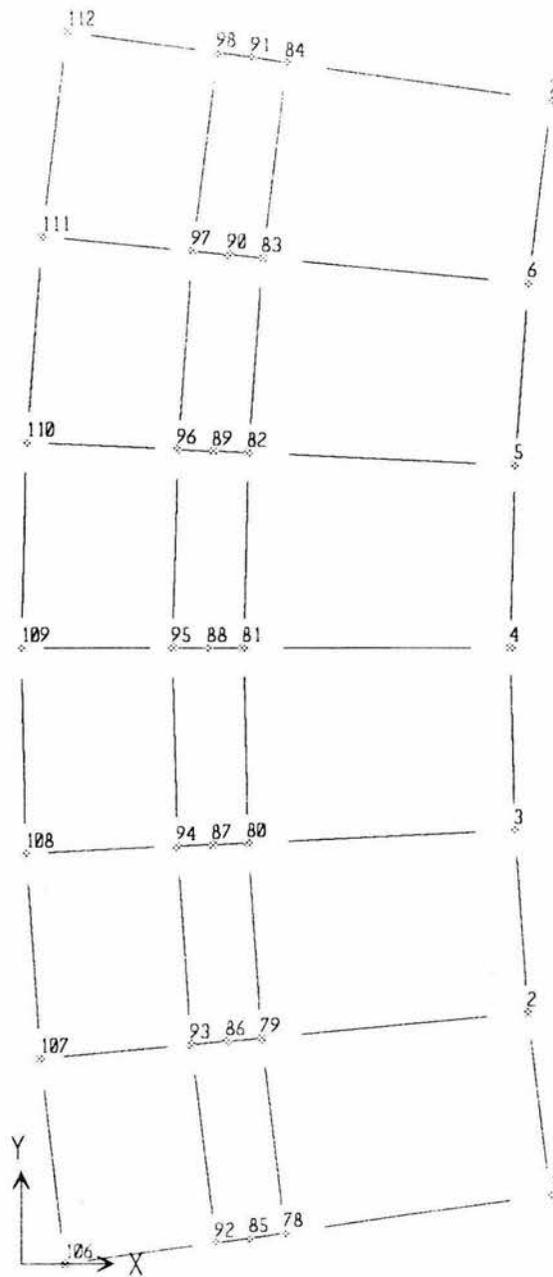
$$p = 0.0612 > p = 0.01 \Rightarrow \text{REFORZAR!}$$

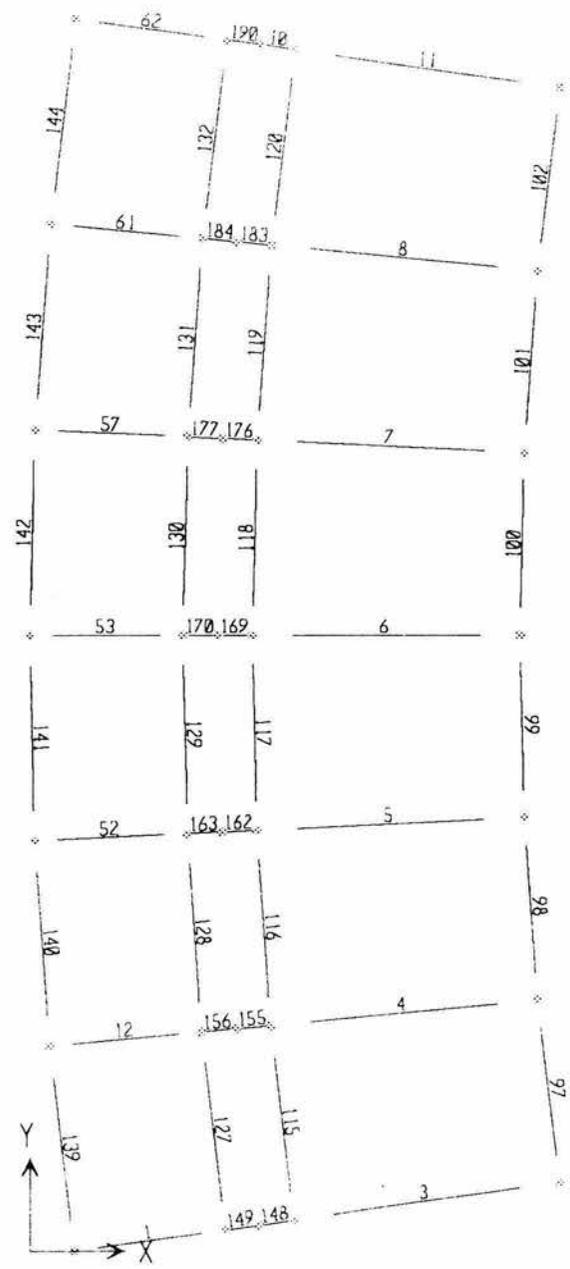
**ANALISIS DE CASETA DE
TRANSMISIONES EN 3ra.
DIMENSION**

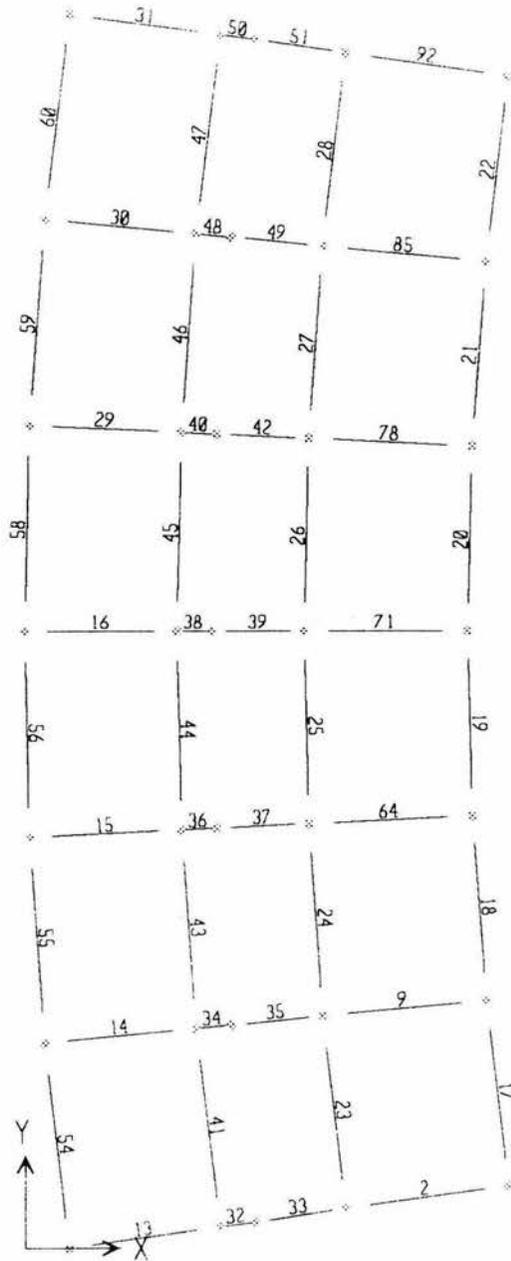




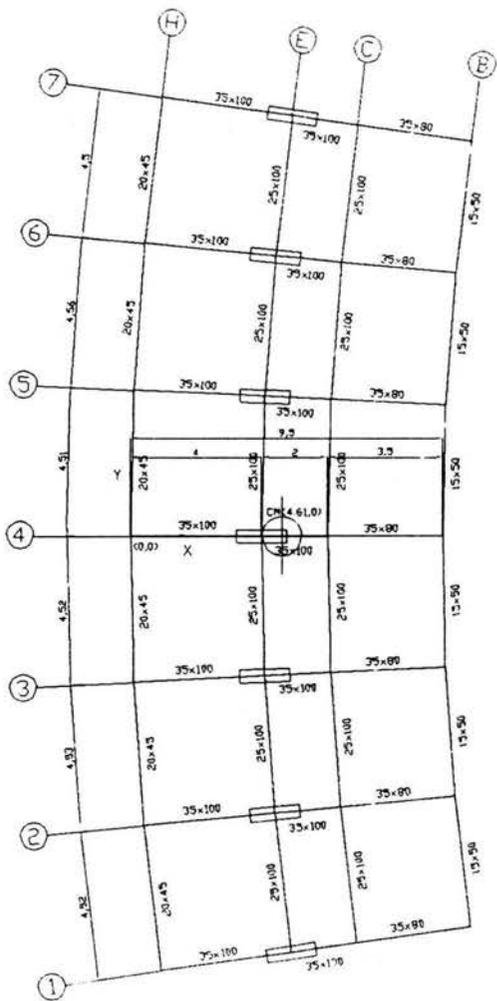




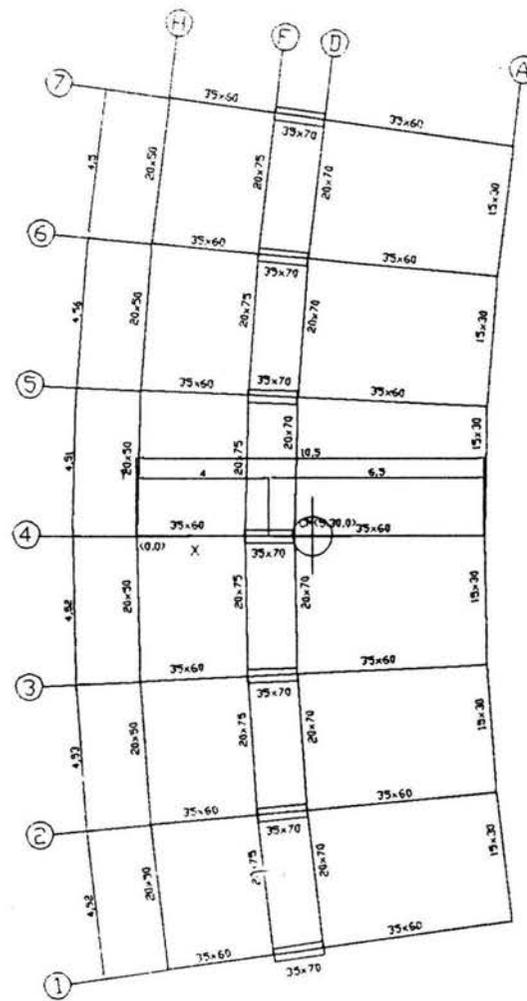




CASETA DE TRANSMISIONES

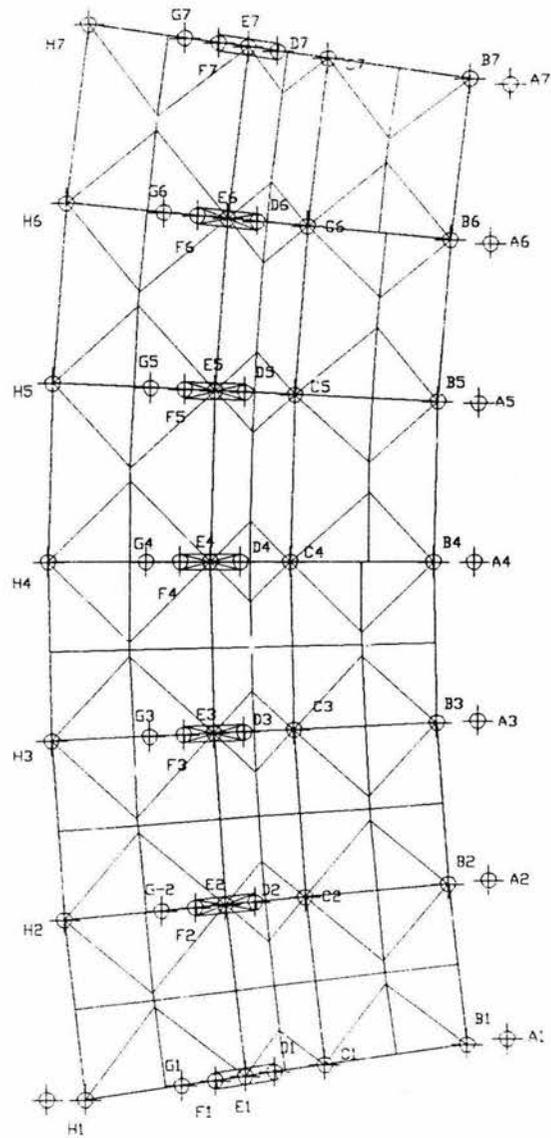


PLANTA BAJA

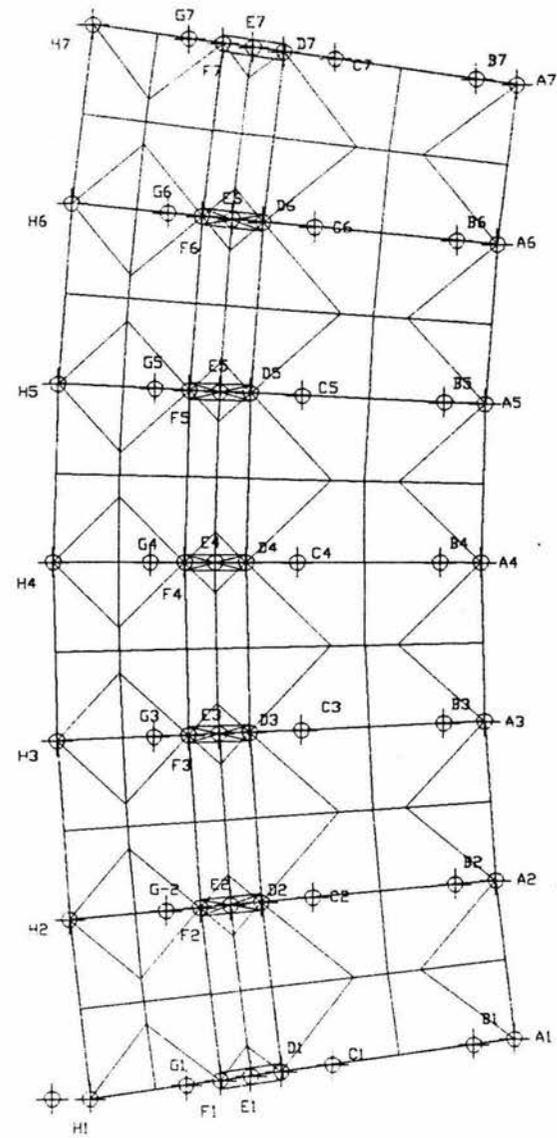


A Z O T E A

SECCIONES DE TRABES Y COLUMNAS



PLANTA BAJA



A Z O T E A

AREAS TRIBUTARIAS PARA TRABES

EQUIVALENCIAS PARA DISTRIBUCIONES DE CARGAS

NIVEL : PLANTA BAJA**EJES A a C**

Wcm = 1020
 Wcvmax = 250
 Wcvred = 170

EJES C a E

Wcm = 300
 Wcvmax = 250
 Wcvred = 170

EJES E a H

Wcm = 1295
 Wcvmax = 250
 Wcvred = 170

TRABES TRANSVERSALES**PARA CARGA TRIANGULAR**

TRABE	P (m)	w = (5/8) * P (m)	TOTAL	Wcm (Kg/m)	Wcvmax (Kg/m)	Wcvred (Kg/m)
1(B-C)	1.75	1.09	1.09	1116	273	186
1(C-E)	1.00	0.63	0.63	188	156	106
1(E-H)	2.00	1.25	1.25	1619	313	213
2(B-C)	1.75	1.09				
	1.75	1.09	2.19	2231	547	372
2(C-E)	1.00	0.63				
	1.00	0.63	1.25	375	313	213
2(E-H)	2.00	1.25				
	2.00	1.25	2.50	3238	625	425
3(B-C)	1.75	1.09				
	1.75	1.09	2.19	2231	547	372
3(C-E)	1.00	0.63				
	1.00	0.63	1.25	375	313	213
3(E-H)	2.01	1.26				
	2.00	1.25	2.51	3246	627	426
4(B-C)	1.74	1.09				
	1.75	1.09	2.18	2225	545	371
4(C-E)	1.00	0.63				
	1.00	0.63	1.25	375	313	213
4(E-H)	2.00	1.25				
	2.00	1.25	2.50	3238	625	425
5(B-C)	1.74	1.09				
	1.59	0.99	2.08	2123	520	354
5(C-E)	1.00	0.63				
	1.00	0.63	1.25	375	313	213
5(E-H)	2.00	1.25				
	2.01	1.26	2.51	3246	627	426
6(B-C)	1.75	1.09				
	1.58	0.99	2.08	2123	520	354
6(C-E)	1.00	0.63				
	1.00	0.63	1.25	375	313	213
6(E-H)	2.00	1.25				
	2.00	1.25	2.50	3238	625	425
7(B-C)	1.75	1.09	1.09	1116	273	186
7(C-E)	1.00	0.63	0.63	188	156	106
7(E-H)	2.00	1.25	1.25	1619	313	213

TRABES LONGITUDINALES**PARA CARGA TRAPEZIAL**

TRABE	P (m)	L (m)	b (m)	W (m²)	$w = \frac{(W/4L)^2(5-b^2/L^2)}{5}$ (m)	TOTAL	Wcm (Kg/m)	Wcvmax (Kg/m)	Wcvred (Kg/m)
B(1-2)	1.79	4.00	0.57	4.09	1.27	1.27	1300	319	217
B(2-3)	1.79	4.00	0.58	4.10	1.28	1.28	1301	319	217
B(3-4)	1.79	4.00	0.59	4.11	1.28	1.28	1304	320	217
B(4-5)	1.79	4.00	0.59	4.11	1.28	1.28	1304	320	217
B(5-6)	1.79	4.00	0.58	4.10	1.28	1.28	1301	319	217
B(6-7)	1.79	4.00	0.57	4.09	1.27	1.27	1300	319	217
C(1-2)	1.71	4.16	0.57	4.05	1.21				
	1.02	4.16	2.21	3.25	0.92	2.13	1512	533	363
C(2-3)	1.71	4.16	0.58	4.05	1.21				
	1.02	4.16	2.21	3.25	0.92	2.13	1514	534	363
C(3-4)	1.71	4.17	0.59	4.07	1.22				
	1.03	4.16	2.22	3.29	0.93	2.15	1519	537	365
C(4-5)	1.71	4.17	0.59	4.07	1.22				
	1.03	4.16	2.22	3.29	0.93	2.15	1519	537	365
C(5-6)	1.71	4.16	0.58	4.05	1.21				
	1.02	4.16	2.21	3.25	0.92	2.13	1514	534	363
C(6-7)	1.71	4.16	0.57	4.05	1.21				
	1.02	4.16	2.21	3.25	0.92	2.13	1512	533	363
E(1-2)	2.05	4.26	0.36	4.74	1.39				
	0.98	4.26	2.21	3.17	0.88	2.27	2061	567	386
E(2-3)	2.05	4.26	0.35	4.73	1.38				
	0.98	4.26	2.21	3.17	0.88	2.26	2057	566	385
E(3-4)	2.04	4.26	0.35	4.70	1.38				
	0.97	4.26	2.22	3.14	0.87	2.25	2046	562	382
E(4-5)	2.04	4.26	0.35	4.70	1.38				
	0.97	4.26	2.22	3.14	0.87	2.25	2046	562	382
E(5-6)	2.05	4.26	0.35	4.73	1.38				
	0.98	4.26	2.21	3.17	0.88	2.26	2057	566	385
E(6-7)	2.05	4.26	0.36	4.74	1.39				
	0.98	4.26	2.21	3.17	0.88	2.27	2061	567	386
H(1-2)	1.95	4.45	0.36	4.69	1.32	1.32	1704	329	224
H(2-3)	1.95	4.44	0.35	4.67	1.31	1.31	1701	328	223
H(3-4)	1.96	4.45	0.35	4.70	1.32	1.32	1709	330	224
H(4-5)	1.96	4.45	0.35	4.70	1.32	1.32	1709	330	224
H(5-6)	1.95	4.44	0.35	4.67	1.31	1.31	1701	328	223
H(6-7)	1.95	4.45	0.36	4.69	1.32	1.32	1704	329	224

EQUIVALENCIAS PARA DISTRIBUCIONES DE CARGAS

NIVEL : AZOTEA

EJES A a H

Wcm = 715

Wcvmax = 100

Wcvred = 70

TRABES LONGITUDINALES

PARA CARGA TRIANGULAR

TRABE	P (m)	w = (5/8) * P (m)	TOTAL	Wcm (Kg/m)	Wcvmax (Kg/m)	Wcvred (Kg/m)
A(1-2)	2.07	1.29	1.29	925	129	91
A(2-3)	2.07	1.29	1.29	925	129	91
A(3-4)	2.07	1.29	1.29	925	129	91
A(4-5)	2.07	1.29	1.29	925	129	91
A(5-6)	2.07	1.29	1.29	925	129	91
A(6-7)	2.07	1.29	1.29	925	129	91
D(1-2)	2.01	1.26	1.26			
D(2-3)	2.01	1.26	1.26			
D(3-4)	2.02	1.26	1.26			
D(4-5)	2.01	1.26	1.26			
D(5-6)	2.02	1.26	1.26			
D(6-7)	2.01	1.26	1.26			

PARA CARGA TRAPEZIAL

TRABE	P (m)	L (m)	b (m)	W (m2)	w = (W/4L)*((5- (b2/L2)) (m)	TOTAL	Wcm (Kg/m)	Wcvmax (Kg/m)	Wcvred (Kg/m)
D(1-2)									
D(2-3)	0.76	4.22	2.75	2.65	0.72	1.97	1412	197	138
D(3-4)	0.76	4.22	2.75	2.65	0.72	1.97	1412	197	138
D(4-5)	0.76	4.22	2.75	2.65	0.72	1.98	1416	198	139
D(5-6)	0.76	4.22	2.76	2.65	0.72	1.97	1412	197	138
D(6-7)	0.76	4.22	2.75	2.65	0.72	1.98	1416	198	139
F(1-2)	0.77	4.22	2.75	2.68	0.73	1.98	1418	198	139
F(2-3)	0.74	4.29	2.75	2.60	0.70				
	1.66	4.29	1.12	4.49	1.29	1.99	1421	199	139
F(2-3)	0.74	4.29	2.75	2.60	0.70				
	1.66	4.29	1.13	4.50	1.29	1.99	1422	199	139

F(3-4)	0.73	4.30	2.77	2.58	0.69				
	1.66	4.30	1.13	4.51	1.29	1.98	1416	198	139
F(4-5)	0.74	4.29	2.76	2.61	0.70				
	1.66	4.29	1.12	4.49	1.29	1.99	1421	199	139
F(5-6)	0.74	4.29	2.75	2.60	0.70				
	1.67	4.29	1.12	4.52	1.30	1.99	1426	199	140
F(6-7)	0.73	4.29	2.75	2.57	0.69				
	1.66	4.29	1.12	4.49	1.29	1.98	1414	198	138
H(1-2)	1.58	4.45	1.12	4.40	1.22	1.22	873	122	85
H(2-3)	1.59	4.44	1.12	4.42	1.23	1.23	878	123	86
H(3-4)	1.59	4.45	1.13	4.44	1.23	1.23	879	123	86
H(4-5)	1.59	4.44	1.12	4.42	1.23	1.23	878	123	86
H(5-6)	1.58	4.45	1.12	4.40	1.22	1.22	873	122	85
H(6-7)	1.59	4.44	1.12	4.42	1.23	1.23	878	123	86

TRABES TRANSVERSALES

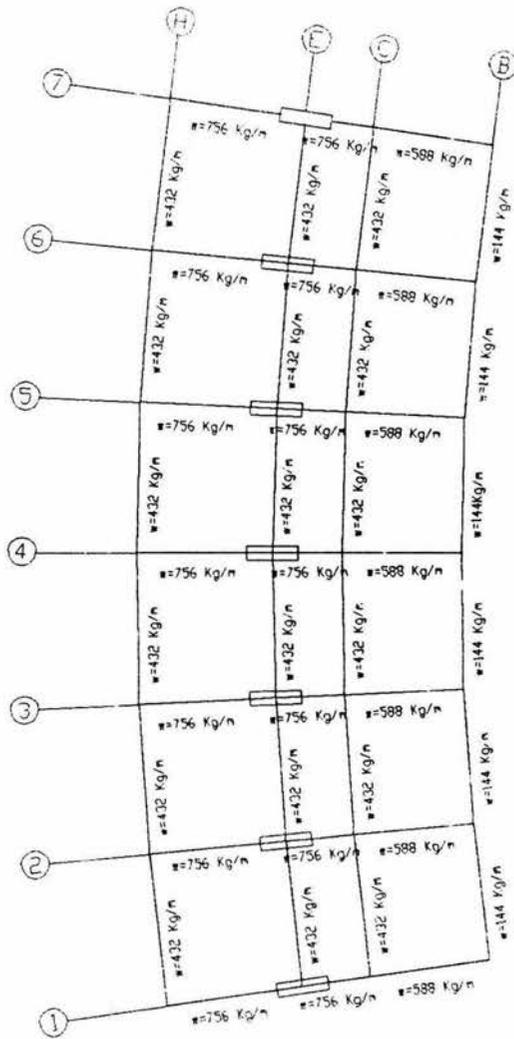
PARA CARGA TRIANGULAR

TRABE	P (m)	w = (5/8) * P (m)	TOTAL	Wcm (Kg/m)	Wcvmax (Kg/m)	Wcvred (Kg/m)
1(D-F)	0.75	0.47	0.47	335	47	33
1(F-H)	1.63	1.02	1.02	728	102	71
2(D-F)	0.75	0.47				
	0.75	0.47	0.94	670	94	66
2(F-H)	1.62	1.01				
	1.62	1.01	2.03	1448	203	142
3(D-F)	0.75	0.47				
	0.76	0.48	0.94	675	94	66
3(F-H)	1.63	1.02				
	1.63	1.02	2.04	1457	204	143
4(D-F)	0.75	0.47				
	0.75	0.47	0.94	670	94	66
4(F-H)	1.63	1.02				
	1.63	1.02	2.04	1457	204	143
5(D-F)	0.76	0.48				
	0.75	0.47	0.94	675	94	66
5(F-H)	1.63	1.02				
	1.63	1.02	2.04	1457	204	143
6(D-F)	0.75	0.47				
	0.75	0.47	0.94	670	94	66
6(F-H)	1.62	1.01				
	1.62	1.01	2.03	1448	203	142
7(D-F)	0.75	0.47	0.47	335	47	33
7(F-H)	1.63	1.02	1.02	728	102	71

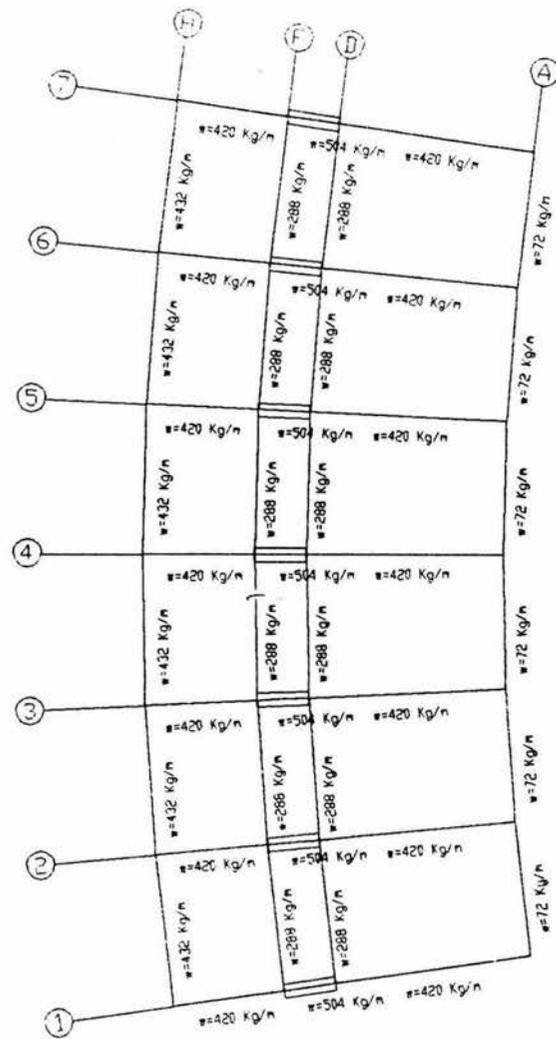
PARA CARGA TRAPEZIAL

<i>TRABE</i>	<i>P</i> (m)	<i>L</i> (m)	<i>b</i> (m)	<i>W</i> (m ²)	$w = \frac{(W/4L) * ((5 - (b^2/L^2))}{(m)}$	<i>TOTAL</i>	<i>Wcm</i> (Kg/m)	<i>Wcvmax</i> (Kg/m)	<i>Wcvred</i> (Kg/m)
1(A-D)	2.04	3.50	1.67	5.27	1.80	1.80	1285	180	126
2(A-D)	2.04	3.51	1.67	5.28	1.80				
	2.04	3.51	1.66	5.27	1.79	3.59	2567	359	251
3(A-D)	2.05	3.49	1.66	5.28	1.81				
	2.04	3.49	1.66	5.25	1.80	3.60	2575	360	252
4(A-D)	2.04	3.50	1.66	5.26	1.80				
	2.05	3.50	1.66	5.29	1.80	3.60	2573	360	252
5(A-D)	2.05	3.49	1.66	5.28	1.81				
	2.04	3.49	1.66	5.25	1.80	3.60	2575	360	252
6(A-D)	2.04	3.51	1.67	5.28	1.80				
	2.04	3.51	1.66	5.27	1.79	3.59	2567	359	251
7(A-D)	2.05	3.51	1.67	5.31	1.81	1.81	1291	181	126

CASETA DE TRANSMISIONES



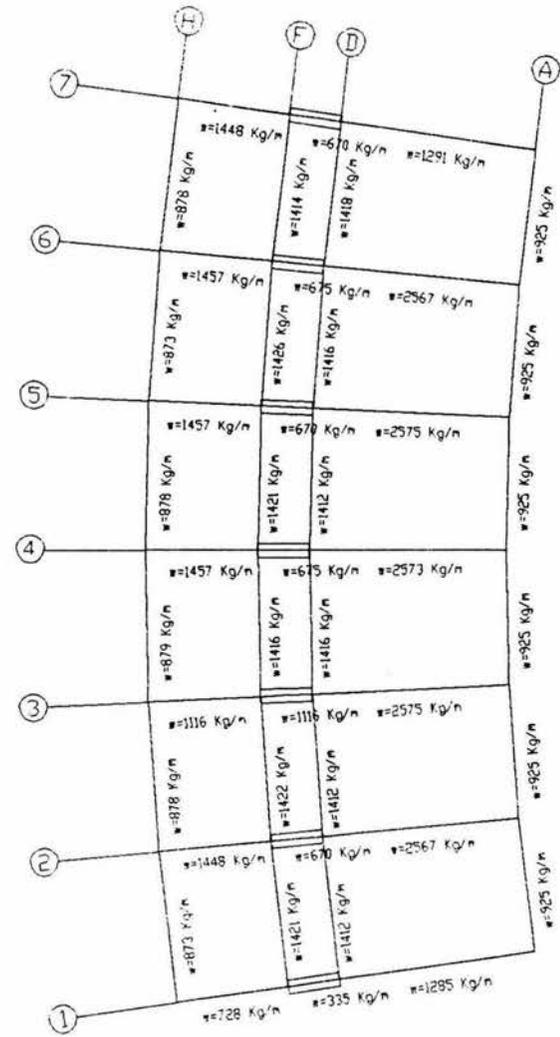
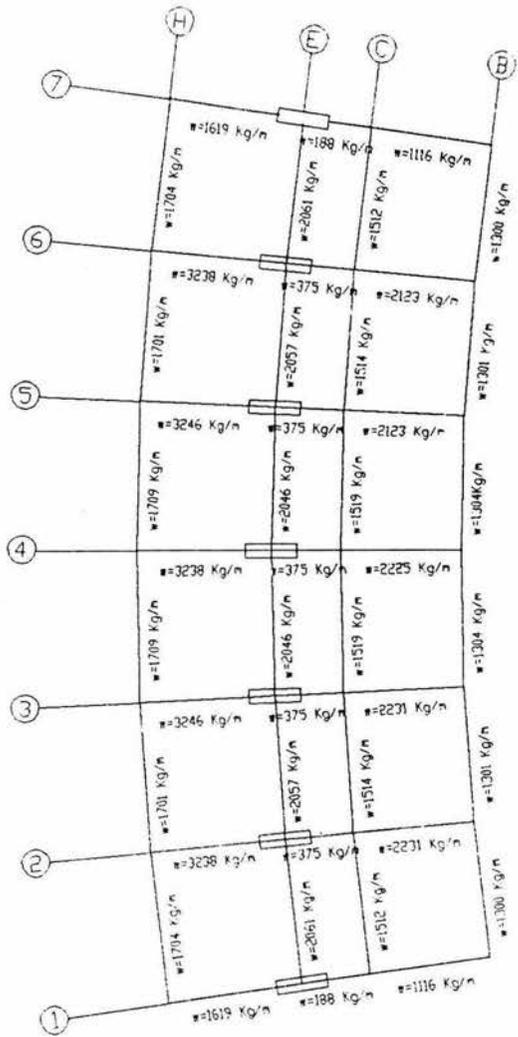
PLANTA BAJA



AZOTEA

CARGAS EN TRABES (PP).

CASETA DE TRANSMISIONES

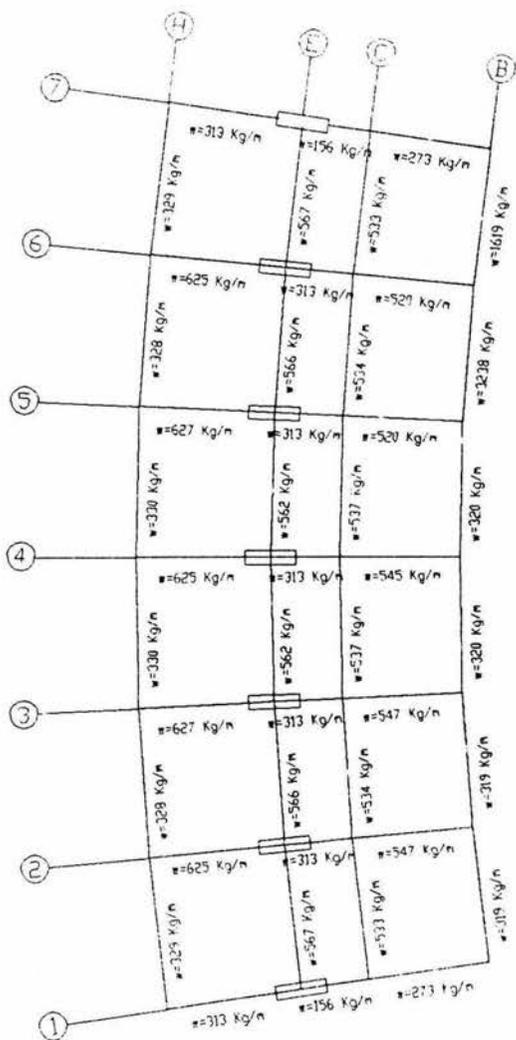


PLANTA BAJA

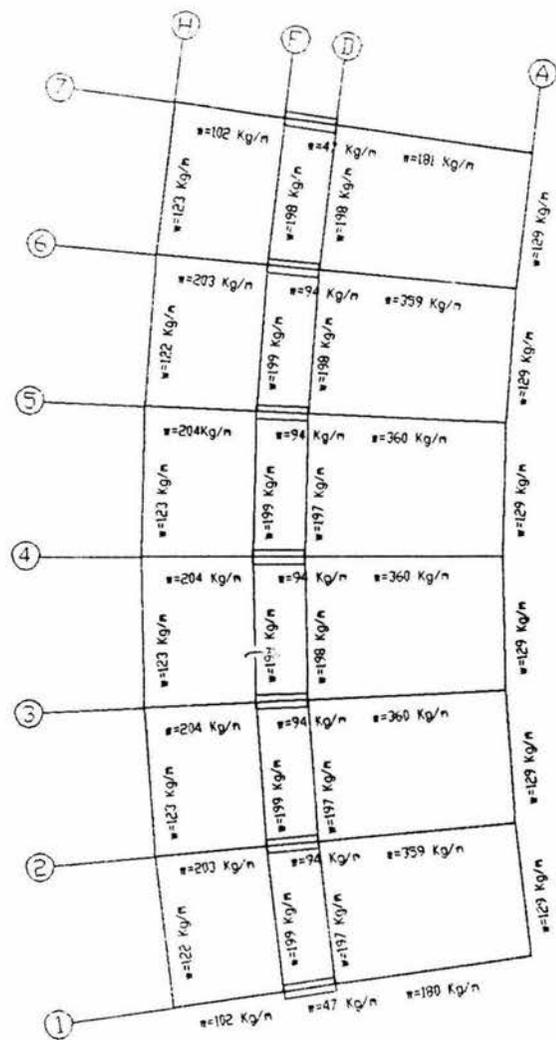
A Z O T E A

CARGAS EN TRABES (CM)

CASETA DE TRANSMISIONES



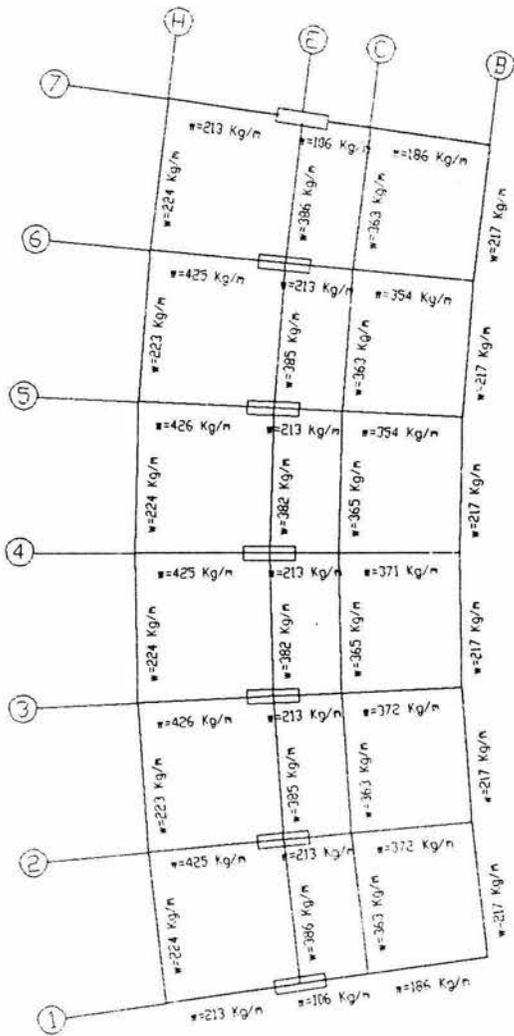
PLANTA BAJA



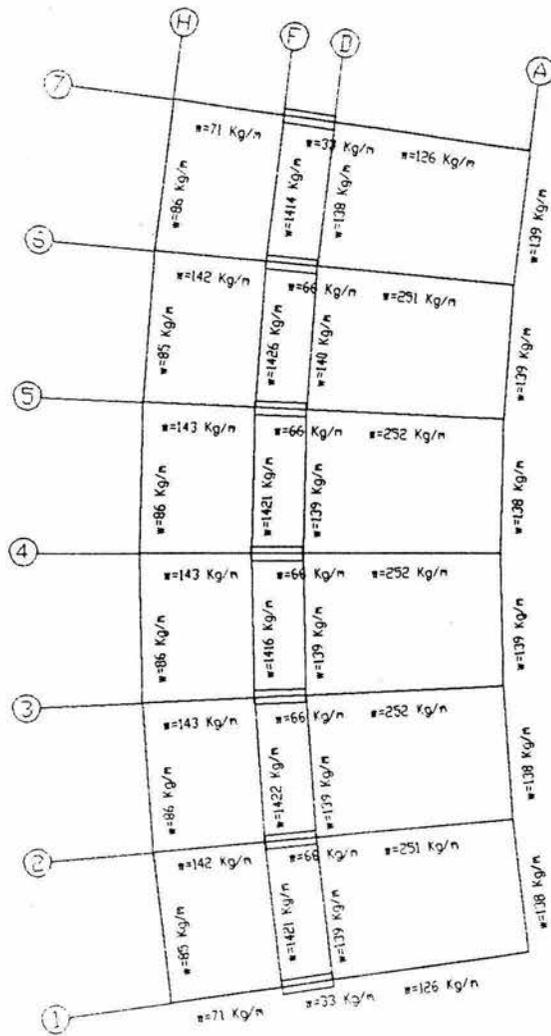
AZOTEA

CARGAS EN TRABES (KVM).

CASETA DE TRANSMISIONES



PLANTA BAJA



AZOTEA

CARGAS EN TRABES (CVR)

CALCULO DE RIGIDECES DE LA COLUMNA PARA CADA UNA DE LAS DIRECCIONES DE ANALISIS

SENTIDO " X "

$$I_{cx} = bh^3 / 12 = (40 \text{ cm})(150 \text{ cm})^3 / 12 = 11250000 \text{ cm}^4 ; K_{cx} = I_{cx} / h = 11250000 / 750 \text{ cm} = 15000 \text{ cm}^3$$

Distribuyendo la inercia de la columna en cada entrepiso, se tiene:

$$\text{Para la Planta Baja } I_x = 8600 \text{ cm}^3$$

$$\text{Para la Azotea } I_x = 6400 \text{ cm}^3$$

Calculando la Rigidez de la Columna para el sentido X, se tiene que:

$$Ri_x = \frac{48E}{\left[\frac{4h_1}{K_{c1}} + \frac{h_1 + h_2}{K_{T1} + (K_c)} \right]} h_1 =$$

$$Ri_x = \frac{48E}{\left[\frac{4(430 \text{ cm})}{8600 \text{ cm}^3} + \frac{(430+320)\text{cm}}{(15000 \text{ cm}^3/12)} \right]} 430 = 0.140E \quad (\text{Planta Baja})$$

$$Ri_x = \frac{48E}{\left[\frac{4h_{c_{az}}}{K_{c_{az}}} + \frac{2h_{c_{az-1}} + h_c}{K_{T_{az-1}}} + \frac{h_{c_{az}}}{K_{T_{az}}} \right]} h_{az} =$$

$$Ri_x = \frac{48E}{\left[\frac{4(320 \text{ cm})}{6400 \text{ cm}^3} \right]} 320 = 0.75E \quad (\text{Azotea})$$

SENTIDO " Y "

$$I_{cy} = bh^3 / 12 = (150 \text{ cm})(40 \text{ cm})^3 / 12 = 800000 \text{ cm}^4 ; K_{cy} = I_{cy} / h = 800000 / 750 \text{ cm} = 1067 \text{ cm}^3$$

MODELO COMPLETO DE LA CASETA DE TRANSMISIONES. (ANALISIS SISMICO)

Los pesos de los entresijos del modelo fueron:

Peso total de Planta Baja= 416 T

Peso total de Azotea= 324 T

Peso Total de la Estructura = 740 T

MODO	PERIODO	MODO INDIVIDUAL (%)	
		Ux	Uy
1	0.3544	0	67.04
2	0.2731	0	25.78
3	0.2471	25.84	0
4	0.2312	0	0.2
5	0.1979	0	0
6	0.1862	0	0.88
7	0.1729	26.31	0
8	0.1636	0	0
9	0.163	0	0
10	0.1481	1.45	0
11	0.1426	0	2.55
12	0.1354	0	0
13	0.1275	0	0
14	0.1174	1.96	0.12
15	0.1143	0	0

Obteniendo los Cortantes para cada una de las direcciones considerando el Espectro de respuesta que especifican las Normas Tecnicas Complementarias para Diseño Sismico.

MODO	PERIODO	am (g)	Q'x = Q'y	ax / Q'x	W'x (Ton)	Vx (Ton)	ay / Q'y	W'y (Ton)	Vy (Ton)
1	0.3544	0.24	1	0.24	0	0.00	0.24	513.72	123.29
2	0.2731	0.24	1	0.24	0	0.00	0.24	197.55	47.41
3	0.2471	0.24	1	0.24	199.52	47.88	0.24	0	0.00
4	0.2312	0.24	1	0.24	0	0.00	0.24	1.53	0.37
5	0.1979	0.238	1	0.238	0	0.00	0.238	0	0.00
6	0.1862	0.228	1	0.228	0	0.00	0.228	6.74	1.54
7	0.1729	0.216	1	0.216	203.15	43.88	0.216	0	0.00
8	0.1636	0.207	1	0.207	0	0.00	0.207	0	0.00
9	0.163	0.207	1	0.207	0	0.00	0.207	0	0.00
10	0.1481	0.193	1	0.193	11.2	2.16	0.193	0	0.00
11	0.1426	0.188	1	0.188	0	0.00	0.188	19.54	3.67
12	0.1354	0.182	1	0.182	0	0.00	0.182	0	0.00
13	0.1275	0.175	1	0.175	0	0.00	0.175	0	0.00
14	0.1174	0.166	1	0.166	15.13	2.51	0.166	0	0.00
15	0.1143	0.163	1	0.163	0	0.00	0.163	0.92	0.15
SUMA					429			740	66

CALCULO DE CORTANTES BASALES PARA CADA METODO (ESTATICO Y DINÁMICO).

* PARA EL DINÁMICO

$$V_x = (47.88^2 + 43.88^2 + 2.16^2 + 2.51^2)^{0.5} = 65.03 \text{ Ton}$$

$$V_y = (123.29^2 + 47.41^2 + 0.37^2 + 1.54^2 + 3.67^2 + 0.15^2)^{0.5} = 137.15 \text{ Ton}$$

* PARA EL ESTATICO

$$V_x = 0.8aWt / Q'x = (0.8)(0.24)(740 \text{ Ton}) / 1.0 = 142.08 \text{ Ton}$$

$$V_y = 0.8aWt / Q'y = (0.8)(0.24)(740 \text{ Ton}) / 1.0 = 142.08 \text{ Ton}$$

DISTRIBUCION DEL CORTANTE BASAL EN CADA ENTREPISO

DIRECCION " X " Vbx = 142.08 Ton

NIVEL	Wi (Ton)	hi (m)	Wih (Ton.m)	Fi (Ton)	Vix (Ton)
Azotea	324	7.5	2430.00	81.84	81.84
Planta Baja	416	4.3	1788.80	60.24	142.08
SUMA	740		4218.80		

DIRECCION " Y " Vby = 142.08 Ton

NIVEL	Wi (Ton)	hi (m)	Wih (Ton.m)	Fi (Ton)	Vix (Ton)
Azotea	324	7.5	2430.00	81.84	81.84
Planta Baja	416	4.3	1788.80	60.24	142.08
SUMA	740		4218.80		

Distribuyendo la inercia de la columna en cada entrespiso, se tiene:

Para la Planta Baja $I_y = 612 \text{ cm}^3$

Para la Azotea $I_y = 455 \text{ cm}^3$

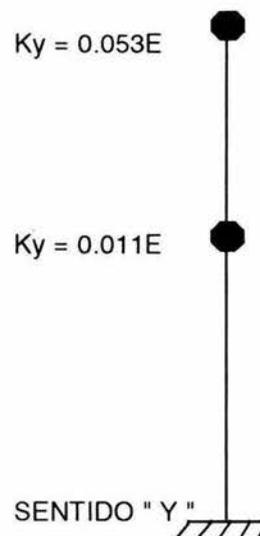
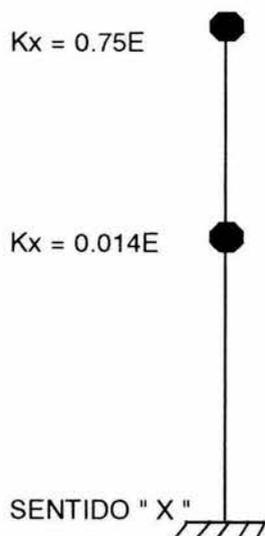
Calculando la Rigidez de la Columna para el sentido Y, se tiene que:

$$R_{iy} = \frac{48E}{\left[\frac{4h_1}{K_{c1}} + \frac{h_1 + h_2}{KT_1 + (I)} \right] h_1} =$$

$$R_{ix} = \frac{48E}{\left[\frac{4(320 \text{ cm})}{612 \text{ cm}^3} \cdot \frac{(430+320)\text{cm}}{(1067 \text{ cm}^3/12)} \right] 430} = 0.011E \quad (\text{Planta Baja})$$

$$R_{ix} = \frac{48E}{\left[\frac{4hc_{az}}{K_{c_{az}}} + \frac{2hc_{az-1} + hc_{az}}{K_{T_{az-1}}} \right] h_{az}} =$$

$$R_{ix} = \frac{48E}{\left[\frac{4(320 \text{ cm})}{455 \text{ cm}^3} \right] 320} = 0.053E \quad (\text{Azotea})$$



"CALCULO DE LOS CENTROS DE MASA PARA CADA ENTREPISO".

A continuacion se calcularan los Centros de Masa para cada entrepiso tomando como origen (0,0) la interseccion que forman el Eje E con el Eje H.

PLANTA BAJA

(Sentido longitudinal).

TRABE	SECCION	LONGITUD	P (Kg)	Dist. (m)	PiYi (Ton.m)
B (3-4)	15 x 50	4.00	720	2.00	1.44
B (4-5)	15 x 50	3.99	718	-2.00	-1.44
C (3-4)	20 x 100	4.17	2002	2.08	4.16
C (4-5)	20 x 100	4.16	1997	-2.09	-4.17
E (3-4)	20 x 100	4.26	2045	2.13	4.36
E (4-5)	20 x 100	4.25	2040	-2.13	-4.35
H (3-4)	20 x 100	4.45	2136	2.22	4.74
H (4-5)	20 x 100	4.44	2131	-2.23	-4.75
SUMA =			13789		0.00

$$\bar{Y} = \frac{\sum P_i Y_i}{W_T} = 0$$

(Sentido Transversal).

COLUMNA	SECCION	LONGITUD	P (Ton)	Dist. (m)	PiXi (Ton.m)
E-7	50x140	3.75	6.30	4.90	30.87
E-6	50x140	3.75	6.30	4.40	27.72
E-5	50x140	3.75	6.30	4.10	25.83
E-4	50x140	3.75	6.30	4.00	25.20
E-3	50x140	3.75	6.30	4.10	25.83
E-2	50x140	3.75	6.30	4.40	27.72
E-1	50x140	3.75	6.30	4.90	30.87

TRABE	SECCION	LONGITUD	P (Ton)	Dist. (m)	PiXi (Ton.m)
7 (B-C)	35 x 80	3.50	2.35	8.65	20.33
7 (C-H)	35 x 100	6.00	5.04	3.90	19.66
6 (B-C)	35 x 80	3.50	2.35	8.15	19.15
6 (C-H)	35 x 100	6.00	5.04	3.40	17.14
5 (B-C)	35 x 80	3.50	2.35	7.85	18.45
5 (C-H)	35 x 100	6.00	5.04	3.10	15.62

4 (B-C)	35 x 80	3.50	2.35	7.75	18.21
4 (C-H)	35 x 100	6.00	5.04	3.00	15.12
3 (B-C)	35 x 80	3.50	2.35	7.85	18.45
3 (C-H)	35 x 100	6.00	5.04	3.10	15.62
2 (B-C)	35 x 80	3.50	2.35	8.15	19.15
2 (C-H)	35 x 100	6.00	5.04	3.40	17.14
1 (B-C)	35 x 80	3.50	2.35	8.65	20.33
1 (C-H)	35 x 100	6.00	5.04	3.90	19.66
SUMA =			95.83		448.06

$$\bar{X} = \frac{\sum P_i X_i}{W_T} = \frac{448.06}{95.83} = 4.68 \text{ m}$$

AZOTEA

Como se observa, en el sentido longitudinal y para la Planta Baja el valor de Y es cero, por lo tanto, para la Azotea aplica el mismo caso, por lo que para la Azotea ya no se realizara dicho calculo.

(Sentido Transversal).

COLUMNA	SECCION	LONGITUD	P (Ton)	Dist. (m)	PiXi (Ton.m)
E-7	50x140	1.60	1.44	4.90	7.06
E-6	50x140	1.60	1.44	4.40	6.34
E-5	50x140	1.60	1.44	4.10	5.90
E-4	50x140	1.60	1.44	4.00	5.76
E-3	50x140	1.60	1.44	4.10	5.90
E-2	50x140	1.60	1.44	4.40	6.34
E-1	50x140	1.60	1.44	4.90	7.06

TRABE	SECCION	LONGITUD	P (Kg)	Dist.C/r al Eje E	PiXi (Ton.m)
7 (A-D)	35 x 60	5.75	2.90	8.53	24.74
7 (D-F)	35 x 70	1.50	0.88	4.90	4.31
7 (F-H)	35 x 60	3.25	1.64	2.53	4.15
6 (A-D)	35 x 60	5.75	2.90	8.03	23.29
6 (D-F)	35 x 70	1.50	0.88	4.40	3.87
6 (F-H)	35 x 60	3.25	1.64	2.03	3.33
5 (A-D)	35 x 60	5.75	2.90	7.73	22.42
5 (D-F)	35 x 70	1.50	0.88	4.10	3.61
5 (F-H)	35 x 60	3.25	1.64	1.73	2.84
4 (A-D)	35 x 60	5.75	2.90	7.63	22.13

4 (D-F)	35 x 70	1.50	0.88	4.00	3.52
4 (F-H)	35 x 60	3.25	1.64	1.63	2.67
3 (A-D)	35 x 60	5.75	2.90	7.73	22.42
3 (D-F)	35 x 70	1.50	0.88	4.10	3.61
3 (F-H)	35 x 60	3.25	1.64	1.73	2.84
2 (A-D)	35 x 60	5.75	2.90	8.03	23.29
2 (D-F)	35 x 70	1.50	0.88	4.40	3.87
2 (F-H)	35 x 60	3.25	1.64	2.03	3.33
1 (A-D)	35 x 60	5.75	2.90	8.53	24.74
1 (D-F)	35 x 70	1.50	0.88	4.90	4.31
1 (F-H)	35 x 60	3.25	1.64	2.53	4.15
SUMA =			48.02		257.77

$$\bar{X} = \frac{\sum P_i X_i}{W_T} = \frac{257.77}{48.02} = 5.37 \text{ m}$$

Finalmente, los centros de Masa para cada uno de los entrepisos es:

P. Baja CM (4.68 , 0)

Azotea CM (5.37 , 0)

NOTA: Ver Figura Plano donde se localizan los Centros de Masa.

"CALCULO DE LOS CENTROS DE TORSION PARA CADA ENTREPISO".

Como sucedió en el calculo de los Centros de Masa de los entrepisos, en este caso tampoco se calculara la coordenada en Y debido a que su valor será nulo, esto por la localizacion del origen.

PLANTA BAJA

$$X_T = \frac{\sum R_i y_i X_i}{\sum R_i y_i} = \frac{(0.011E)(4 \text{ m}) + (0.011E)(2)(4.10 \text{ m}) + (0.011E)(2)(4.40 \text{ m}) + (0.011E)(4.90 \text{ m})}{(0.011E)(7 \text{ m})} =$$

$$X_T = 4.40 \text{ m}$$

$$\text{CT (4.40 , 0)}$$

AZOTEA

$$X_T = \frac{\sum R_{iy} X_i}{\sum R_{iy}} = \frac{(0.053E)(4 \text{ m}) + (0.053E)(2)(4.10 \text{ m}) + (0.053E)(2)(4.40 \text{ m}) + (0.053E)(4.90 \text{ m})}{(0.053E)(7 \text{ m})} =$$

$$X_T = 4.40 \text{ m}$$

$$CT (4.40, 0)$$

" CALCULO DE LOS MOMENTOS DE TORSION PARA CADA UNO DE LOS ENTREPISOS ".

De acuerdo a lo que especifican las NTCDS acerca del calculo de las excentricidades accidentales, se tiene:

$$e_1 = 1.5e_c + 0.1b$$

$$e_2 = e_c - 0.1b$$

Para la Planta Baja:

$$exc = 4.68 - 4.40 = 0.28 \text{ m}$$

$$eyc = 0$$

y, las excentricidades son:

$$e_{x1} = 1.5(+0.28) + 0.1(10.5 \text{ m}) = 1.47 \text{ m}$$

$$e_{x2} = 0.28 - 0.1(10.5 \text{ m}) = -0.77 \text{ m}$$

$$ey_1 = 1.5(0) + 0.1(26.68 \text{ m}) = +2.67 \text{ m}$$

$$ey_2 = 0 - 0.1(26.68 \text{ m}) = -2.67 \text{ m}$$

Para la Azotea:

$$exc = 5.37 - 4.40 = 0.97 \text{ m}$$

$$eyc = 0$$

y, las excentricidades son:

$$e_{x1} = 1.5(+0.97) + 0.1(10.5 \text{ m}) = 2.51 \text{ m}$$

$$e_{x2} = 0.97 - 0.1(10.5 \text{ m}) = -0.08 \text{ m}$$

$$ey_1 = 1.5(0) + 0.1(26.68 \text{ m}) = +2.67 \text{ m}$$

$$ey_2 = 0 - 0.1(26.68 \text{ m}) = -2.67 \text{ m}$$

Así, los momentos torsionantes son:

Para la Planta Baja:

$$\text{EX1} \quad M_{TX1} = (V_x)(e_{y1}) = (142.08 \text{ T})(2.67 \text{ m}) = 379.35 \text{ T.m}$$

$$M_{TY1} = (V_y)(e_{x1}) = (142.08 \text{ T})(1.47 \text{ m}) = 208.86 \text{ T.m}$$

$$\text{EX2} \quad M_{TX2} = (V_x)(e_{y2}) = (142.08 \text{ T})(-2.67 \text{ m}) = -379.35 \text{ T.m}$$

$$M_{TY2} = (V_y)(e_{x2}) = (142.08 \text{ T})(-0.77 \text{ m}) = -109.40 \text{ T.m}$$

Para la Azotea:

$$\text{ex1} \quad M_{TX1} = (V_x)(e_{y1}) = (142.08 \text{ T})(2.67 \text{ m}) = 379.35 \text{ T.m}$$

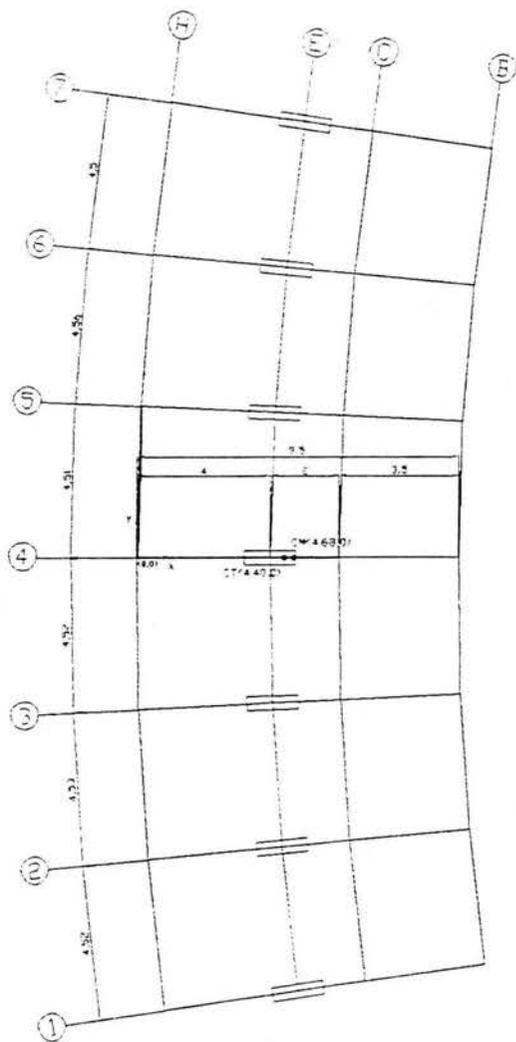
$$M_{TY1} = (V_y)(e_{x1}) = (142.08 \text{ T})(2.51 \text{ m}) = 356.62 \text{ T.m}$$

$$\text{ex2} \quad M_{TX2} = (V_x)(e_{y2}) = (142.08 \text{ T})(-2.67 \text{ m}) = -379.35 \text{ T.m}$$

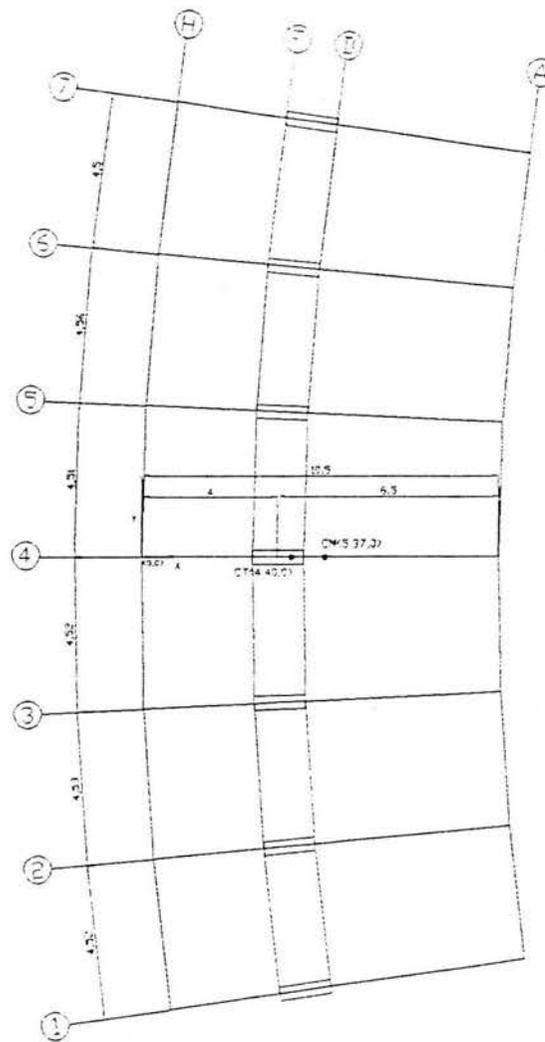
$$M_{TY2} = (V_y)(e_{x2}) = (142.08 \text{ T})(-0.08 \text{ m}) = -11.37 \text{ T.m}$$

A continuación se muestran el cálculo de las fuerzas sísmicas, así como el diagrama de cargas correspondiente:

CASETA DE TRANSMISIONES



PLANTA BAJA



AZOTEA

LOCALIZACION DE CENTROS DE MASA Y DE TORSION.

" CALCULO DE CORTANTES TOTALES PARA LA CASETA (MODELO COMPLETO EN 3D) "

NIVEL: PLANTA BAJA (EQX1)

V. DIREC X = 142.08 Ton CM(4.68,0)
 V. DIREC Y= 142.08 Ton CT(4.40,0)

$V_{ix} = R_{ix}Y_{it} / \text{SUM}(R_{ix}Y_{it2} + R_{iy}X_{it2}) * M_{tx}$
 $V_{iy} = R_{iy}X_{it} / \text{SUM}(R_{ix}Y_{it2} + R_{iy}X_{it2}) * M_{ty}$

Mtx = 379.35 T.m
 Mty = 208.86 T.m

Yit = Yi - Yt

EJE	Rix	Yi (m)	RixYi	V.DIRECTO (Ton)	Yit (m)	RixYit	RixYit2	CORTANTE POR TORSION		CORTANTE TOTAL		Sx+0.3Sy (Ton)	Fi (Ton)
								Sx (Ton)	Sy (Ton)	Sx (Ton)	Sy (Ton)		
1	0.014	-12.74	-0.18	20.30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	20.30	0.00	20.30	8.61
2	0.014	-8.51	-0.12	20.30	-8.51	-0.12	1.01	-9.39	0.00	10.91	0.00	10.91	11.27
3	0.014	-4.26	-0.06	20.30	-4.26	-0.06	0.25	-4.70	0.00	15.60	0.00	15.60	9.94
4	0.014	0	0.00	20.30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	20.30	0.00	20.30	8.61
5	0.014	4.26	0.06	20.30	4.26	0.06	0.25	4.70	0.00	25.00	0.00	25.00	7.27
6	0.014	8.51	0.12	20.30	8.51	0.12	1.01	9.39	0.00	29.69	0.00	29.69	5.95
7	0.014	12.74	0.18	20.30	12.74	0.18	2.27	14.06	0.00	34.35	0.00	34.35	4.62
SUMA	0.098			142.08			4.81			156.14		156.14	56.26

EJE	Riy	Xi (m)	RiyXi	V.DIRECTO (Ton)	Xit (m)	RiyXit	RiyXit2	CORTANTE POR TORSION		CORTANTE TOTAL		Sy+0.3Sx (Ton)	Fi (Ton)
								Sx (Ton)	Sy (Ton)	Sx (Ton)	Sy (Ton)		
E-7	0.011	4.90	0.05	20.30	0.50	0.01	0.00	0.43	0.24	0.43	20.54	20.67	8.97
E-6	0.011	4.40	0.05	20.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.30	20.30	8.61
E-5	0.011	4.10	0.05	20.30	-0.30	0.00	0.00	-0.26	-0.14	-0.26	20.15	20.08	8.38
E-4	0.011	4.00	0.04	20.30	-0.40	0.00	0.00	-0.35	-0.19	-0.35	20.11	20.00	8.31
E-3	0.011	4.10	0.05	20.30	-0.30	0.00	0.00	-0.26	-0.14	-0.26	20.15	20.08	8.38
E-2	0.011	4.40	0.05	20.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.30	20.30	8.61
E-1	0.011	4.90	0.05	20.30	0.50	0.01	0.00	0.43	0.24	0.43	20.54	20.67	8.97
	0.077			142.08			0.01				142.08	142.08	60.24

NIVEL: AZOTEA (EQX1)

V. DIREC X = 81.84 Ton
 V. DIREC Y = 81.84 Ton

CM(5.37,0)
 CT(4.40,0)

$V_{ix} = R_{ix}Y_{it} / \text{SUM}(R_{ix}Y_{it2} + R_{iy}X_{it2}) * M_{tx}$
 $V_{iy} = R_{iy}X_{it} / \text{SUM}(R_{ix}Y_{it2} + R_{iy}X_{it2}) * M_{ty}$

$Y_{it} = Y_i - Y_t$

$M_{tx} = 379.35 \text{ T.m}$
 $M_{ty} = 356.62 \text{ T.m}$

EJE	Rix	Yi (m)	RixYi	V.DIRECTO (Ton)	Yit (m)	RixYit	RixYit2	CORTANTE POR TORSION		CORTANTE DIRECTO		Sx+0.3Sy (Ton)	Fi (Ton)
								Sx (Ton)	Sy (Ton)	Sx (Ton)	Sy (Ton)		
1	0.75	-12.74	-9.56	11.69	0	0.00	0.00	0.00	0.00	11.69	0.00	11.69	11.69
2	0.75	-8.51	-6.38	11.69	-8.51	-6.38	54.32	-9.40	-8.83	2.29	-8.83	-0.36	-0.36
3	0.75	-4.26	-3.20	11.69	-4.26	-3.20	13.61	-4.70	-4.42	6.99	-4.42	5.66	5.66
4	0.75	0	0.00	11.69	0	0.00	0.00	0.00	0.00	11.69	0.00	11.69	11.69
5	0.75	4.26	3.20	11.69	4.26	3.20	13.61	4.70	4.42	16.40	4.42	17.72	17.72
6	0.75	8.51	6.38	11.69	8.51	6.38	54.32	9.40	8.83	21.09	8.83	23.74	23.74
7	0.75	12.74	9.56	11.69	12.74	9.56	121.73	14.07	13.23	25.76	13.23	29.73	29.73
SUMA	5.25			81.84			257.58			95.91		99.88	99.88

EJE	Riy	Xi (m)	RiyXi	V.DIRECTO (Ton)	Xit (m)	RiyXit	RiyXit2	CORTANTE POR TORSION		CORTANTE DIRECTO		Sy+0.3Sx (Ton)	Fi (Ton)
								Sx (Ton)	Sy (Ton)	Sx (Ton)	Sy (Ton)		
E-7	0.053	4.90	0.26	11.69	0.50	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	11.69	11.69	11.69
E-6	0.053	4.40	0.23	11.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.69	11.69	11.69
E-5	0.053	4.10	0.22	11.69	-0.30	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	11.69	11.69	11.69
E-4	0.053	4.00	0.21	11.69	-0.40	-0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	11.69	11.69	11.69
E-3	0.053	4.10	0.22	11.69	-0.30	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	11.69	11.69	11.69
E-2	0.053	4.40	0.23	11.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.69	11.69	11.69
E-1	0.053	4.90	0.26	11.69	0.50	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	11.69	11.69	11.69
	0.371			81.84			0.04				81.84	81.84	81.84

NIVEL: PLANTA BAJA (EQX2)

V. DIREC X = 142.08 Ton CM(4.68,0)
 V. DIREC Y = 142.08 Ton CT(4.40,0)

$$V_{ix} = R_{ix}Y_{it} / \text{SUM}(R_{ix}Y_{it}^2 + R_{iy}X_{it}^2) * M_{tx}$$

$$V_{iy} = R_{iy}X_{it} / \text{SUM}(R_{ix}Y_{it}^2 + R_{iy}X_{it}^2) * M_{ty}$$

M_{tx} = -379.35 T.m
 M_{ty} = -109.4 T.m

EJE	R _{ix}	Y _i (m)	R _{ix} Y _i	V.DIRECTO (Ton)	Y _{it} (m)	R _{ix} Y _{it}	R _{ix} Y _{it} ²	CORTANTE POR TORSION		CORTANTE DIRECTO		S _x +0.3S _y (Ton)	F _i (Ton)
								S _x (Ton)	S _y (Ton)	S _x (Ton)	S _y (Ton)		
1	0.014	-12.74	-0.18	20.30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	20.30	0.00	20.30	8.61
2	0.014	-8.51	-0.12	20.30	-8.51	-0.12	1.01	0.00	0.00	20.30	0.00	20.30	8.61
3	0.014	-4.26	-0.06	20.30	-4.26	-0.06	0.25	0.00	0.00	20.30	0.00	20.30	8.61
4	0.014	0	0.00	20.30	0	0.00	0.00	0.00	0.00	20.30	0.00	20.30	8.61
5	0.014	4.26	0.06	20.30	4.26	0.06	0.25	0.00	0.00	20.30	0.00	20.30	8.61
6	0.014	8.51	0.12	20.30	8.51	0.12	1.01	0.00	0.00	20.30	0.00	20.30	8.61
7	0.014	12.74	0.18	20.30	12.74	0.18	2.27	0.00	0.00	20.30	0.00	20.30	8.61
SUMA	0.098			142.08			4.81			142.08		142.08	60.24

EJE	R _{iy}	X _i (m)	R _{iy} X _i	V.DIRECTO (Ton)	X _{it} (m)	R _{iy} X _{it}	R _{iy} X _{it} ²	CORTANTE POR TORSION		CORTANTE DIRECTO		S _y +0.3S _x (Ton)	F _i (Ton)
								S _x (Ton)	S _y (Ton)	S _x (Ton)	S _y (Ton)		
E-7	0.011	4.90	0.05	20.30	0.50	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	20.30	20.30	8.61
E-6	0.011	4.40	0.05	20.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.30	20.30	8.61
E-5	0.011	4.10	0.05	20.30	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.30	20.30	8.61
E-4	0.011	4.00	0.04	20.30	-0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.30	20.30	8.61
E-3	0.011	4.10	0.05	20.30	-0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.30	20.30	8.61
E-2	0.011	4.40	0.05	20.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.30	20.30	8.61
E-1	0.011	4.90	0.05	20.30	0.50	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	20.30	20.30	8.61
	0.077			142.08			0.01				142.08	142.08	60.24

NIVEL: AZOTEA (EQX2)

V. DIREC X = 81.84 Ton
 V. DIREC Y= 81.84 Ton

CM(5.37,0)
 CT(4.40,0)

$V_{ix} = R_{ix}Y_{it} / \text{SUM}(R_{ix}Y_{it}^2 + R_{iy}X_{it}^2) * M_{tx}$
 $V_{iy} = R_{iy}X_{it} / \text{SUM}(R_{ix}Y_{it}^2 + R_{iy}X_{it}^2) * M_{ty}$

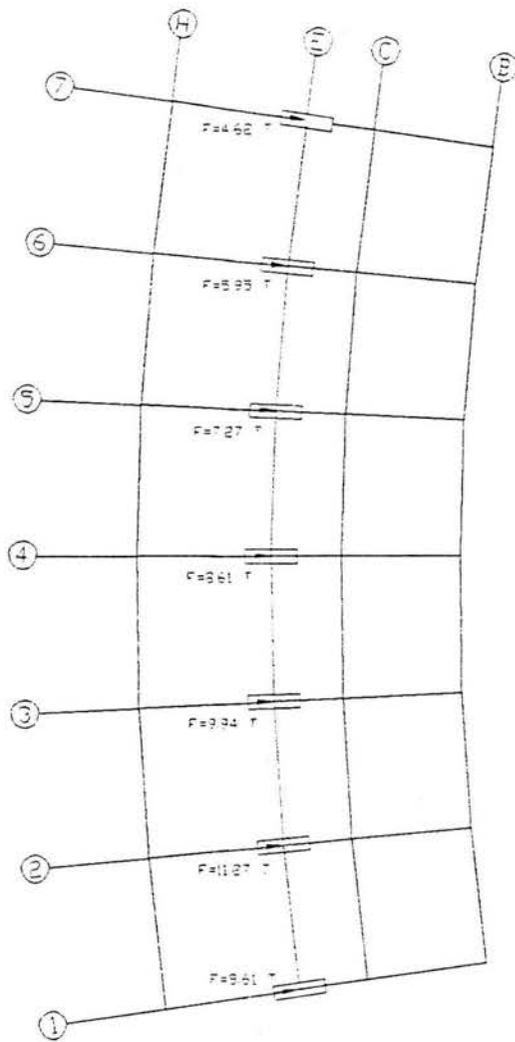
$Y_{it} = Y_i - Y_t$

$M_{tx} = -379.35$ T.m
 $M_{ty} = -11.37$ T.m

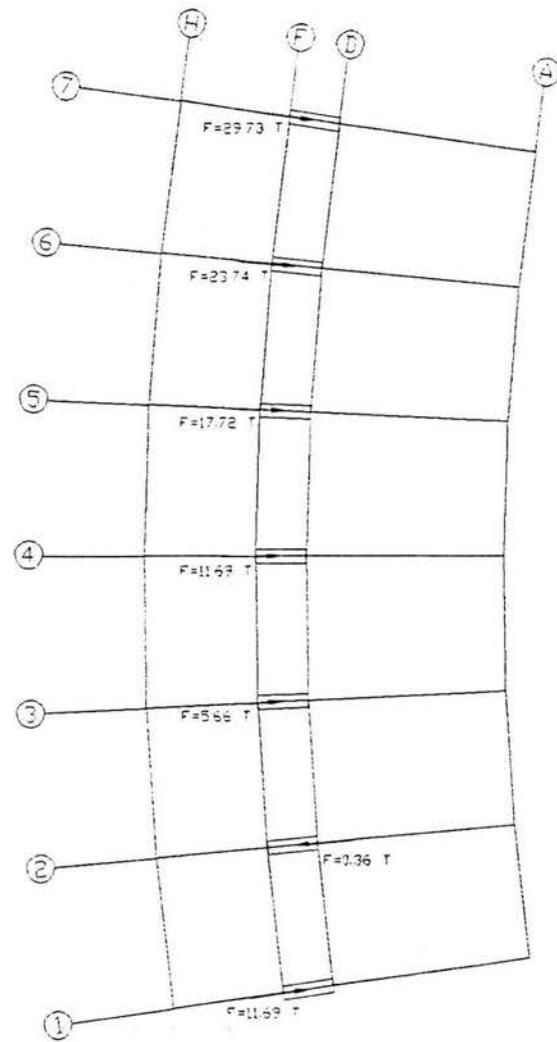
EJE	Rix	Yi	RixYi	V.DIRECTO	Yit	RixYit	RixYit2	CORTANTE POR TORSION		CORTANTE DIRECTO		Fi	
		(m)		(Ton)	(m)			Sx (Ton)	Sy (Ton)	Sx (Ton)	Sy (Ton)	Sx+0.3Sy (Ton)	(Ton)
1	0.75	-12.74	-9.56	11.69	0	0.00	0.00	0.00	0.00	11.69	0.00	11.69	11.69
2	0.75	-8.51	-6.38	11.69	-8.51	-6.38	54.32	0.00	0.00	11.69	0.00	11.69	11.69
3	0.75	-4.26	-3.20	11.69	-4.26	-3.20	13.61	0.00	0.00	11.69	0.00	11.69	11.69
4	0.75	0	0.00	11.69	0	0.00	0.00	0.00	0.00	11.69	0.00	11.69	11.69
5	0.75	4.26	3.20	11.69	4.26	3.20	13.61	0.00	0.00	11.69	0.00	11.69	11.69
6	0.75	8.51	6.38	11.69	8.51	6.38	54.32	0.00	0.00	11.69	0.00	11.69	11.69
7	0.75	12.74	9.56	11.69	12.74	9.56	121.73	0.00	0.00	11.69	0.00	11.69	11.69
SUMA	5.25			81.84			257.58			81.84		81.84	81.84

EJE	Riy	Xi	RiyXi	V.DIRECTO	Xit	RiyXit	RiyXit2	CORTANTE POR TORSION		CORTANTE DIRECTO		Fi	
		(m)		(Ton)	(m)			Sx (Ton)	Sy (Ton)	Sx (Ton)	Sy (Ton)	Sy+0.3Sx (Ton)	(Ton)
E-7	0.053	4.90	0.26	11.69	0.50	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	11.69	11.69	11.69
E-6	0.053	4.40	0.23	11.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.69	11.69	11.69
E-5	0.053	4.10	0.22	11.69	-0.30	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	11.69	11.69	11.69
E-4	0.053	4.00	0.21	11.69	-0.40	-0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	11.69	11.69	11.69
E-3	0.053	4.10	0.22	11.69	-0.30	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	11.69	11.69	11.69
E-2	0.053	4.40	0.23	11.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.69	11.69	11.69
E-1	0.053	4.90	0.26	11.69	0.50	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	11.69	11.69	11.69
SUMA	0.371			81.84			0.04				81.84	81.84	81.84

CASETA DE TRANSMISIONES



PLANTA BAJA

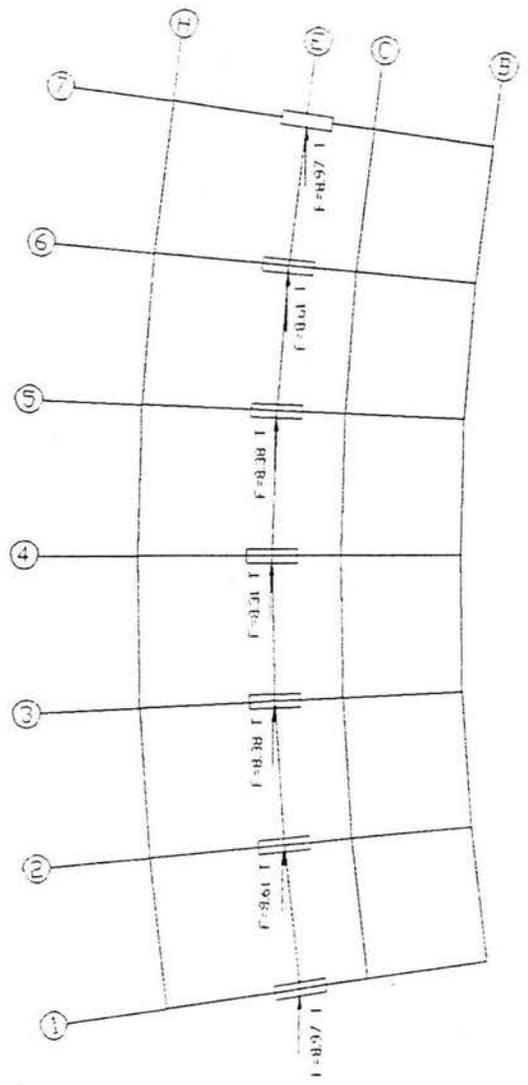


A Z O T E A

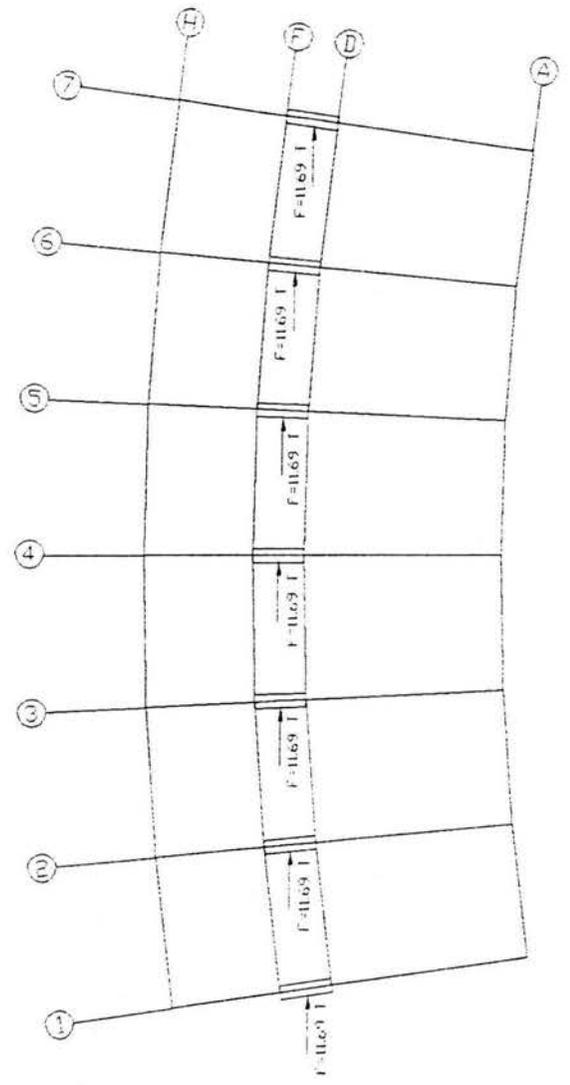
CARGAS SISMICAS (SISMO X1)

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

CASETA DE TRANSMISIONES



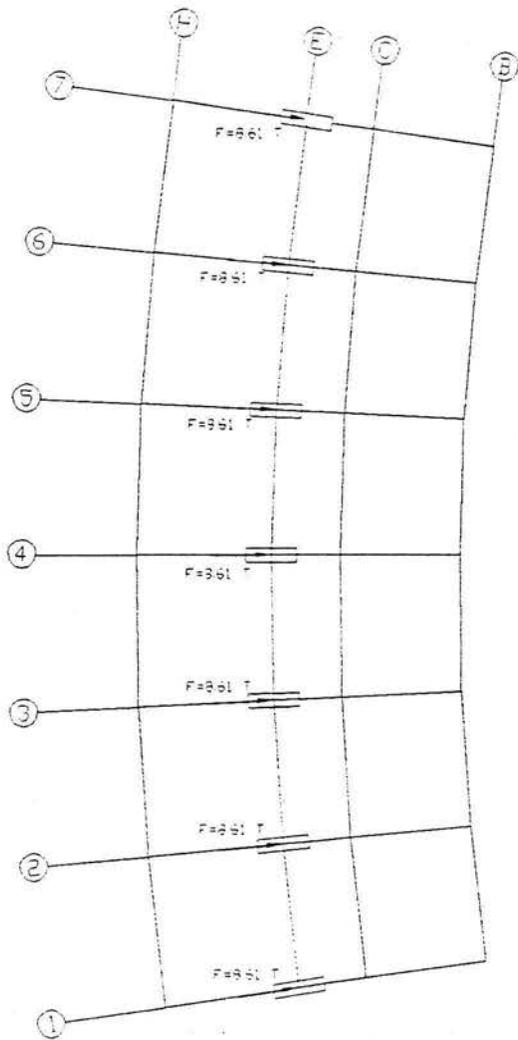
PLANTA BAJA



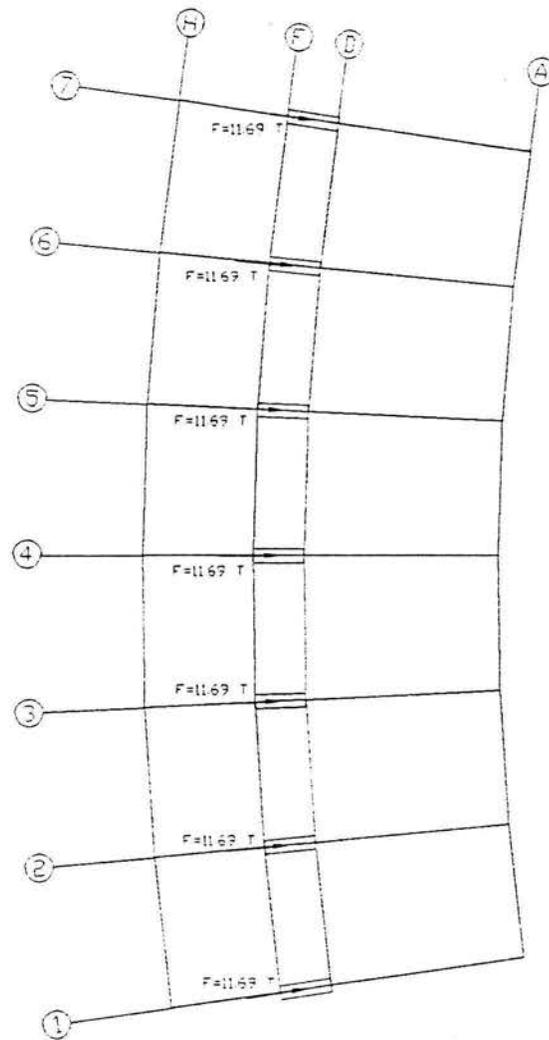
AZOTEA

CARGAS SISMICAS (SISMO Y1)

CASETA DE TRANSMISIONES



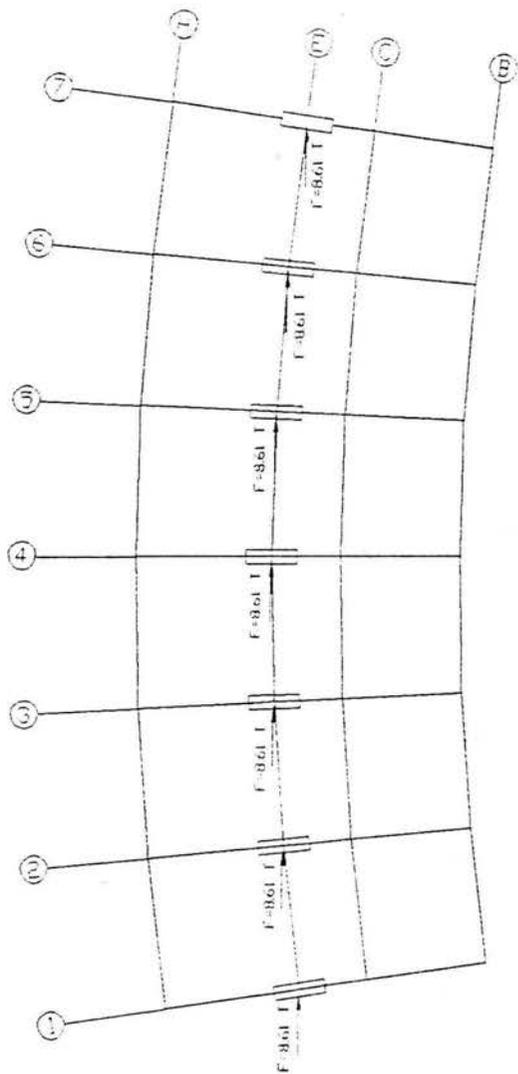
PLANTA BAJA



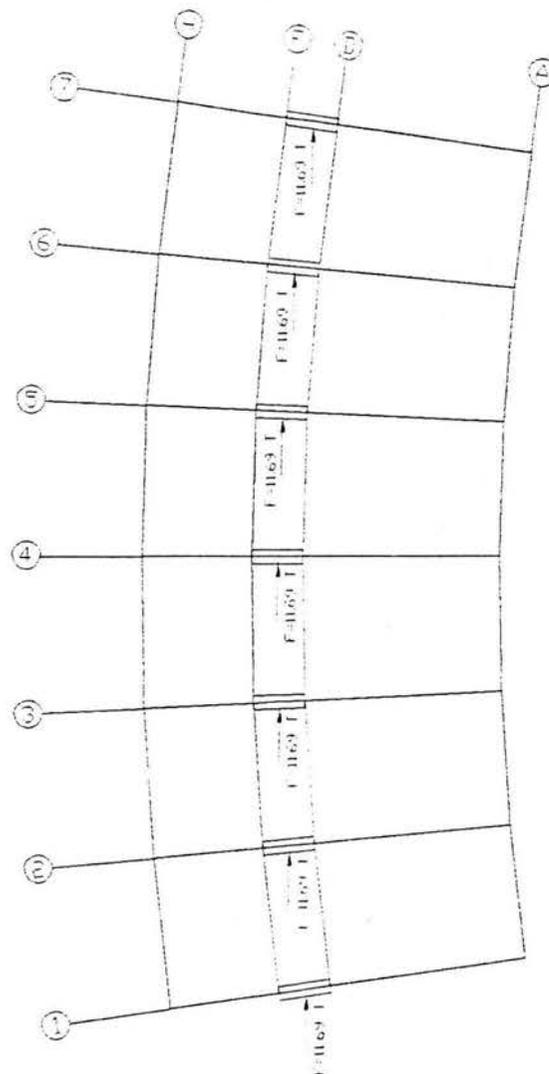
AZOTEA

CARGAS SISMICAS (SISMO X2)

CASETA DE TRANSMISIONES



PLANTA BAJA



AZOTEA

CARGAS SISMICAS < SISMO Y2 >

RESULTADOS (ELEMENTOS MECANICOS EN COLUMNAS).

EJES	ELEM.	NIVEL	CARGA	P (Ton)	V2 (Ton)	V3 (Ton)	M2 (T.m)	M3 (T.m)
E-1	206	P.BAJA	PP	-16.51	0.16	-0.17	-0.52	4.34
			CM	-45.58	-0.59	-1.03	-2.8	46
			Cvred	-6.4	-0.1	-0.21	-0.58	7.21
			Cvmax	-9.32	-0.14	-0.3	-0.85	10.42
			SX1	-1.9	-17.72	-0.15	-0.41	100.06
			SX2	-1.75	-20.34	-0.29	-0.8	124.42
			SY1	24.67	0.02	21.06	-58.18	7.26
			SY2	24.69	0.05	21.05	-58.14	7.28
E-1	205	AZOTEA	PP	-6.73	0.07	-0.44	-0.73	1.94
			CM	-19.92	-0.79	-3.59	-6.93	32.65
			Cvred	-1.99	-0.11	-0.48	-0.77	3.32
			Cvmax	-2.85	-0.16	-0.7	1.12	4.73
			SX1	-0.95	-10.1	-0.38	-0.66	29.06
			SX2	-0.72	-11.78	-0.73	-1.31	37.3
			SY1	8.76	-0.07	11.19	22.79	2.25
			SY2	8.77	-0.07	11.22	22.81	2.26
E-2	204	P.BAJA	PP	-21.51	-0.12	-0.04	-0.13	1.62
			CM	-83.18	0.1	-0.39	-1.04	50
			Cvred	-11.61	0	-0.09	-0.26	7.92
			Cvmax	-16.91	0.01	-0.14	-0.38	11.44
			SX1	1.39	-13.65	-0.26	0.58	74.14
			SX2	1.28	-20.3	-0.21	-0.57	124.42
			SY1	-8.81	0.06	20.33	-57.19	5.74
			SY2	-8.82	0.06	20.33	-57.21	5.72
E-2	203	AZOTEA	PP	-9.19	-0.06	-0.02	0.07	0.78
			CM	-39.41	0.17	-1.57	-3.5	46.62
			Cvred	-3.82	0.02	-0.22	-0.41	4.58
			Cvmax	-5.45	0.02	-0.33	-0.59	6.51
			SX1	0.71	-1.47	-0.79	-1.35	8.58
			SX2	0.5	-11.7	-0.64	-1.25	37.29
			SY1	-2.71	0.13	12.34	27.06	3.07
			SY2	-2.72	0.13	12.34	27.06	3.07
E-3	202	P. BAJA	PP	-22.2	-0.03	0	-0.02	0.63

Pcu= 71.41
Mcu= 60.76

Pcu= 121.6
Mcu= 63.06

			CM	-88.83	0.36	-0.08	-0.23	55.94
			Cvred	-12.42	0.06	-0.03	-0.09	9
			Cvmax	-18.1	0.09	-0.04	-0.13	13
			SX1	0.35	-16.3	-0.12	0.29	92.7
			SX2	0.31	-20.28	-0.1	-0.28	124.39
			SY1	0.37	0	20.24	-57.05	3.08
			SY2	0.36	-0.02	20.26	-57.09	3.15
E-3	201	AZOTEA	PP	-9.26	0	0.04	-0.05	-0.37
			CM	-40.65	0.43	-0.56	-1.45	49.53
			Cvred	-3.98	0.06	-0.08	-0.17	4.83
			Cvmax	-5.68	0.09	-0.11	-0.24	6.88
			SX1	0.25	-6.07	-0.41	-0.75	20.95
			SX2	0.14	-11.63	-0.29	-0.57	37.28
			SY1	0.27	0	12.04	26.51	1.03
			SY2	0.27	0	12.03	26.5	1.03
E-4	200	P. BAJA	PP	-22.26	-0.03	0.01	-0.04	0.38
			CM	-88.92	0.23	0.06	-0.17	56.8
			Cvred	-12.42	0.04	0.01	-0.03	9.17
			Cvmax	-18.1	0.06	0.01	-0.04	13.25
			SX1	0.27	-20.5	-0.02	0.08	125.83
			SX2	0.35	-20.27	0	-0.02	124.37
			SY1	0.04	-0.04	20.26	-57.06	0.25
			SY2	0.04	-0.03	20.29	-57.12	0.25
E-4	199	AZOTEA	PP	-9.34	0	0.01	0.02	-0.62
			CM	-40.77	0.37	0.06	0.12	49.67
			Cvred	-3.99	0.05	0.01	0.02	4.85
			Cvmax	-5.69	0.08	0.02	0.03	6.9
			SX1	0.14	-11.76	-0.12	-0.19	37.89
			SX2	0.18	-11.61	0.01	0.02	37.23
			SY1	0.02	-0.04	12.13	26.67	0.11
			SY2	0.02	-0.03	12.11	26.65	0.11
E-5	198	P. BAJA	PP	-22.13	-0.04	0.01	-0.03	0.77
			CM	-88.32	0.28	0.18	-0.42	55.57
			Cvred	-12.34	0.05	0.05	0.11	8.95
			Cvmax	-17.98	0.07	0.07	0.16	12.92
			SX1	0.31	-24.95	0.1	0.37	163.01
			SX2	0.32	-20.21	0.11	0.3	124.4
			SY1	-0.14	-0.06	20.24	-57.04	-2.82
			SY2	-0.14	-0.06	20.26	-57.09	-2.81

Pcu= 129.13

Mcu= 69.57

Pcu= 129.28

Mcu= 70.43

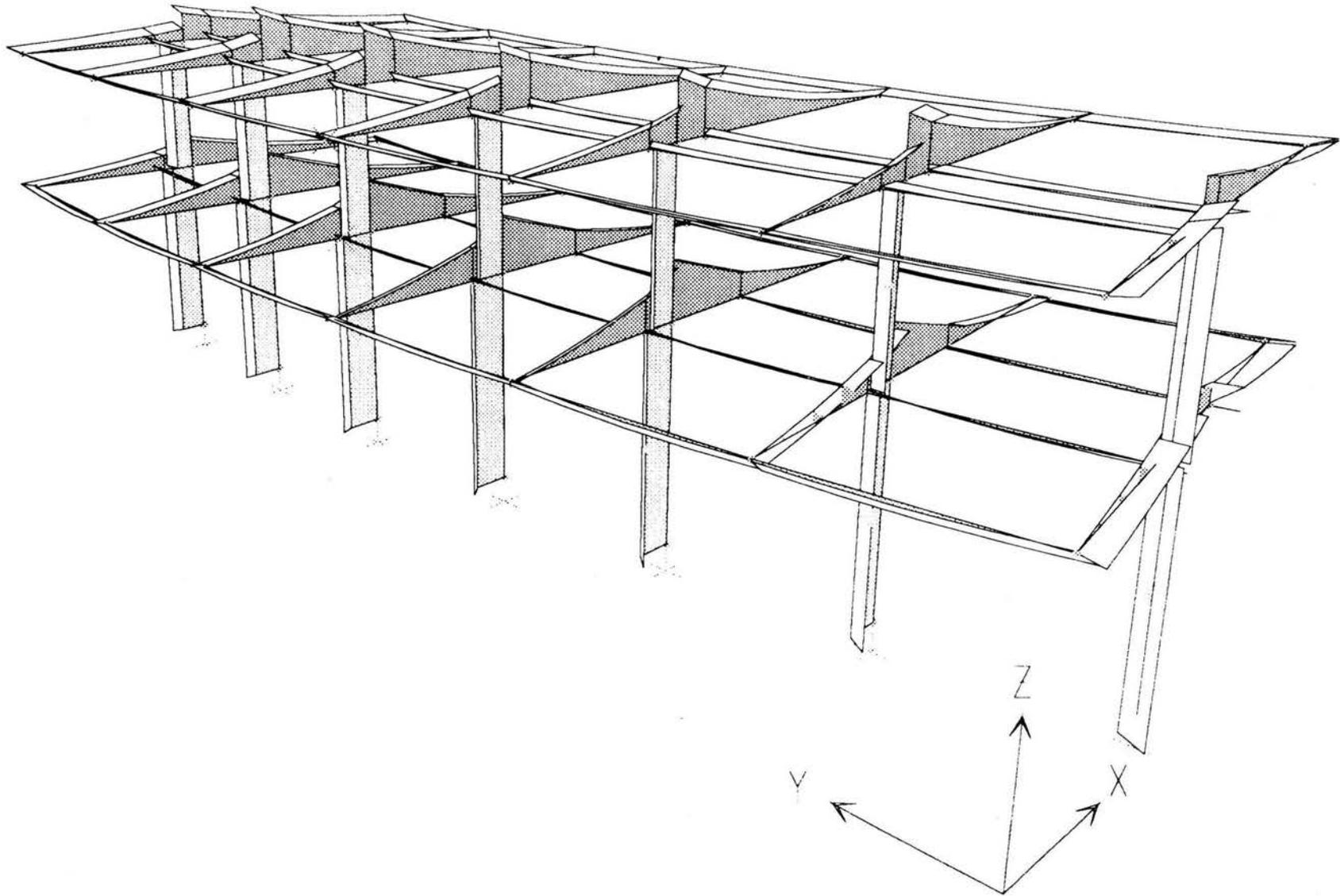
Pcu= 128.43

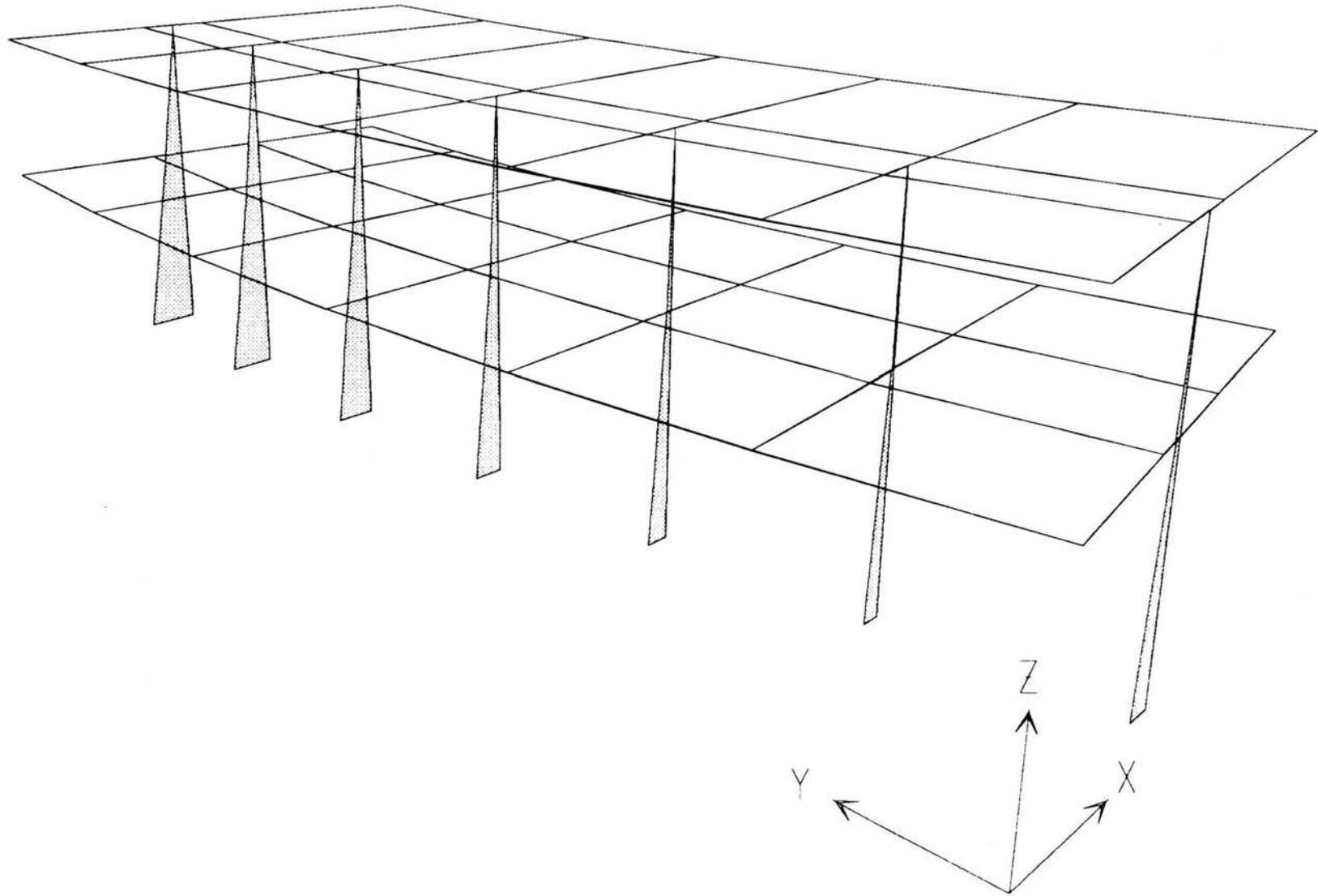
Mcu= 69.26

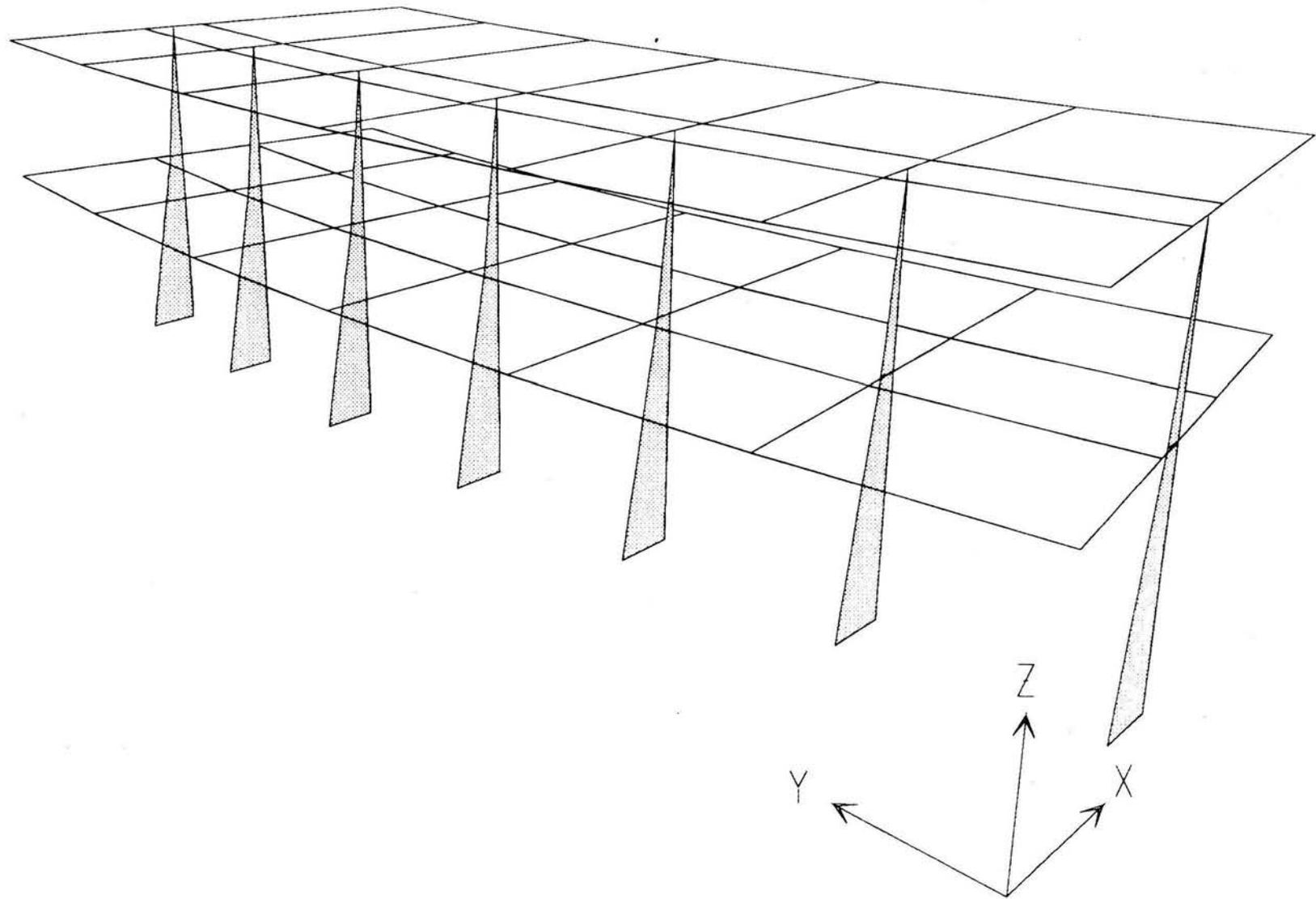
E-5	197	AZOTEA	PP	-9.25	-0.01	-0.02	-0.04	-0.38
			CM	-40.6	0.37	0.65	1.63	49.49
			Cvred	-3.98	-0.5	0.1	0.2	4.83
			Cvmax	-5.67	0.08	0.14	0.28	6.87
			SX1	0.1	-17.64	0.23	0.5	56.22
			SX2	0.14	-11.63	0.31	0.61	37.28
			SY1	-0.26	-0.08	12.07	26.56	-1.1
			SY2	-0.25	-0.08	12.06	26.54	-1.1
E-6	196	P. BAJA	PP	-21.87	-0.05	0.05	0.13	1.87
			CM	-84.19	0.33	0.45	1.03	51.18
			Cvred	-11.78	0.05	0.1	0.26	8.15
			Cvmax	-17.16	0.08	0.15	0.39	11.77
			SX1	1.89	-29.47	0.22	0.86	200.06
			SX2	1.16	-20.3	0.22	0.58	124.43
			SY1	6.13	-0.1	20.25	-57.09	-5.46
			SY2	6.15	-0.09	20.26	-57.1	-5.46
E-6	195	AZOTEA	PP	-9.2	-0.02	0.04	-0.08	0.56
			CM	-39.5	0.3	1.74	3.98	46.33
			Cvred	-3.83	0.04	0.25	0.47	4.52
			Cvmax	-5.47	0.06	0.36	0.68	6.43
			SX1	0.72	-23.61	0.72	1.53	74.61
			SX2	0.49	-11.7	0.66	1.28	37.3
			SY1	2.51	-0.18	12.29	27.04	-2.93
			SY2	2.52	-0.18	12.3	27.04	-2.93
E-7	194	P. BAJA	PP	-16.28	0.11	0.12	0.34	3.78
			CM	-44.72	-0.71	0.81	1.95	43.88
			Cvred	-6.25	-0.12	0.17	0.44	6.82
			Cvmax	-9.1	-0.17	0.25	0.64	9.85
			SX1	-2.31	-33.54	0.23	1.1	232.77
			SX2	-1.67	-20.34	0.25	0.67	124.42
			SY1	-22.27	0.13	19.68	-56.21	-7.3
			SY2	-22.28	0.09	19.66	-56.17	-7.16
E-7	193	AZOTEA	PP	-6.73	-0.04	0.38	-0.75	2.02
			CM	-19.98	0.85	3.27	-6.95	33.22
			Cvred	-2	0.12	0.43	-0.78	3.41
			Cvmax	-2.86	0.18	0.63	-1.12	4.87
			SX1	-0.96	29.22	0.74	-1.65	91.16
			SX2	-0.73	11.78	0.68	-1.3	37.28
			SY1	-8.59	-0.23	9.76	-22.19	-2.74
			SY2	-8.6	-0.23	9.78	-22.22	-2.75

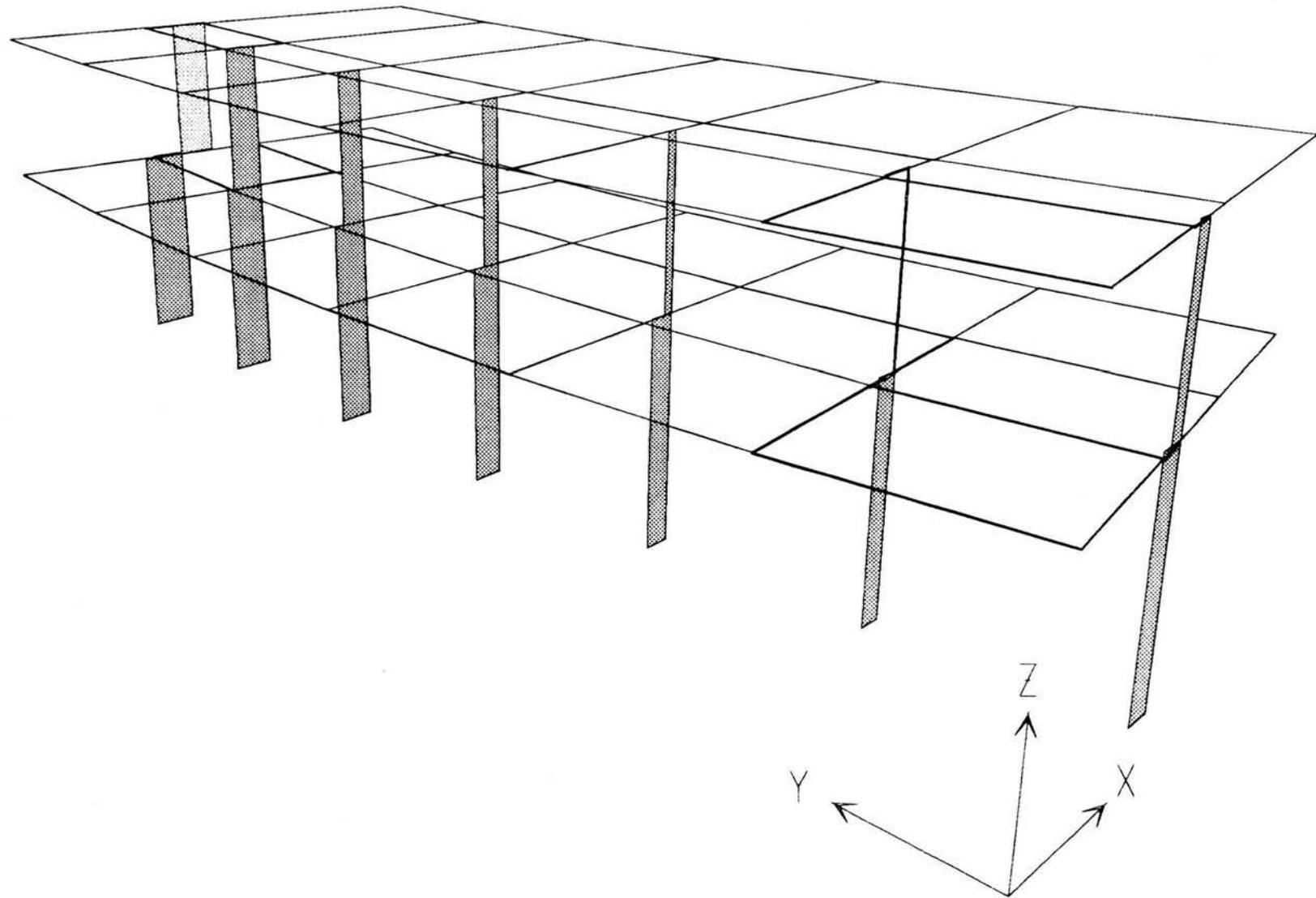
Pcu= 123.22
Mcu= 64.82

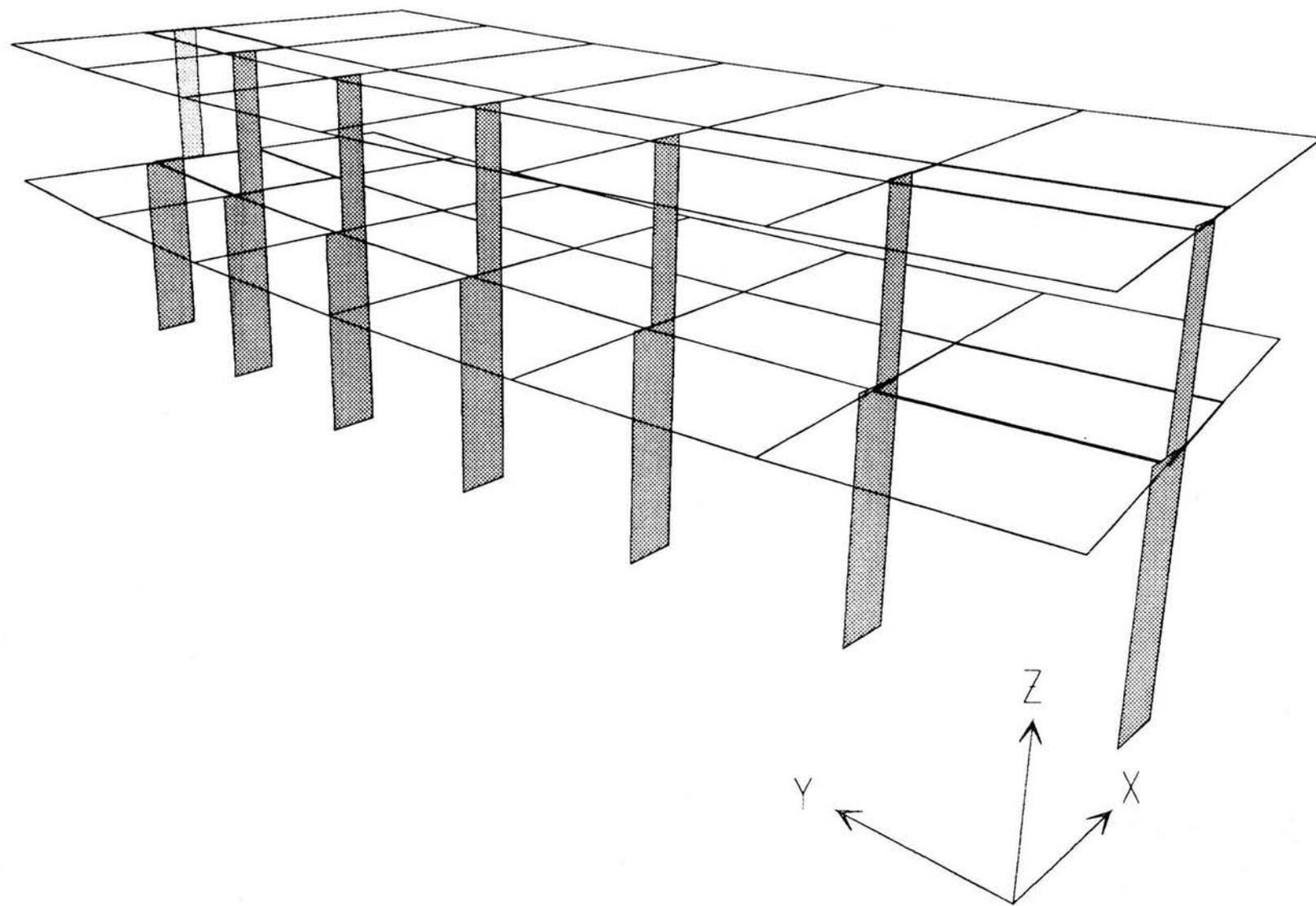
Pcu= 70.1
Mcu= 57.51

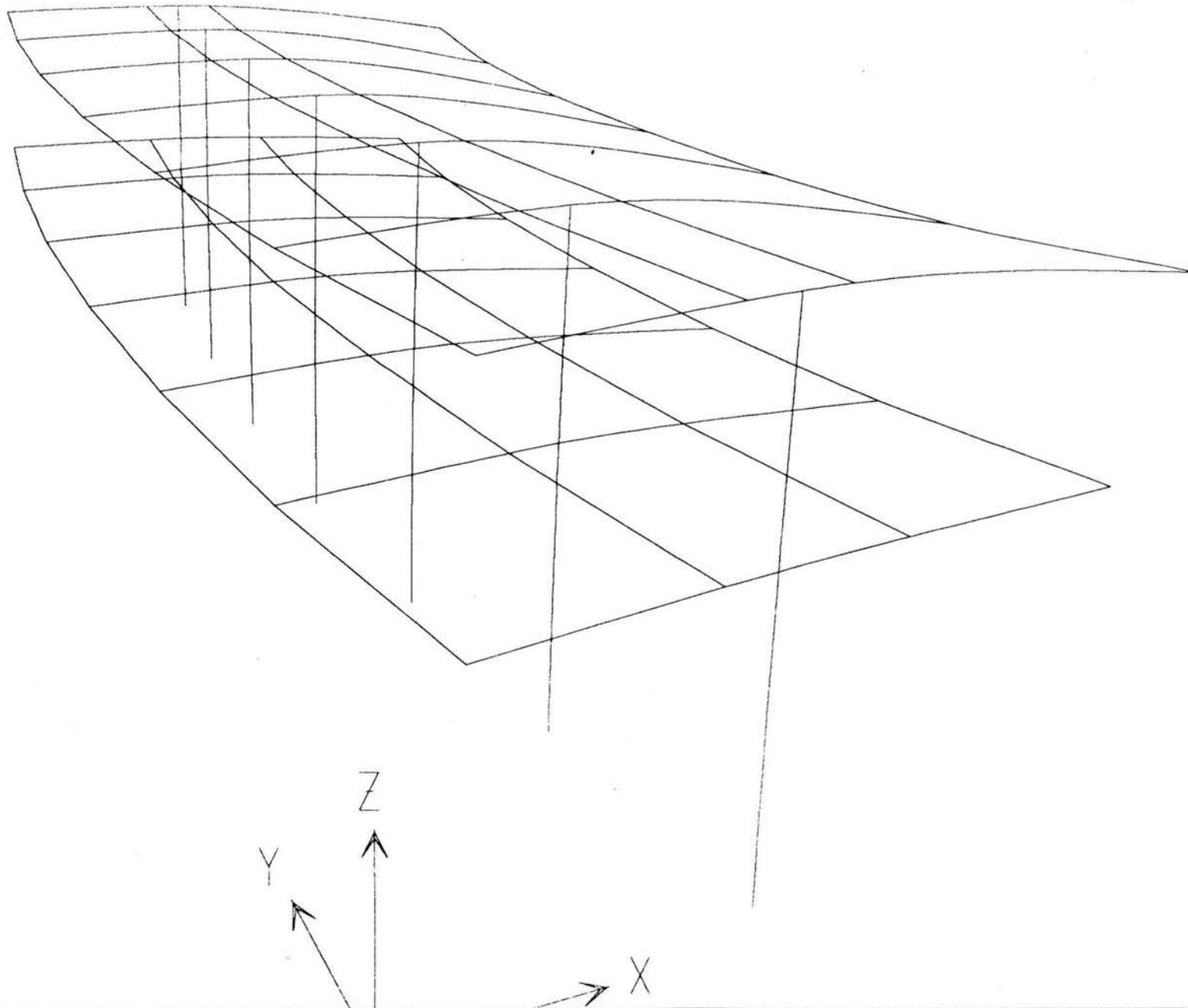


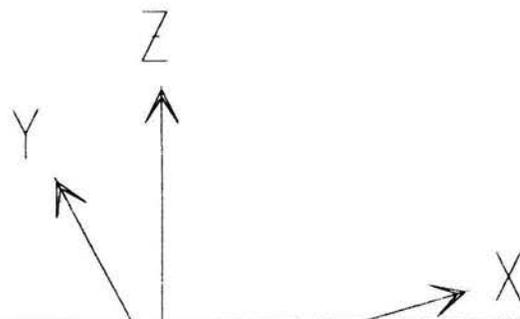
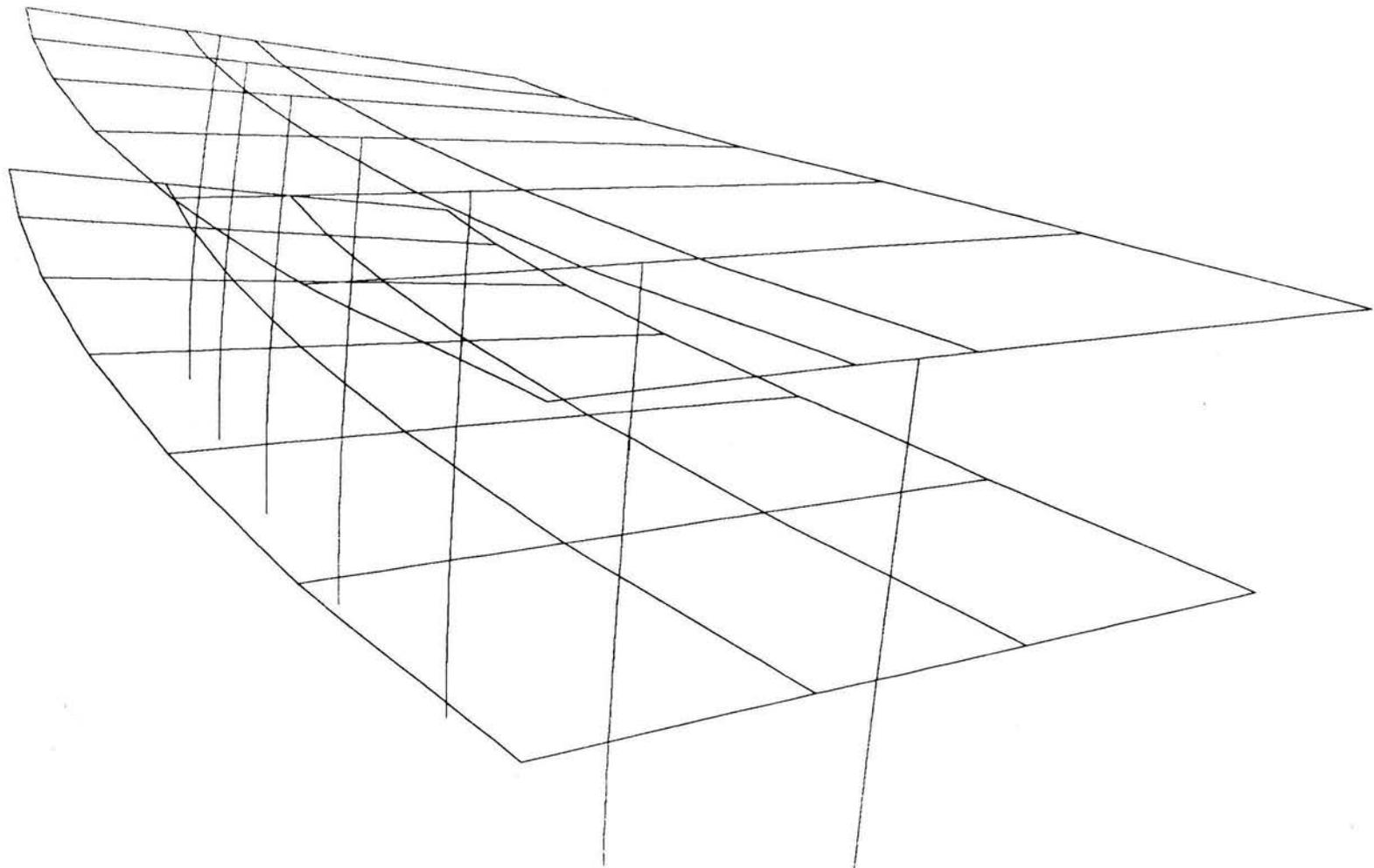


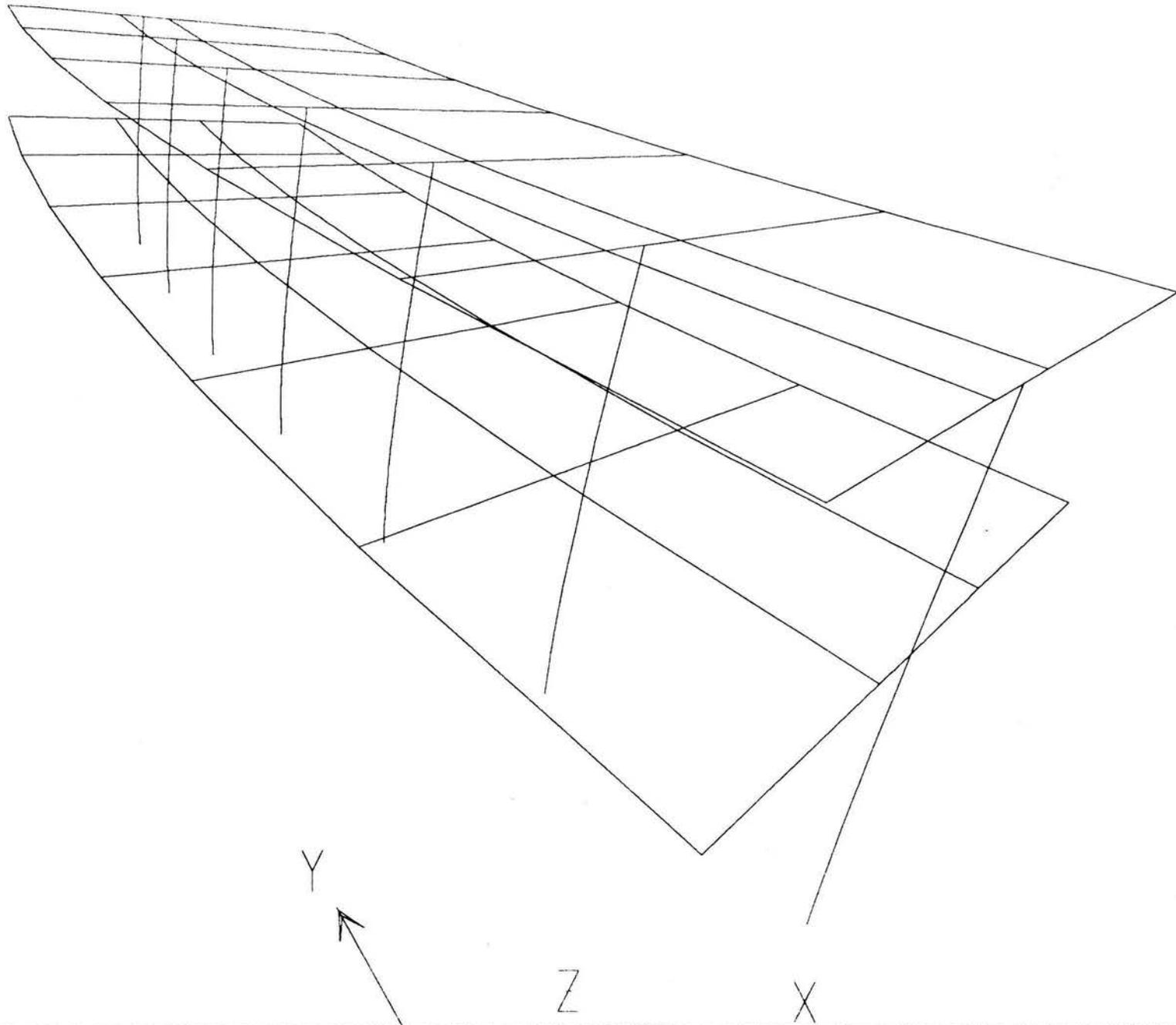












DESPLAZAMIENTOS EN LOS NUDOS DE LA CASETA (3D)

			DESPLAZAMIENTOS			ROTACIONES		
EJES	NIVEL	CARGA	UX	UY	UZ	θX	θY	θZ
E-1	NIVEL 0	PP	0	0	0	0	0	0
		CM	0	0	0	0	0	0
		Cvred	0	0	0	0	0	0
		Cvmax	0	0	0	0	0	0
		SX1	0	0	0	0	0	0
		SX2	0	0	0	0	0	0
		SY1	0	0	0	0	0	0
		SY2	0	0	0	0	0	0
E-1	P. BAJA	PP	0.00038	0	-0.00013	0	0.00018	0
NUDO 44		CM	0.0017	0	-0.00021	-0.00017	0.0008	0
		Cvred	0.00049	0	0	0	0.00022	0
		Cvmax	0.00059	0	-0.0001	0	0.00028	0
		SX1	0.006	-0.0001	0	0	0.0023	0
		SX2	0.014	0	-0.00011	-0.00013	0.0027	-0.00014
		SY1	0.006	0	0	-0.00014	0.0022	0
		SY2	0.0091	0.028	0	-0.007	0.0034	0.0013
E-1	AZOTEA	PP	0.001	0.00016	-0.00016	0	0.00023	0
NUDO 85		CM	0.0049	0.00018	-0.00027	-0.00035	-0.00118	0
		Cvred	0.0013	0.00011	-0.00012	0	0.0003	0
		Cvmax	0.0016	0.00011	-0.00013	0	0.00036	0
		SX1	0.0144	0	-0.00011	-0.00013	0.0027	-0.00014
		SX2	0.014	0.00036	-0.00011	-0.00018	0.0026	0.00013
		SY1	0.022	0.0545	0.0001	0.006	0.004	0.0011
		SY2	-0.0051	0.04	0	-0.0038	-0.00083	-0.00053
E-2	NIVEL 0	PP	0	0	0	0	0	0
		CM	0	0	0	0	0	0
		Cvred	0	0	0	0	0	0
		Cvmax	0	0	0	0	0	0
		SX1	0	0	0	0	0	0
		SX2	0	0	0	0	0	0
		SY1	0	0	0	0	0	0
		SY2	0	0	0	0	0	0
E-2	P. BAJA	PP	0.00018	0	-0.00015	0	0	0
NUDO 45		CM	0.0017	0	-0.00033	0	0.0008	0
		Cvred	0.00038		-0.00012	0	0.00018	0

		Cvmax	0.0005	0	-0.00014	0	0.00023	0
		SX1	0.0063	0	0	0	0.0024	0
		SX2	0.0054	0	0	0	0.0021	0
		SY1	-0.00026	0.0255	-0.00017	-0.0057	0	0.00063
		SY2	0.00085	0.025	-0.00014	-0.0056	0.0003	-0.00016
E-2	AZOTEA	PP	0.00048	0	-0.0002	0	0.00011	0
NUDO 86		CM	0.0052	0.00016	-0.00044	-0.00021	0.0014	0
		Cvred	0.0011	0	-0.00016	0	0.00025	0
		Cvmax	0.0014	0	-0.00018	0	0.00033	0
		SX1	0.015	0	-0.00011	-0.00011	0.0028	-0.00014
		SX2	0.013	0.00021	-0.00011	-0.00012	0.0024	0.00013
		SY1	-0.00016	0.044	-0.00022	-0.0034	0.00014	0.001
		SY2	0.002	0.043	-0.00018	-0.0034	0.00037	-0.00031
E-3	NIVEL 0	PP	0	0	0	0	0	0
		CM	0	0	0	0	0	0
		Cvred	0	0	0	0	0	0
		Cvmax	0	0	0	0	0	0
		SX1	0	0	0	0	0	0
		SX2	0	0	0	0	0	0
		SY1	0	0	0	0	0	0
		SY2	0	0	0	0	0	0
E-3	P. BAJA	PP	0	0	-0.00016	0	0	0
NUDO 46		CM	0.0019	0	-0.00034	0	0.00087	0
		Cvred	0.00037	0	-0.00013	0	0.00017	0
		Cvmax	0.00049	0	-0.00014	0	0.00023	0
		SX1	0.0067	0	0	0	0.0025	0
		SX2	0.0051	0	0	0	0.0019	0
		SY1	-0.0028	0.024	0	-0.0048	-0.00096	0.00026
		SY2	0.0015	0.027	0	-0.0058	0.00052	0.00034
E-3	AZOTEA	PP	0.00025	0	-0.0002	0	0	0
NUDO 87		CM	0.0055	0.00014	-0.00044	-0.00021	0.0014	0
		Cvred	0.001	0	-0.00016	0	0.00023	0
		Cvmax	0.0014	0	-0.00018	0	0.00032	0
		SX1	0.016	0	-0.00012	0	0.003	-0.00014
		SX2	0.012	0.00011	-0.00012	0	0.0022	0.00013
		SY1	-0.0065	0.037	-0.00012	-0.0024	-0.0011	0.001
		SY2	0.0034	0.045	-0.00012	-0.0033	0.00059	-0.0002
E-4	NIVEL 0	PP	0	0	0	0	0	0
		CM	0	0	0	0	0	0

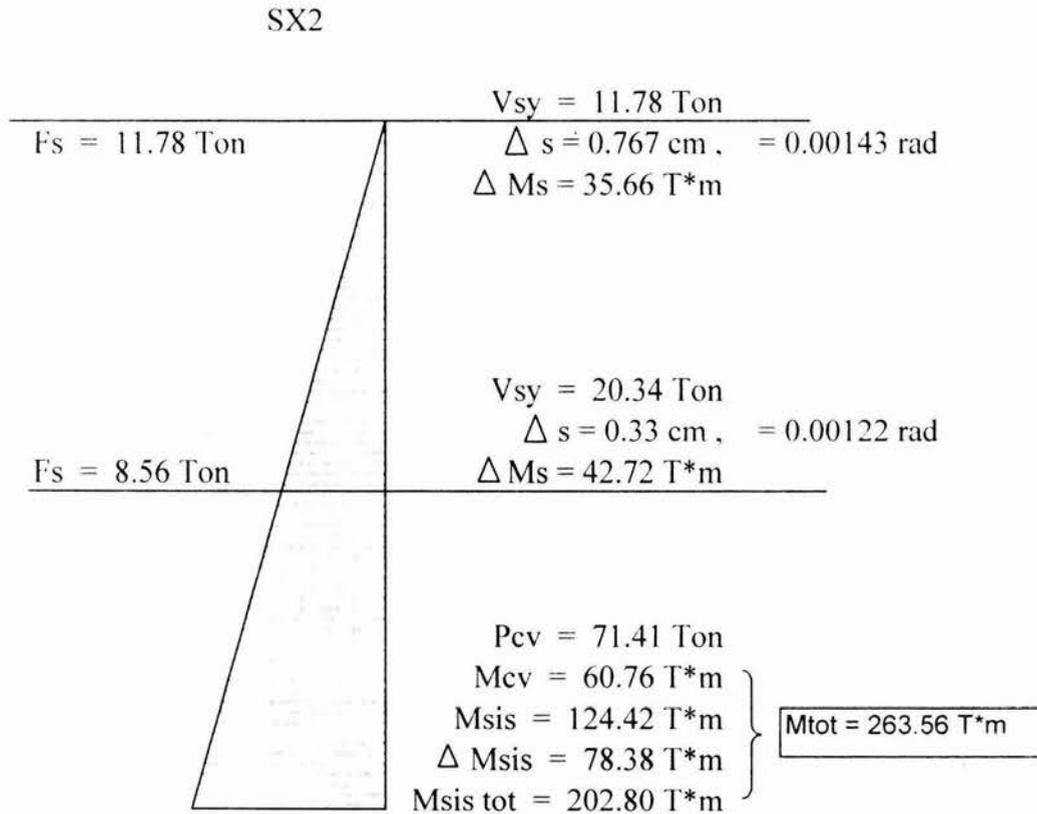
		Cvred	0	0	0	0	0	0
		Cvmax	0	0	0	0	0	0
		SX1	0	0	0	0	0	0
		SX2	0	0	0	0	0	0
		SY1	0	0	0	0	0	0
		SY2	0	0	0	0	0	0
E-4	P. BAJA	PP	0	0	-0.00016	0	0	0
NUDO 47		CM	0.0019	0	-0.00035	0	0.00088	0
		Cvred	0.00036	0	-0.00013	0	0.00017	0
		Cvmax	0.00049	0	-0.00014	0	0.00023	0
		SX1	0.0071	0	0	0	0.0027	0
		SX2	0.0047	0	0	0	0.0017	0
		SY1	0	0.024	0	-0.0045	0	0.00014
		SY2	0	0.028	0	-0.006	0	0.0005
E-4	AZOTEA	PP	0.00018	0	-0.0002	0	0	0
NUDO 88		CM	0.0056	0	-0.00046	0	0.0014	0
		Cvred	0.00099	0	-0.00016	0	0.00023	0
		Cvmax	0.0013	0	-0.00018	0	0.0003	0
		SX1	0.017	0	-0.00011	0	0.0032	-0.00014
		SX2	0.011	0	-0.00012	0	0.002	0.00013
		SY1	0.00024	0.035	-0.00012	-0.0021	0	0.001
		SY2	0.00019	0.046	-0.00012	-0.0032	0	-0.00016
E-5	NIVEL 0	PP	0	0	0	0	0	0
		CM	0	0	0	0	0	0
		Cvred	0	0	0	0	0	0
		Cvmax	0	0	0	0	0	0
		SX1	0	0	0	0	0	0
		SX2	0	0	0	0	0	0
		SY1	0	0	0	0	0	0
		SY2	0	0	0	0	0	0
E-5	P. BAJA	PP	0	0	-0.00016	0	0	0
NUDO 48		CM	0.0019	0	-0.00034	0	0.00086	0
		Cvred	0.00036	0	-0.00013	0	0.00017	0
		Cvmax	0.00049	0	-0.00014	0	0.00023	0
		SX1	0.0076	0	0	0	0.0029	0
		SX2	0.0043	0	0	0	0.0016	0
		SY1	0.003	0.024	0	-0.0048	0.001	0.00025
		SY2	-0.0013	0.027	0	-0.0058	-0.00044	0.00035
E-5	AZOTEA	PP	0.00025	0	-0.0002	0	0	0

NUDO 89		CM	0.0055	0	-0.00046	0	0.0014	0
		Cvred	0.001	0	-0.00016	0	0.00023	0
		Cvmax	0.0013	0	-0.00018	0	0.00031	0
		SX1	0.018	0	-0.00012	0	0.0034	-0.00014
		SX2	0.01	0	-0.00012	0	0.0019	0.00013
		SY1	0.007	0.037	-0.00012	-0.0024	0.0012	0.001
		SY2	-0.003	0.045	-0.00012	-0.0033	-0.00049	-0.0002
E-6	NIVEL 0	PP	0	0	0	0	0	0
		CM	0	0	0	0	0	0
		Cvred	0	0	0	0	0	0
		Cvmax	0	0	0	0	0	0
		SX1	0	0	0	0	0	0
		SX2	0	0	0	0	0	0
		SY1	0	0	0	0	0	0
		SY2	0	0	0	0	0	0
E-6	P. BAJA	PP	0.00017	0	-0.00015	0	0	0
NUDO 49		CM	0.0017	0.00014	-0.00033	0	0.0008	0
		Cvred	0.00037	0	-0.00013	0	0.00017	0
		Cvmax	0.00049	0	-0.00014	0	0.00022	0
		SX1	0.008	0	0	0	0.003	0
		SX2	0.004	0	0	0	0.0015	0
		SY1	0.00056	0.026	0	-0.0058	0	0.00062
		SY2	-0.00059	0.025	0	-0.0056	-0.00019	-0.00014
E-6	AZOTEA	PP	0.00046	0	-0.0002	0	0.0001	0
NUDO 90		CM	0.0052	0	-0.00044	0.00021	0.0013	0
		Cvred	0.001	0	-0.00016	0	0.00024	0
		Cvmax	0.0014	0	-0.00018	0	0.00032	0
		SX1	0.019	-0.00015	-0.00011	0.00017	0.0036	-0.00014
		SX2	0.0092	0.0001	-0.00011	0	0.0017	0.00013
		SY1	0.00096	0.044	0	-0.0034	0	0.001
		SY2	-0.0013	0.043	0	-0.0033	-0.00021	-0.0003
E-7	NIVEL 0	PP	0	0	0	0	0	0
		CM	0	0	0	0	0	0
		Cvred	0	0	0	0	0	0
		Cvmax	0	0	0	0	0	0
		SX1	0	0	0	0	0	0
		SX2	0	0	0	0	0	0
		SY1	0	0	0	0	0	0
		SY2	0	0	0	0	0	0

E-7	P. BAJA	PP	0.00027	0	-0.00012	0	0.00013	0
NUDO 50		CM	0.0016	0.00021	-0.0002	0	0.00072	0
		Cvred	0.00038	0	0	0	0.00018	0
		Cvmax	0.00048	0	0	0	0.00022	0
		SX1	0.0084	0	0	0.00012	0.0032	0
		SX2	0.0037	0.00014	0	0	0.0014	0
		SY1	-0.009	0.029	-0.00021	-0.0073	-0.0033	0.0014
		SY2	0.0028	0.022	0	-0.0054	0.00097	-0.0012
E-7	AZOTEA	PP	0.00078	0	-0.00016	0	0.00019	0
NUDO 91		CM	0.0045	0	-0.00026	0.00036	0.0011	0
		Cvred	0.001	0	-0.00012	0	0.00025	0
		Cvmax	0.0013	0	-0.00013	0	0.00031	0
		SX1	0.02	-0.0003	-0.00011	0.00024	0.0039	-0.00014
		SX2	0.009	0.00017	-0.0001	0	0.0016	0.00013
		SY1	-0.021	0.055	-0.00028	-0.0058	-0.0039	0.0011
		SY2	0.0064	0.04	-0.00026	-0.0037	0.0011	-0.00053

"OBTENCION DE LOS ELEMENTOS MECANICOS DE DISEÑO PARA CADA COLUMNA".

COLUMNA DE EJE E-1



Calculando el Incremento de Momento debido a la aceleracion vertical de la masa.

Planta Baja.

$$M = 1.5 P r o^2 f/x = 1.5 (8.56 \text{ Ton}) (3 \text{ m})^2 (0.00122 \text{ rad} / 0.0033 \text{ m}) = 42.72 \text{ T*m}$$

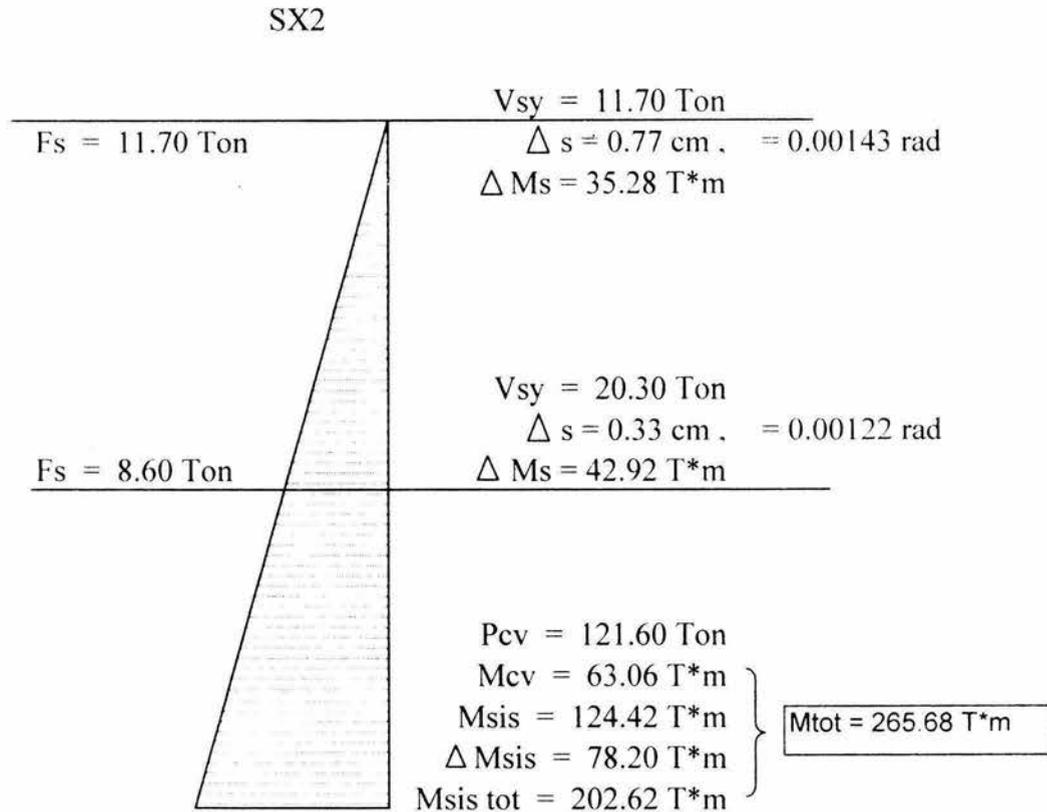
Azotea

$$M = 1.5 P r o^2 f/x = 1.5 (11.78 \text{ Ton}) (3.29 \text{ m})^2 (0.00143 \text{ rad} / 0.0077 \text{ m}) = 35.66 \text{ T*m}$$

Por lo tanto : $\Delta M_{sis \text{ tot}} = 78.38 \text{ T*m}$

"OBTENCION DE LOS ELEMENTOS MECANICOS DE DISEÑO PARA CADA COLUMNA".

COLUMNA DE EJE E-2



Calculando el Incremento de Momento debido a la aceleracion vertical de la masa.

Planta Baja.

$$M = 1.5 P r o^2 f/x = 1.5 (8.60 \text{ Ton}) (3 \text{ m})^2 (0.00122 \text{ rad} / 0.0033 \text{ m}) = 42.92 \text{ T*m}$$

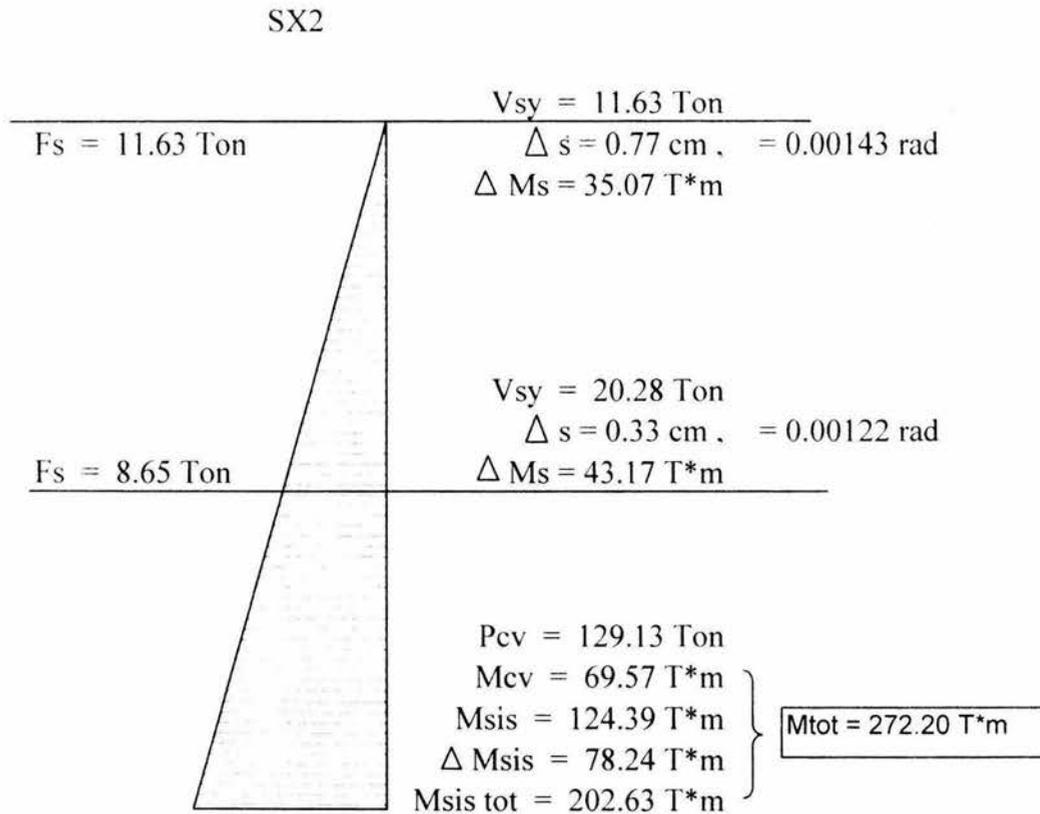
Azotea

$$M = 1.5 P r o^2 f/x = 1.5 (11.70 \text{ Ton}) (3.29 \text{ m})^2 (0.00143 \text{ rad} / 0.0077 \text{ m}) = 35.28 \text{ T*m}$$

Por lo tanto : $\Delta M_{sis \text{ tot}} = 78.20 \text{ T*m}$

"OBTENCION DE LOS ELEMENTOS MECANICOS DE DISEÑO PARA CADA COLUMNA".

COLUMNA DE EJE E-3



Calculando el Incremento de Momento debido a la aceleracion vertical de la masa.

Planta Baja.

$$M = 1.5 P r o^2 f/x = 1.5 (8.65 \text{ Ton}) (3 \text{ m})^2 (0.00122 \text{ rad} / 0.0033 \text{ m}) = 43.17 \text{ T*m}$$

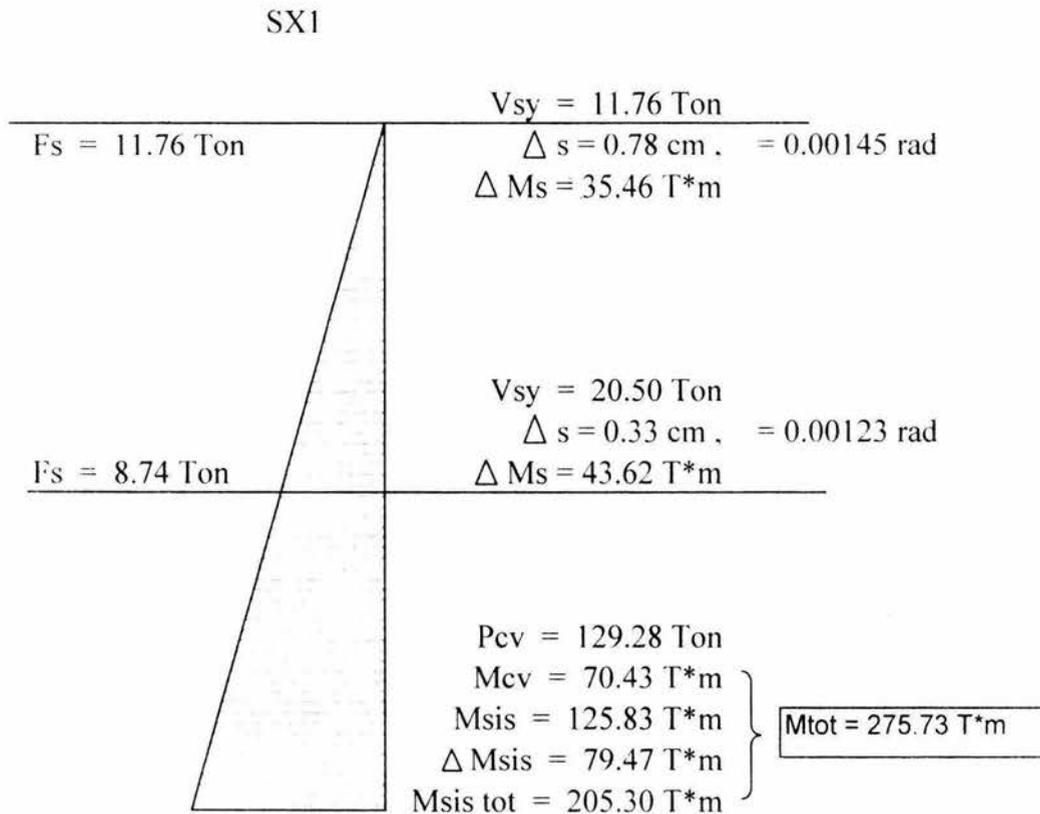
Azotea

$$M = 1.5 P r o^2 f/x = 1.5 (11.63 \text{ Ton}) (3.29 \text{ m})^2 (0.00143 \text{ rad} / 0.0077 \text{ m}) = 35.07 \text{ T*m}$$

Por lo tanto : $\Delta M_{sis \text{ tot}} = 78.24 \text{ T*m}$

"OBTENCION DE LOS ELEMENTOS MECANICOS DE DISEÑO PARA CADA COLUMNA".

COLUMNA DE EJE E-4



Calculando el Incremento de Momento debido a la aceleracion vertical de la masa.

Planta Baja.

$$M = 1.5 P r o^2 f/x = 1.5 (8.74 \text{ Ton}) (3 \text{ m})^2 (0.00123 \text{ rad} / 0.0033 \text{ m}) = 43.98 \text{ T*m}$$

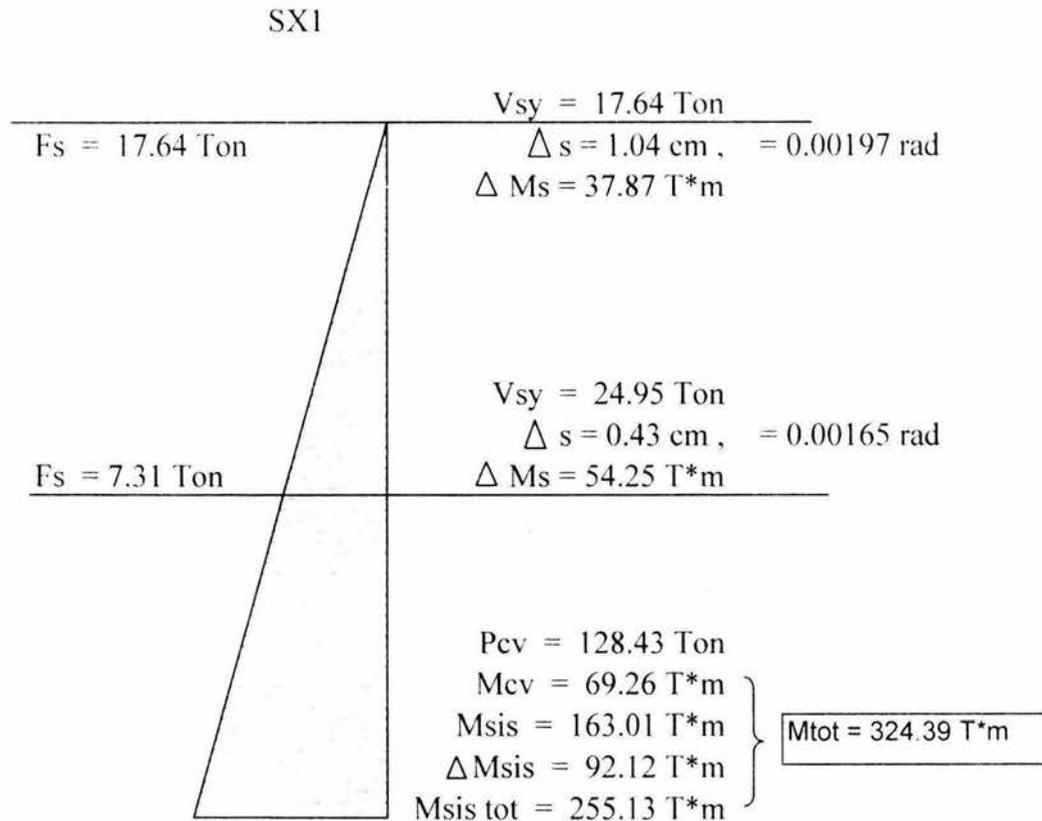
Azotea

$$M = 1.5 P r o^2 f/x = 1.5 (11.76 \text{ Ton}) (3.29 \text{ m})^2 (0.00145 \text{ rad} / 0.0078 \text{ m}) = 35.49 \text{ T*m}$$

Por lo tanto : $\Delta M_{sis \text{ tot}} = 79.47 \text{ T*m}$

"OBTENCION DE LOS ELEMENTOS MECANICOS DE DISEÑO PARA CADA COLUMNA".

COLUMNA DE EJE E-5



Calculando el Incremento de Momento debido a la aceleracion vertical de la masa.

Planta Baja.

$$M = 1.5 P r o^2 f/x = 1.5 (7.31 \text{ Ton}) (3 \text{ m})^2 (0.00165 \text{ rad} / 0.0043 \text{ m}) = 37.87 \text{ T*m}$$

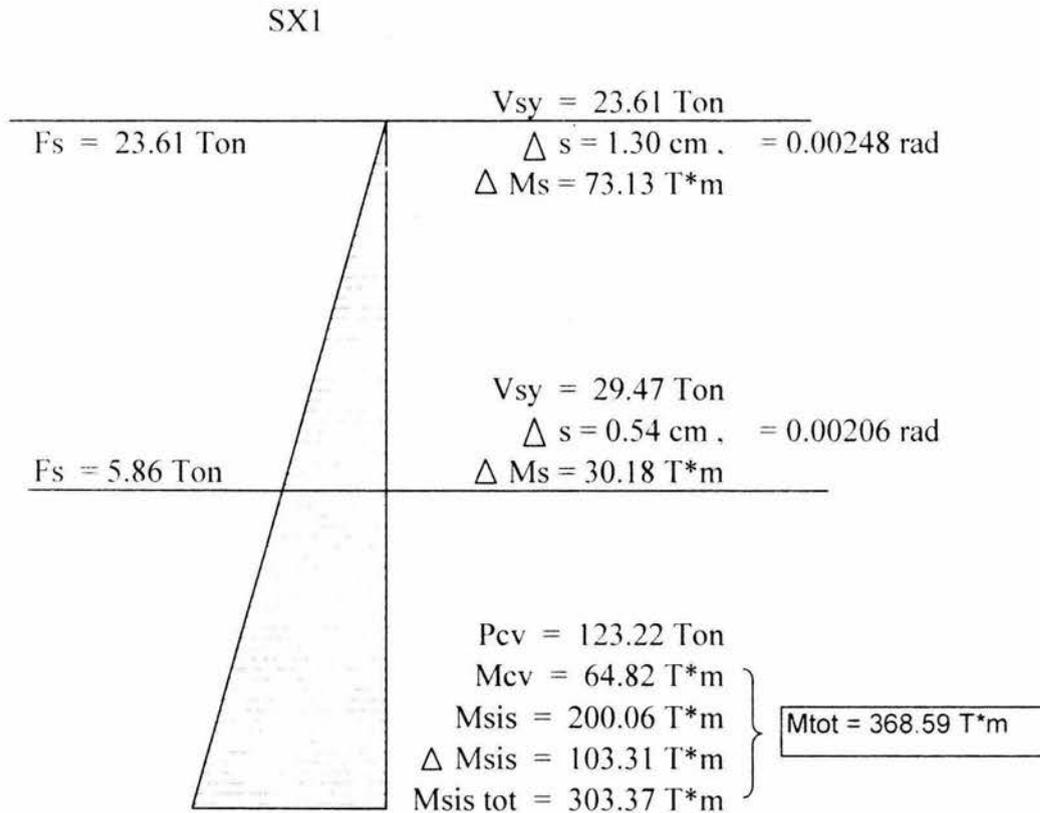
Azotea

$$M = 1.5 P r o^2 f/x = 1.5 (17.64 \text{ Ton}) (3.29 \text{ m})^2 (0.00197 \text{ rad} / 0.0104 \text{ m}) = 54.25 \text{ T*m}$$

Por lo tanto : $\Delta M_{sis \text{ tot}} = 92.12 \text{ T*m}$

"OBTENCION DE LOS ELEMENTOS MECANICOS DE DISEÑO PARA CADA COLUMNA".

COLUMNA DE EJE E-6



Calculando el Incremento de Momento debido a la aceleracion vertical de la masa.

Planta Baja.

$$M = 1.5 P r o^2 f/x = 1.5 (5.86 \text{ Ton}) (3 \text{ m})^2 (0.00206 \text{ rad} / 0.0054 \text{ m}) = 30.18 \text{ T*m}$$

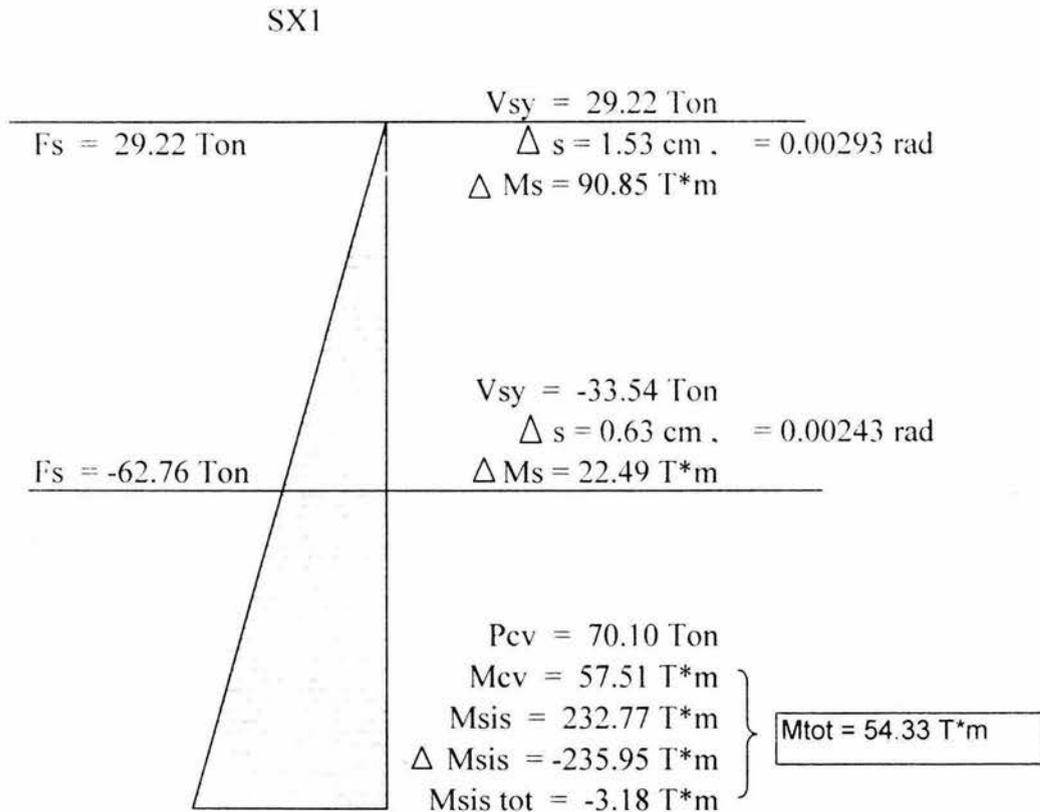
Azotea

$$M = 1.5 P r o^2 f/x = 1.5 (23.61 \text{ Ton}) (3.29 \text{ m})^2 (0.00248 \text{ rad} / 0.0130 \text{ m}) = 73.13 \text{ T*m}$$

Por lo tanto : $\Delta M_{sis \text{ tot}} = 103.31 \text{ T*m}$

"OBTENCION DE LOS ELEMENTOS MECANICOS DE DISEÑO PARA CADA COLUMNA".

COLUMNA DE EJE E-7



Calculando el Incremento de Momento debido a la aceleracion vertical de la masa.

Planta Baja.

$$M = 1.5 P r o^2 f/x = 1.5 (-62.76 \text{ Ton}) (3 \text{ m})^2 (0.00243 \text{ rad} / 0.0063 \text{ m}) = -326.80 \text{ T*m}$$

Azotea

$$M = 1.5 P r o^2 f/x = 1.5 (29.22 \text{ Ton}) (3.29 \text{ m})^2 (0.00293 \text{ rad} / 0.0153 \text{ m}) = 90.85 \text{ T*m}$$

Por lo tanto : $\Delta M_{sis \text{ tot}} = -235.95 \text{ T*m}$

"REVISION DE DESPLAZAMIENTOS VERTICALES "

NUDO	DESP. EN "X"	DESP. EN "Y"	X	Y	(ΔX*Q) / H	(ΔY*Q) / H
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)		
90	2.26	2.48				
50	0.89	1.46	1.37	1.02	0.009	0.006
113	0.00	0.00	0.89	1.46	0.004	0.007
90	2.09	2.45				
49	0.81	1.45	1.28	1.00	0.008	0.006
114	0.00	0.00	0.81	1.45	0.004	0.007
89	1.83	2.44				
48	0.71	1.44	1.12	1.00	0.007	0.006
115	0.00	0.00	0.71	1.44	0.003	0.007
88	1.54	2.44				
47	0.60	1.43	0.94	1.01	0.006	0.006
116	0.00	0.00	0.60	1.43	0.003	0.007
87	1.54	2.44				
46	0.59	1.43	0.95	1.01	0.006	0.006
117	0.00	0.00	0.59	1.43	0.003	0.007
86	1.50	2.45				
45	0.58	1.53	0.92	0.92	0.006	0.006
118	0.00	0.00	0.58	1.53	0.003	0.007
85	1.45	2.44				
44	0.57	1.42	0.88	1.02	0.006	0.006
119	0.00	0.00	0.57	1.42	0.003	0.007

COMO SE OBSERVA, NINGUNA DE LAS DISTORSIONES DE ENTREPISO, SOBREPASAN EL PERMISIBLES, DE ACUERDO AL R.C.D.F., DE 0.012

"REVISION DE DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES EN TRABES".

NUDO	LONGITUD (cm)	FLECHA PERMISIBLE (cm)	FLECHA ACTUANTE (cm)	
1	651	6.43	3.55	OK
2	650	6.42	4.75	OK
3	650	6.42	5.20	OK
4	650	6.42	5.27	OK
5	650	6.42	5.20	OK
6	650	6.42	4.75	OK
7	651	6.43	3.53	OK
106	400	4.33	0.10	OK
107	400	4.33	0.06	OK
108	400	4.33	0.12	OK
109	400	4.33	0.12	OK
110	400	4.33	0.11	OK
111	400	4.33	0.06	OK
112	400	4.33	0.00	OK
23	551	5.59	1.28	OK
24	550	5.58	1.98	OK
25	549	5.58	2.24	OK
26	550	5.58	2.28	OK
27	549	5.58	2.23	OK
28	550	5.58	2.04	OK
29	550	5.58	1.51	OK
66	400	4.33	0.05	OK
67	400	4.33	0.22	OK
68	400	4.33	0.24	OK
69	400	4.33	0.24	OK
71	400	4.33	0.24	OK
72	400	4.33	0.21	OK
73	400	4.33	0.02	OK

COMO SE OBSERVA, NINGUNO DE LOS DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES, SOBREPASA EL PERMISIBLE, DE ACUERDO AL R.C.D.F.

" DISEÑO DE LA COLUMNA DEL EJE E-6 "

Elementos Mecánicos

$$P_{cu} = (123.22 \text{ T.m})(1.1) = 135.54 \text{ T.m}$$

$$M_{cu} = (64.82 \text{ T.m})(1.1) = 71.30 \text{ T.m}$$

$$M_{sis \text{ tot}} = (303.37 \text{ T.m})(1.1) = 333.71 \text{ T.m}$$

$$M_u = 405.01 \text{ T.m}$$

$$f_y = 2500 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

Utilizando diagrama de interacción, armado distribuido uniformemente:

$$K = \frac{P_u}{FR \ b \ h \ f'_c} = \frac{135.54 \times 10^3 \text{ kg}}{0.70 (40) (150) (170 \text{ kg/cm}^2)} \Rightarrow K = 0.190$$

$$R = \frac{M_u}{FR \ b \ h^2 \ f'_c} = \frac{405.01 \times 10^5 \text{ kg*m}}{0.70 (40) (150)^2 (170 \text{ kg/cm}^2)} \Rightarrow R = 0.378$$

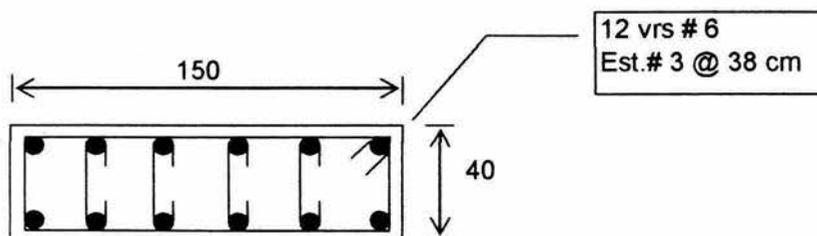
$q = 1.0$ De la figura No.10

$$\rho = \frac{q \ f'_c}{f_y} = \frac{(1.0) (170 \text{ kg/cm}^2)}{2500 \text{ kg/cm}^2} \Rightarrow \rho = 0.068$$

$$\rho = 0.068 > \rho = 0.01 \Rightarrow \text{REFORZAR!}$$

Como se observa, la sección existente no cuenta con la cantidad de acero necesaria para soportar los elementos mecánicos de diseño, por lo que, se reforzará considerando que la diferencia en resistencia faltante se absorberá por medio del sistema M-Brace.

Así, la sección y la cantidad de acero existente es



" DISEÑO DE LA COLUMNA DEL EJE E-6 ".

Elementos Mecánicos

$$P_{eu} = (123.22 \text{ T.m})(1.1) = 135.54 \text{ T.m}$$

$$M_{eu} = (64.82 \text{ T.m})(1.1) = 71.30 \text{ T.m}$$

$$M_{sis \text{ tot}} = (303.37 \text{ T.m})(1.1) = 333.71 \text{ T.m}$$

$$M_u = 405.01 \text{ T.m}$$

$$f_y = 2500 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

Utilizando diagrama de interacción, armado distribuido uniformemente:

$$K = \frac{P_u}{FR \ b \ h \ f'_c} = \frac{135.54 \times 10^3 \text{ kg}}{0.70 (40) (150) (170 \text{ kg/cm}^2)} \Rightarrow K = 0.190$$

$$R = \frac{M_u}{FR \ b \ h^2 \ f'_c} = \frac{405.01 \times 10^5 \text{ kg*m}}{0.70 (40) (150)^2 (170 \text{ kg/cm}^2)} \Rightarrow R = 0.378$$

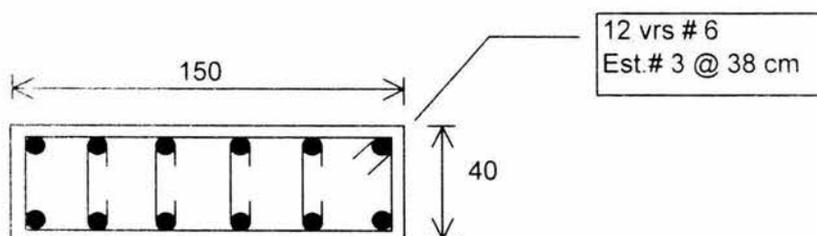
$q = 1.0$ De la figura No.10

$$r = \frac{q \ f'_c}{f_y} = \frac{(1.0) (170 \text{ kg/cm}^2)}{2500 \text{ kg/cm}^2} \Rightarrow r = 0.068$$

$$r = 0.068 > r = 0.01 \Rightarrow \text{REFORZAR!}$$

Como se observa, la sección existente no cuenta con la cantidad de acero necesaria para soportar los elementos mecánicos de diseño, por lo que se reforzará considerando que la diferencia en resistencia faltante se absorberá por medio del sistema M-Brace.

Así, la sección y la cantidad de acero existente es



Para soportar un Momento de $M = 405.01 \text{ T.m}$, se requiere que la tension originada por dicho momento, la cual se absorberá por el sistema de refuerzo.

Considerando que la resistencia a la tension que proporciona el acero actual es:

$$\rho = 2A_s / bh = 2(2.87 \text{ cm}^2) / (40 \text{ cm})(150 \text{ cm}) = 0.001$$

la cual, por su valor tan bajo se considerará como nula, por lo tanto, la tension que deberá soportar las vendas de refuerzo es:

$$T = M / d = 405.01 \text{ T.m} / 1.50 \text{ m} = 270 \text{ Ton}$$

De la Tabla de l Sistema de refuerzo M-Brace, para el Mbrace CF130 FC de alta tension, se observa que la resistencia a la tension es de 35.50 Ton y como el espesor de la membrana es de 0.165 mm, entonces, un membrana del ancho de la columna, es decir, de 40 cm seria:

$$T = (35.50 \text{ Ton})(0.0165 \text{ cm})(40 \text{ cm}) = 23.43 \text{ Ton}$$

Por lo tanto, el numero de capas necesarias para resistir la tension en la columna es:

$$\text{No. de capas} = T / R = 270 \text{ Ton} / 23.43 \text{ Ton} = 12 \text{ capas}$$

Por lo tanto, se propone reforzar las columnas con la colocación de 12 capas de membrana tipo Mbrace CF130 FC de alta tension.

REVISION DE TRABES DE CONCRETO.

* Para la sección de 20x70

El área de acero existente es de $A_s = 7.84 \text{ cm}^2$, por lo que:

$$p_{\min} = 0.7 f'_c / f_y = (0.7 \cdot 210 \text{ Kg/cm}^2) / 2500 \text{ Kg/cm}^2 = 0.004$$

$$p_{\text{exist}} = A_s / b \cdot d = 7.84 \text{ cm}^2 / (20 \text{ cm})(65 \text{ cm}) = 0.006$$

Como $p_{\text{exist}} > p_{\min}$ **OK**

$$q_{\text{exist}} = p_{\text{exist}} \cdot (f_y / f'_c) = 0.006 \cdot (2500 \text{ Kg/cm}^2) / (143 \text{ Kg/cm}^2) = 0.1054$$

$$M_R^{(+)} = (FR)(b)(d)^2 (f'_c)(q)(1 - (0.5q)) =$$

$$M_R^{(+)} = (0.9)(20 \text{ cm})(65 \text{ cm})^2 (143 \text{ Kg/cm}^2)(0.1054)(1 - (0.5(0.1054))) = 10.86 \text{ T.m}$$

Por lo tanto, $M_R = 10.86 \text{ T.m} > M_u = 4.84 \text{ T.m}$ **OK**

Para $A_s = 5.70 \text{ cm}^2$, $p_{\text{exist}} = 5.70 \text{ cm}^2 / (20 \text{ cm})(65 \text{ cm}) = 0.0044$

$$q_{\text{exist}} = p_{\text{exist}} \cdot (f_y / f'_c) = 0.0044 \cdot (2500 \text{ Kg/cm}^2) / (143 \text{ Kg/cm}^2) = 0.0767$$

$$M_R^{(+)} = (0.9)(20 \text{ cm})(65 \text{ cm})^2 (143 \text{ Kg/cm}^2)(0.0767)(1 - (0.5(0.0767))) = 8.02 \text{ T.m}$$

Como $M_R = 8.02 \text{ T.m} > M_u = 4.44 \text{ T.m}$ **OK**

La sección es correcta.

Como se observa en los planos, la sección cuenta con estribos del # 2 @ 45 cm, por lo que, la resistencia a cortante de dicha sección es:

$$V_u = 7409 \text{ Kg}$$

Se debe cumplir que: $V_u < V_R = V_{CR} + V_{SR}$

$$V_{CR} = (FR)(b)(d)(0.2 + 30p) \cdot f'_c \quad \text{si } p < 0.01$$

$$V_{CR} = 0.5(FR)(b)(d) \cdot f'_c \quad \text{si } p > 0.01$$

Para este caso $p = A_s(\text{tension}) / b \cdot d = 7.84 \text{ cm}^2 / (20 \text{ cm})(65 \text{ cm}) = 0.006$

$$V_{CR} = (0.8)(20 \text{ cm})(65 \text{ cm})(0.2 + 30(0.006)) \cdot 180 \text{ Kg/cm}^2 = 5302 \text{ Kg}$$

Calculando el valor de VSR

$$V_{SR} = \frac{(FR)(A_v)(F_y)(d)}{s} = \frac{(0.8)(0.64)(2500 \text{ Kg/cm}^2)}{45 \text{ cm}} = 1849 \text{ Kg}$$

Finalmente:

$$V_R = 5302 + 1849 = 7151 \text{ Kg}$$

Como $V_u < V_R$ **OK**

Calculando la separación de estribos de acuerdo a las Normas Técnicas Complementarias:

$$1.5FR(b)(d)(f^*c) = (1.5)(0.8)(20 \text{ cm})(65 \text{ cm})(180 \text{ Kg/cm}^2) = 20930 \text{ Kg}$$

Como $V_u < 20930 \text{ Kg}$

$$s < \begin{cases} (FR)(A_v)(F_y)(d)/(V_u - V_{CR}) = (0.8)(0.64)(2500 \text{ Kg/cm}^2)(65 \text{ cm})/(7409 - 5589) = 46 \text{ cm} \\ (FR)(A_v)(F_y) / 3.5b = (0.8)(0.64)(2500 \text{ Kg/cm}^2)/(3.5 * 20 \text{ cm}) = 18 \text{ cm} \\ d / 2 = 65 \text{ cm} / 2 = 33 \text{ cm} \end{cases}$$

Como se observa, la separación actual de los estribos no cumple con la normatividad actual.

* Para la sección de 20x50

El área de acero existente es de $A_s = 7.84 \text{ cm}^2$, por lo que:

$$p_{\min} = 0.7 f^*c / f_y = (0.7 * 210 \text{ Kg/cm}^2) / 2500 \text{ Kg/cm}^2 = 0.004$$

$$p_{\text{exist}} = A_s / b * d = 7.84 \text{ cm}^2 / (20 \text{ cm})(45 \text{ cm}) = 0.0087$$

Como $p_{\text{exist}} > p_{\min}$ **OK**

$$q_{\text{exist}} = p_{\text{exist}} * (f_y / f^*c) = 0.0087 * (2500 \text{ Kg/cm}^2) / (143 \text{ Kg/cm}^2) = 0.1523$$

$$M_R^{(-)} = (0.9)(20 \text{ cm})(45 \text{ cm})^2 (143 \text{ Kg/cm}^2)(0.1523)(1 - (0.5)(0.1523)) = 7.33 \text{ T.m}$$

Por lo tanto, $M_R=7.33 \text{ T.m} > M_u=2.76 \text{ T.m}$ OK

Para $A_s=9.58 \text{ cm}^2$, $p_{\text{exist}}=9.58 \text{ cm}^2/(20 \text{ cm})(45 \text{ cm})=0.0106$

$\rho_{\text{exist}}=p_{\text{exist}}*(f_y/f'_c)=0.0106*(2500 \text{ Kg/cm}^2)/(143 \text{ Kg/cm}^2)=0.1861$

$M_R^{\text{ult}}=(0.9)(20 \text{ cm})(45 \text{ cm})^2(143 \text{ Kg/cm}^2)(0.1861)(1-(0.5(0.1861)))=8.80 \text{ T.m}$

Como $M_R=8.80 \text{ T.m} > M_u=4.19 \text{ T.m}$ OK

La sección es correcta.

Como se observa en los planos, la sección cuenta con estribos del # 2 @ 45 cm, por lo que, la resistencia a cortante de dicha sección es:

$V_u=5506 \text{ Kg}$

Se debe cumplir que: $V_u < V_R = V_{CR} + V_{SR}$

$V_{CR} = (FR)(b)(d)(0.2+30p)*f'_c$ si $p < 0.01$

$V_{CR} = 0.5(FR)(b)(d)*f'_c$ si $p > 0.01$

$V_{CR} = (0.8)(20 \text{ cm})(45 \text{ cm})(0.2+30(0.0087))*180 \text{ Kg/cm}^2 = 4453 \text{ Kg}$

Calculando el valor de V_{SR}

$$V_{SR} = \frac{(FR)(A_v)(F_y)(d)}{s} = \frac{(0.8)(0.64)(2500 \text{ Kg/cm}^2)}{45 \text{ cm}} = 1280 \text{ Kg}$$

Finalmente:

$V_R = 4453 + 1280 = 5733 \text{ Kg}$

Como $V_u < V_R$ **OK**

Calculando la separación de estribos de acuerdo a las Normas Técnicas Complementarias:

$1.5FR(b)(d)(f'_c) = (1.5)(0.8)(20 \text{ cm})(45 \text{ cm})(180 \text{ Kg/cm}^2) = 14490 \text{ Kg}$

Como $V_u < 14490 \text{ Kg}$

$$s < \begin{cases} (FR)(A_v)(F_y)(d)/(V_u - V_{CR}) = (0.8)(0.64)(2500 \text{ Kg/cm}^2)(45 \text{ cm})/(5506 - 4694) = 71 \text{ cm} \\ (FR)(A_v)(F_y) / 3.5b = (0.8)(0.64)(2500 \text{ Kg/cm}^2)/(3.5 * 20 \text{ cm}) = 18 \text{ cm} \\ d / 2 = 45 \text{ cm} / 2 = 22.5 \text{ cm} \end{cases}$$

Como se observa, la separación actual de los estribos no cumple con la normatividad actual.

* Para la sección de 25x100

$$p_{\min} = 0.7 f'_c / f_y = (0.7 \cdot 210 \text{ Kg/cm}^2) / 2500 \text{ Kg/cm}^2 = 0.004$$

$$\text{Para } A'_s = 7.76 \text{ cm}^2, \quad p_{\text{exist}} = 7.76 \text{ cm}^2 / (25 \text{ cm})(95 \text{ cm}) = 0.0033$$

$$q_{\text{exist}} = p_{\text{exist}} * (f_y / f'_c) = 0.0033 * (2500 \text{ Kg/cm}^2) / (143 \text{ Kg/cm}^2) = 0.0577$$

$$M_R^{(+)} = (0.9)(25 \text{ cm})(95 \text{ cm})^2 (143 \text{ Kg/cm}^2)(0.0577)(1 - (0.5)(0.0577)) = 16.27 \text{ T.m}$$

$$\text{Como } M_R = 16.27 \text{ T.m} > M_u = 11.32 \text{ T.m} \quad \text{OK}$$

La sección tiene la resistencia adecuada, aun cuando no cumple con la cantidad de acero mínima.

Como se observa en los planos, la sección cuenta con estribos del # 2 @ 50 cm. por lo que, la resistencia a cortante de dicha sección es:

$$V_u = 9123 \text{ Kg}$$

$$\text{Se debe cumplir que: } V_u < V_R = V_{CR} + V_{SR}$$

$$V_{CR} = (FR)(b)(d)(0.2 + 30p) * f'_c \quad \text{si } p < 0.01$$

$$V_{CR} = 0.5(FR)(b)(d) * f'_c \quad \text{si } p > 0.01$$

$$V_{CR} = (0.8)(25 \text{ cm})(95 \text{ cm})(0.2 + 30(0.0033)) * 180 \text{ Kg/cm}^2 = 7622 \text{ Kg}$$

Calculando el valor de VSR

$$V_{SR} = \frac{(FR)(A_v)(F_y)(d)}{s} = \frac{(0.8)(0.64)(2500 \text{ Kg/cm}^2)}{50 \text{ cm}} = 2432 \text{ Kg}$$

Finalmente:

$$VR = 7622 + 2432 = 10054 \text{ Kg}$$

Como $V_u < VR$ **OK**

Calculando la separación de estribos de acuerdo a las Normas Técnicas Complementarias:

$$1.5FR(b)(d) (f^*c) = (1.5)(0.8)(25 \text{ cm})(95 \text{ cm}) (180 \text{ Kg/cm}^2) = 38237 \text{ Kg}$$

Como $V_u < 38237 \text{ Kg}$

$$s < \begin{cases} (FR)(A_v)(F_y)(d)/(V_u - V_{CR}) = (0.8)(0.64)(2500 \text{ Kg/cm}^2)(95 \text{ cm})/(9123 - 7622) = 81 \text{ cm} \\ (FR)(A_v)(F_y) / 3.5b = (0.8)(0.64)(2500 \text{ Kg/cm}^2)/(3.5 * 25 \text{ cm}) = 15 \text{ cm} \\ d / 2 = 95 \text{ cm} / 2 = 48 \text{ cm} \end{cases}$$

Como se observa, la separación actual de los estribos no cumple con la normatividad actual.

* Para la sección de 35x70

$$p_{\min} = 0.7 f^*c / f_y = (0.7 \cdot 210 \text{ Kg/cm}^2) / 2500 \text{ Kg/cm}^2 = 0.004$$

$$\text{Para } A_s = 50.67 \text{ cm}^2, \quad p_{\text{exist}} = 50.67 \text{ cm}^2 / (35 \text{ cm})(65 \text{ cm}) = 0.0223$$

$$\text{Para } A'_s = 13.46 \text{ cm}^2, \quad p'_{\text{exist}} = 13.46 \text{ cm}^2 / (35 \text{ cm})(65 \text{ cm}) = 0.006$$

$$p - p' = 0.016$$

$$\frac{4800}{6000 - F_y} \frac{d}{d'} \frac{f^*c}{F_y} = \left[\frac{4800}{6000 - 2500} \right] \left[\frac{5}{65} \right] \left[\frac{143 \text{ Kg/cm}^2}{2500 \text{ Kg/cm}^2} \right] = 0.006$$

Como $p - p' = 0.016 > 0.006$

$$MR = FR((A_s - A'_s)F_y (d - a/2) + A'_s * F_y (d - d'))$$

$$MR = 0.9((50.67 - 13.46 \text{ cm})2500 * (65 - (18.586/2)) + 13.46 \text{ cm} * 2500 (65 - 5)) = 72.01 \text{ T.m}$$

$$\text{donde } a = (A_s - A'_s)F_y / (f^*c)(b) = (50.67 - 13.46)2500 / (143)(35 \text{ cm}) = 18.586$$

Luego, las cargas actuantes en la trabe son:

$$W_{pp} = 420 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_{cm} = 2575 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_{cv} = 360 \text{ Kg/m}^2$$

$$W_{total} = 3355 \text{ Kg/m}^2$$

$$M_{max} = W \cdot l^2 / 2 = (3.355 \text{ T.m})(5.25 \text{ m})(5.25 \text{ m}) / 2 = 46.24 \text{ T.m}$$

$$M_u = (1.5)(46.24 \text{ T.m}) = 69.35 \text{ T.m}$$

$$\text{Como } M_R = 72.01 \text{ T.m} > M_u = 69.35 \text{ T.m} \quad \mathbf{OK}$$

Como se observa en los planos, la seccion cuenta con estribos del # 2 @ 50 cm.
por lo que, la resistencia a cortante de dicha seccion es:

$$V = W \cdot l = (3355 \text{ Kg/m})(5.25 \text{ m}) = 17614 \text{ Kg}$$

$$V_u = (1.5)(17614 \text{ Kg}) = 26421 \text{ Kg}$$

Se debe cumplir que: $V_u < V_R = V_{CR} + V_{SR}$

$$V_{CR} = (FR)(b)(d)(0.2 + 30p) \cdot f^*c \quad \text{si } p < 0.01$$

$$V_{CR} = 0.5(FR)(b)(d) \cdot f^*c \quad \text{si } p > 0.01$$

$$V_{CR} = (0.5)(0.8)(35 \text{ cm})(65 \text{ cm}) 180 \text{ Kg/cm}^2 = 12209 \text{ Kg}$$

Calculando el valor de VSR

$$V_{SR} = \frac{FR(A_v)(F_y)(d)}{s} = \frac{(0.8)(0.64)(2500)(65 \text{ cm})}{30 \text{ cm}} = 2773 \text{ Kg}$$

Finalmente:

$$V_R = 12209 + 2773 = 14982 \text{ Kg}$$

Como $V_u > V_R$ **Reforzar**

Considerando el uso de placas de refuerzo, se tiene que:

$$V = 0.4F_y \cdot A_w$$

$$V = 0.4(2530 \text{ Kg/cm}^2)(10.2 \text{ cm})(0.8 \text{ cm})(4 \text{ pzas})$$

$$V = 33032 \text{ Kg}$$

CAPITULO III

Por lo tanto, como $VR=35805 \text{ Kg} > VU= 26421 \text{ Kg}$ **OK**

Ver detalle de refuerzo en plano de detalles de refuerzo.

Calculando la separación de estribos de acuerdo a las Normas Técnicas Complementarias:

$$1.5FR(b)(d) (f'c) = (1.5)(0.8)(25 \text{ cm})(95 \text{ cm}) (180 \text{ Kg/cm}^2) = 38237 \text{ Kg}$$

Como $Vu < 38237 \text{ Kg}$

$$s < \begin{cases} (FR)(Av)(Fy)(d)/(Vu-VCR)=(0.8)(0.64)(2500 \text{ Kg/cm}^2)(95\text{cm})/(9123-7622)=81 \text{ cm} \\ (FR)(Av)(Fy) / 3.5b = (0.8)(0.64)(2500 \text{ Kg/cm}^2)/(3.5*25\text{cm})=15 \text{ cm} \\ d / 2 = 95 \text{ cm} / 2= 48 \text{ cm} \end{cases}$$

Como se observa, la separación actual de los estribos no cumple con la normatividad actual.

* Para la columna Eje E-6

$$\rho_u = 123.22 (1.1) = 135.54 \text{ Ton}$$

$$M_{CV} = 64.82 (1.1) = 71.30 \text{ Ton}\cdot\text{m}$$

$$M_{SIS} = 200.06 (1.1) = 220.07 \text{ Ton}\cdot\text{m}$$

La zapata existente tiene $4 \times 4 \times 0.35 \text{ mt}$

1) Carga Vertical

Esfuerzo por Carga Axial.

$$\omega = \rho/A = 135.54 / (4 \times 4) = 8.47$$

$$\omega = 8.47 \text{ Ton/m}^2$$

2) Sismo en dirección transversal (esfuerzo por carga axial + momento de volteo)

$$\omega = \rho/A = 8.47 \text{ Ton/m}^2 \quad s = b h^2 / 6 = 4(4)^2 / 6 = 10.67 \text{ m}^3$$

$$\Delta\omega = M_v / s = (71.30 + 220.07) / 10.67 = 27.31$$

$$\Delta\omega = 27.31 \text{ T/m}^2$$

El esfuerzo máximo es:

$$W = (8.47 + 27.31) = 33.78 \text{ T/m}^2 \ll 90 \text{ T/m}^2 \text{ (Roca)}$$

CAPITULO III. PUENTE PEATONAL.

Especificación de Cargas Básicas.

La estructura existente se analizó utilizando la información contenida en su levantamiento estructural. De acuerdo a lo anterior se obtuvieron los planos de carga del sistema de piso. Se definieron las siguientes especificaciones de cargas básicas de acuerdo con el RCDF.

A) Puente en su estado actual.

*Losa de concreto h= 20.0cm:	480kg/m ²
*Carpeta asfáltica:	210kg/m ²
*Aplanado de Yeso:	20kg/m ²
*Sobrecarga RCDF:	40kg/m ²
Carga Muerta:	<hr/> 750kg/m ²
Carga Viva Máxima:	350kg/m ²
Carga Viva Instantánea:	200kg/m ²

B) Puente con dos camiones tipo HS-20.

*Losa de concreto h= 20.0cm:	480kg/m ²
*Carpeta asfáltica:	210kg/m ²
*Aplanado de Yeso:	20kg/m ²
*Sobrecarga RCDF:	40kg/m ²
Carga Muerta:	<hr/> 750kg/m ²

Análisis y Diseño Estructural.

Se realizó un análisis lineal a un modelo matemático representativo del puente. Se revisó la estructura en su estado actual así como los efectos del paso de dos camiones HS-20 circulando sobre la construcción.

En este proceso se utilizó el programa SAP2000. Se estudiaron los efectos de las cargas permanentes: peso propio + carga muerta + carga viva máxima, así como la carga móvil que representan los camiones, ya que de acuerdo a la posición de ellos se determinan los efectos máximos para cortante y flexión.

De acuerdo con el análisis de la estructura en su estado actual, se encontró lo siguiente y deberá confirmarse por medio de "calas" en el sitio:

- A) Cada trabe secundaria, sección 30x90cm, deberá tener un área de acero en el lecho inferior y al centro del claro igual o mayor a 45cm² y estribos de 3/8" a cada 20cm mínimo en sus extremos y al centro separación de 30cm.
- B) La losa maciza deberá tener un espesor de 20cm y un armado mínimo en ambos lechos de 8.5cm² /m. Se aceptará una separación de 20cm máximo con varillas de 1/2" mínimo o su equivalente.
- C) La trabe principal deberá tener una sección transversal mínima de 30x215cm. El armado del lecho inferior y al centro del claro deberá tener un área mínima de 220.05cm² y estribos de 1/2" a cada 15cm mínimo en sus extremos y al centro separación de 25cm.

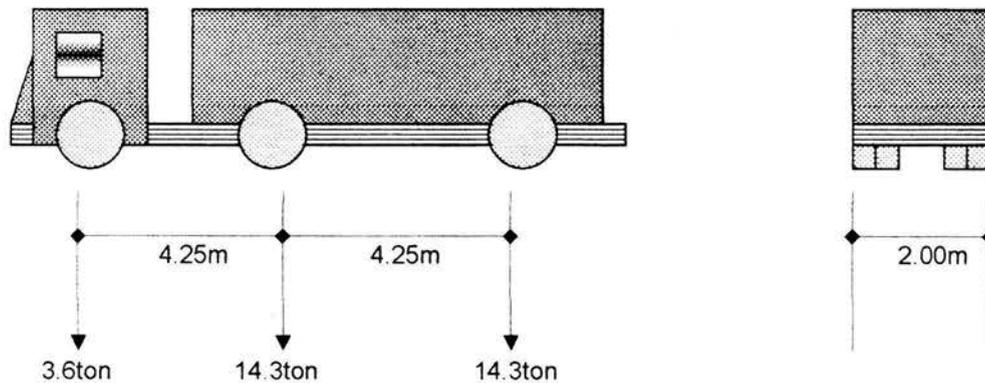
De acuerdo con el análisis de la estructura circulando dos camiones tipo HS-20, se encontró lo siguiente y deberá confirmarse por medio de "calas" en el sitio:

- D) La trabe secundaria sección 30x90cm, deberá tener un área de acero en el lecho inferior igual o mayor a 72cm² y estribos de 1/2" a cada 15cm mínimo en sus extremos y al centro separación de 25cm.
- E) La losa maciza deberá tener un espesor de 20cm y un armado mínimo en ambos lechos de 8.5cm² /m. Se aceptará una separación de 15cm máximo con varillas de 1/2" mínimo o su equivalente.
- F) La trabe principal deberá tener una sección transversal mínima de 30x215cm. El armado del lecho inferior y al centro del claro deberá tener un área mínima de 220.05cm² y estribos de 1/2" a cada 15cm mínimo en sus extremos y al centro separación de 25cm.

Para cualquiera de las condiciones de carga estudiadas se obtuvieron deflexiones el rango permisible. Aunque la estructura en su estado actual ha presentado un comportamiento aceptable, de acuerdo con la evidencia visual en el sitio, la estructura deberá rehabilitarse estructuralmente en el caso que no se cumpla con el acero y secciones antes señaladas.

PUENTE DE ACCESO PEATONAL

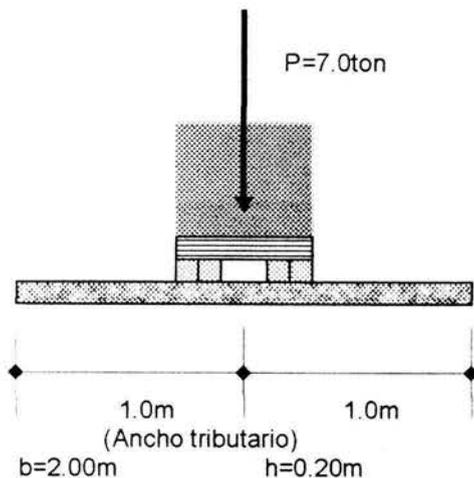
Si pasaran dos camiones tipo HS-20-44. Revisar armados y secciones existentes:



$P_{tot} = 32.20\text{ton}$ (Cargas por eje. Cargas vivas)
 $X = 2.84\text{m}$

1.- REVISIÓN DE LOSA EXISTENTE.

Losa maciza $h = 20\text{cm}$ (existente)
 $F'_c = 300\text{kg/cm}^2$
 $F_y = 2530\text{kg/cm}^2$
 Construida en 1952



A. Cortante

$V_{max} = 7.0\text{ ton}$
 Factor de impacto = 1.30m (minimo)

Vactuante = $1.30(7.0) = 9.10\text{ton}$
 $FR = 1.50$ (Estructura tipo A)

Considerando una seccion de $200 \times 20\text{cm}$
 $d_{supuesto} = 16\text{cm}$

$F^*_c = 0.80(300) = 240\text{kg/cm}^2$
 $F'_c = 0.85(240) = 204\text{kg/cm}^2$

Losa maciza.

$V_{cr} = FR(0.50)bd(f'_c)^{1/2}$ (Seccion Ancha)

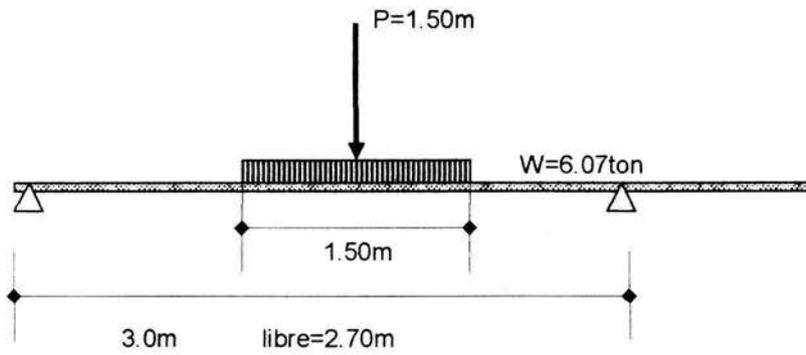
$$\frac{V_{cr}}{1.5} = \frac{0.80(0.50)(200)(16)(240)^{1/2}}{1.5 \times 10^3}$$

$V_{cr} = 13.22 \text{ ton} > \text{Vactuante máximo} = 9.10 \text{ ton}$

Por lo tanto se considera soportara adecuadamente la carga del camion en la losa

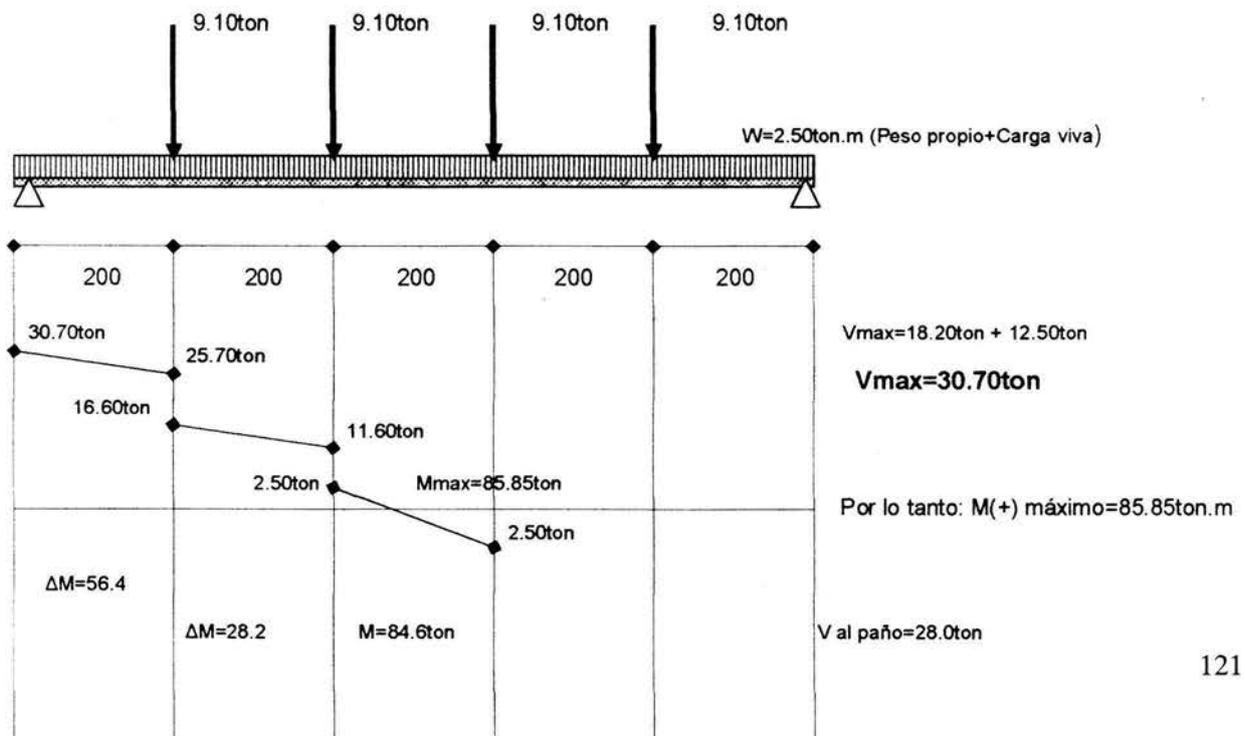
B. Flexion

Condicion mas desfavorable.



M (-)max= 4.61 ton.m Puntual
 M (+)max= 4.69 ton.m Distribuido en un ancho de 1.50m tributario

Revisar Momento negativo máximo de 4.60 ton.m/2.0m



B. Flexion**M(+)máximo= 85.85ton**

Seccion de 30x90

Dsupuesto=86cm

F'c=300kg/cm²Fy=2530kg/cm²

FC=1.50

P=0.03173

As=81.9cm² 10 vrs#10Wequivalente= $\frac{2.50+14.30 \times 2.0 \times 1.30}{10}$

Wequivalente= 6.22ton/m

M= $wl^2/8 = 77.73\text{ton.m}$ Fy= 4200 kg/cm² p=0.0166 As=42.86cm² (9vrs#10)As=72.0cm² p=0.0279 (9vrs#10)Considerando una seccion de 200x20
dsupuesto=16cmF'c=300kg/cm²Fy=2530kg/cm²

FC=1.50

P=0.00615

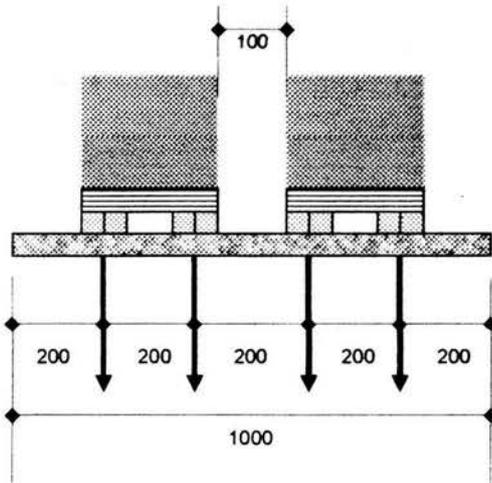
As=19.70cm²/200cmAs=9.85cm²/100cmCon varillas de ½" de diametro As=127cm²/mSeparación= $127 / 9.85 = 12.90\text{cm}$ **Deben existir varillas de ½" de diámetro, e=15cm minimo en el lecho superior o equivalente.**

Wequivalente para M= 4.60ton.m (Ancho de dos metros)

W=5.05ton.m/2m

M (+) =3.23ton.m/2m

p=0.0044 As en 2m=11.86cm² (e=20cm)Asmin=15.0cm² Fy= 4200 kg/cm²**Por lo tanto: As#4=15cm² (As necesario #4=15cm² en ambos lechos)**

2.- Revisión de la trabe secundaria existente.

Sección de 30x90
d supuesto=86cm

$f'c=300\text{kg/cm}^2$

$f_y=2530\text{kg/cm}^2$

$f_c=1.50$

$P=9.10\text{ton}$ por cada llanta en un eje

B. Cortante

$V_{\text{max}}=28.0\text{ton}$

Si $p=0.01$

$$\frac{V_{cr}}{1.5} = \frac{0.80(0.50)(30)(16)(240)^{1/2}}{1.5 \times 10^3}$$

$V_{cr}=10.66\text{ton}$

Con 2 vrs del #4 (2.54cm²)

Estribos $f_y=2530\text{ kg/cm}^2$

Se requiere:

En los extremos

Al centro

diámetro= ½"

diámetro= ½"

$e=15\text{cm}$

$e=30\text{cm}$

C. Deflexión

Si W equivalente = 6.0ton/m

$\Delta_{\text{actuante}}=2.47\text{cm}$

$\Delta_{\text{permisible}}= l/240 + 0.50 = 1000/240 + 0.50 = 4.70\text{cm}$

Por lo cual se considera adecuada la sección además de ser una carga transitoria

3.- Revisión de trabe de carga

Sección de 30x215

d supuesto=208cm

$f'c=300\text{kg/cm}^2$

$f_y=2530\text{kg/cm}^2$

$f_c=1.50$

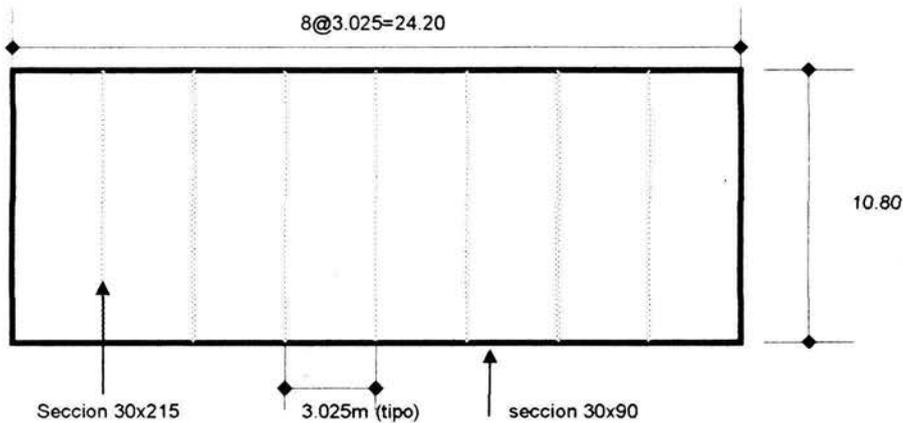
$P=0.03173$

$A_s=81.90\text{cm}^2$

10vrs#10

A. Flexion

Análisis de carga para la trabe, Aplicando la carga en la posición mas desfavorable. En el centroide de carga del camion (Referido al centro del claro).

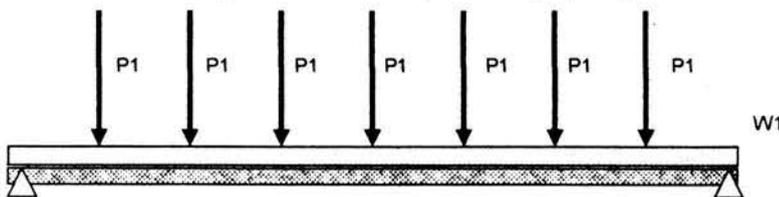


PLANTA GENERAL

ANÁLISIS DE CARGAS:

Losa maciza h=20cm.....	480kg/cm ²
Aplanado de yeso.....	20kg/cm ²
Sobrecarga RCDF.....	40kg/cm ²
Carpeta Asfáltica.....	210kg/cm ²
Carga muerta:	750kg/cm²

Calculando las cargas concentradas para la viga principal



Descarga de la trabe secundaria

$$W_{pp} = (0.70\text{m})(0.30\text{m})(2.4\text{ton/m}^2) = 0.50 \text{ Ton/m}$$

$$P_{\text{trabe secundaria}} = (0.50\text{ton/m} \times 10.80\text{m}) / 2 = 2.70\text{ton}$$

Carga debido a la carga muerta

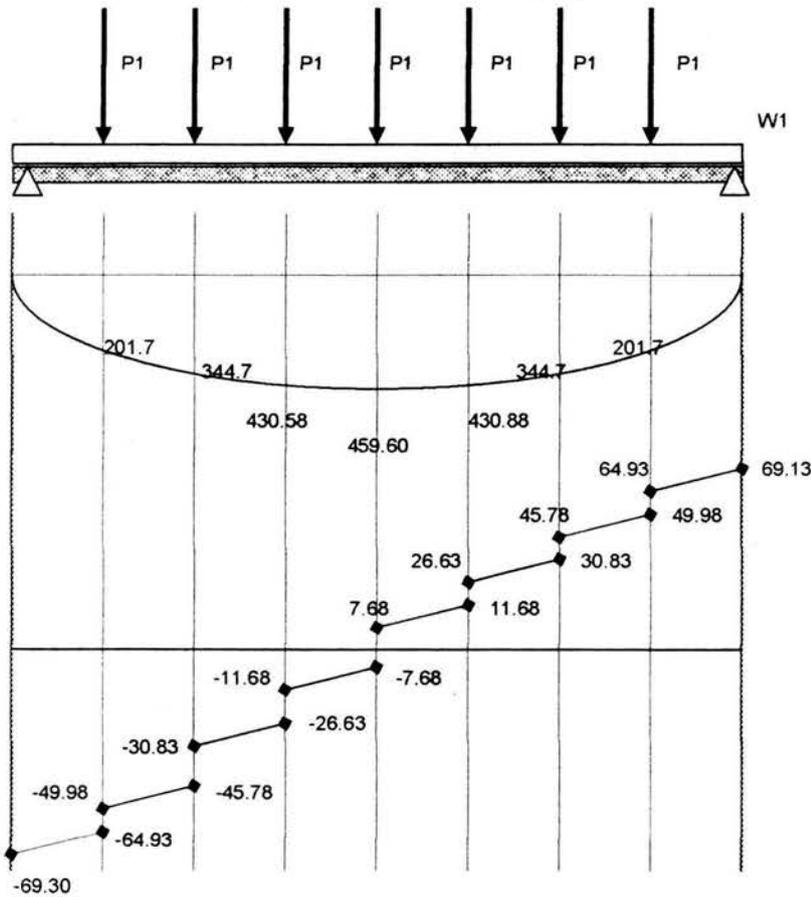
$$P = (750\text{kg/cm}^2)(5.40\text{m})(3.025\text{m}) = 12.25\text{ton}$$

$$\text{La carga concentrada } P1 = 12.25\text{ton} + 2.70\text{ton} = 14.95\text{ton}$$

Adicionalmente, se debe considerar el peso propio de la trabe principal, el cual es, considerando la sección de 30x195

$$W1 = (0.30\text{m})(1.95\text{m})(2.4\text{ton/m}^2) = 1.40\text{ton/m}$$

Calculando las cargas concentradas para la viga principal



$M_{max}=459.60\text{ton.m}$

$V \text{ a } d= 67.94\text{ton}$

De la carga movil

$M_{max}=157.24 \text{ ton.m}$

$V \text{ a } d= 25.78\text{ton}$

Combinando Cmuerta+Cmovil

$M_{max}=616.84\text{ton.m}$

$V \text{ a } "d" = 93.72\text{ton}$

Para $M=616.84\text{ton.m}$

Seccion de 30x215

d supuesto=205cm

$f'c=300\text{kg/cm}^2$

$f_y=2530\text{kg/cm}^2$

$f_c=1.50$

$P=0.0036$

$A_s \text{ inferior}=220\text{cm}^2$

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

$A_s (+)= 28\text{vrs}\#10$

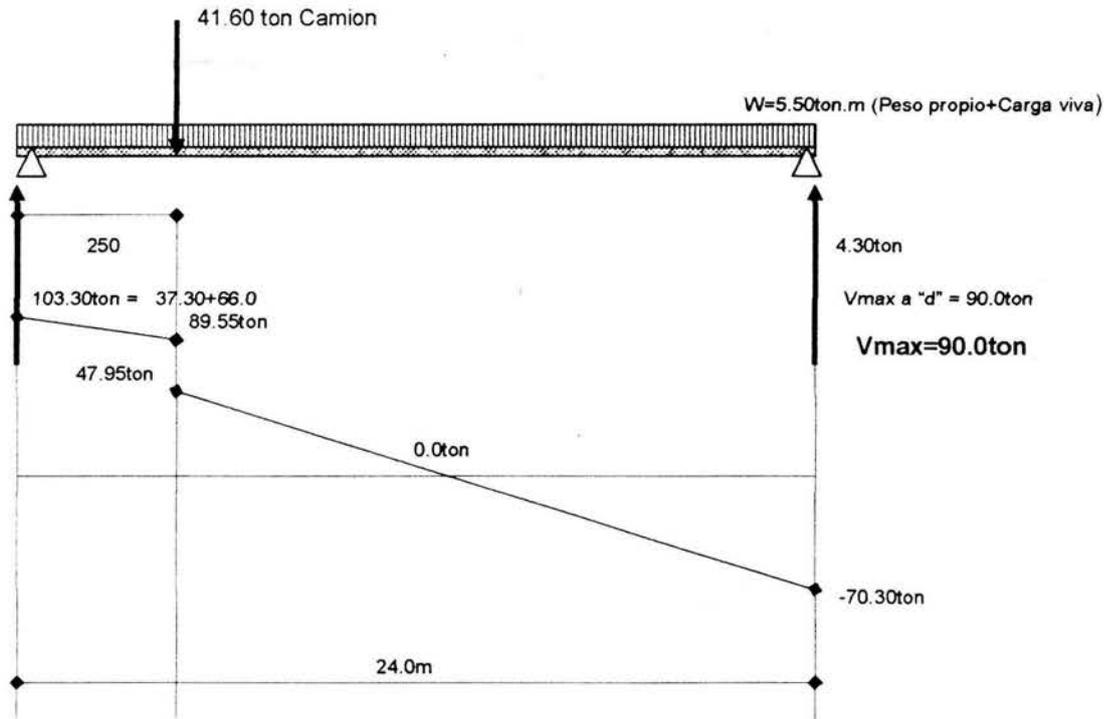
26vrs#10.....206cm²

$f_y=4200\text{kg/cm}^2$

As=135.70cm²
 17vrs#10..... 134.7cm²

B. Cortante

Condicion mas critica



$$\frac{V_{cr}}{1.5} = \frac{0.80(0.50)(30)(205)(240)^{1/2}}{1.5 \times 10^3}$$

$$\frac{V_{cr}}{1.5} = 25.41 \text{ ton} \quad e = 15 \text{ cm} \quad f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Estribos #2 @ 12cm en ¼ (en 6m por lo menos)
 @ 25cm al centro del claro

C. Deflexión

Si W equivalente = 8.0ton/m
 l=24.0m
 (Claro del puente seccion 30x215)

$$\text{flecha } \Delta = \frac{5wl^4}{384EI}$$

$$E = 1000f'c^{1/2}$$

$$\Delta_{actuante} = 8.0 \text{ cm}$$

$$\Delta_{permisible} = l/360 = 2400/360 = 6.70 \text{ cm}$$

$$6.70 + 0.50 = 7.20 \text{ cm}$$

Se acepta la seccion por deformación maxima

CAPITULO IV

CAPITULO IV. GRADERIO PRINCIPAL.

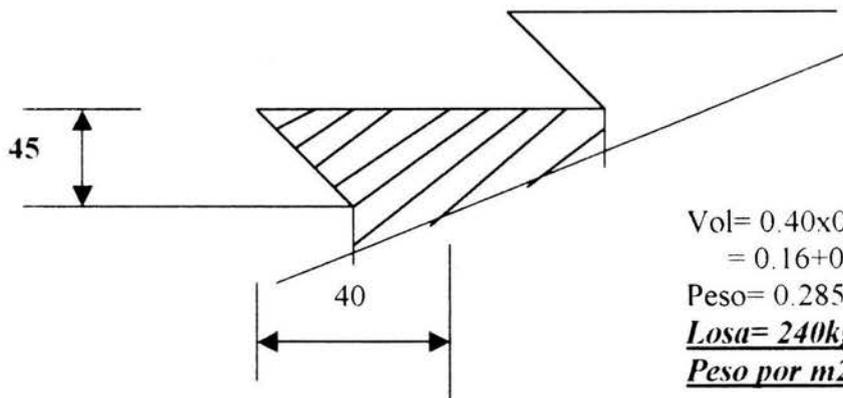
El análisis de las gradas se describe a continuación:

Ménsula-Volado $l = 9.12\text{m}$ al centro de columna.

Espaciamiento entre traves radiales = 6.50m

a) Losa de 10cm (lecho superior de gradas)

b) Gradas sobrepuestas.



b) Dos traves N.G. lecho alto (20x60)

c) Dos traves N.G. lecho bajo (20x60)

$$(0.20 \times 0.60)(6.50)2.40 \times 4 = 7.488 \text{ton}$$

$$\underline{\underline{w = 7.488 / 9.20(6.50) = 0.125 \text{ ton /m}^2 = 125 \text{kg/m}^2}}$$

d) Losa de 7cm lecho inferior de gradas 168 kg/m²

e) Carga viva 450 kg/m²

$$\underline{\underline{\text{total} = 1496 \text{ kg/m}^2}}$$

f) pretil (0.15 x 1.10) (2.4) (6.5) = 2.57 ton concentración

Volado al paño de columna = 8.50m

$$\text{Momento} = 6.50(0.5 \times 1496 \times 8.50^2) + 2574(850) = 351279.5 + 21879.0 \text{ kg.m.}$$

$$= 373158.5 \text{ kg.m}$$

Sección resistente = 1.0 x 2.40 max (peralte variable)

Momento debido al pp de trabe = $2.40(0.5 \times 1.7 \times 8.5 \times 2) = 147.39 \text{ ton}$

Momento final = $373158.5 + 147390 = 520548.5 \text{ kg.m}$

$M_u/bd^2 = 52054850(1.50) / 100(220)^2 = 16.13$

$F'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$

$F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$

$A_s = 0.0075(100)(220) = 165.09 \text{ cm}^2$

Del plano existente 33 # 8 tienen $33 \times 5.07 \text{ cm}^2 = 137.3 \text{ cm}^2$ mayor 165.09

Si se usa F.C. = 1.4

$M_u/bd^2 = 15.05$ $p = 0.00697$ $A_s = 153.41$ menor 167.3 aceptable.

Se podría estudiar el efecto del patín inferior constituido por la losa del lecho bajo, que haría las veces de trabe y también las veces de acero a compresión en el lecho bajo de la ménsula; seguramente la capacidad de la pieza en voladizo resultará mejor aún que lo obtenido.

CAPITULO V

CAPITULO V. ESTADO ACTUAL QUE PRESENTAN LAS TRES ZONAS CRITICAS.

CASETA DE TRANSMISIONES

- El tipo de estructuración a base de una sola columna en voladizo para la dirección transversal del conjunto, además de una hilera de columnas en el sentido longitudinal, ligadas entre sí por traveses longitudinales, permite apreciar desde el exterior cualquier deformación diferencial, especialmente en los extremos libres de traveses y columnas. No se aprecia a simple vista, ni en las juntas constructivas del piso de casetas, alguna deformación diferencial que hubiera causado daño en acabados, herrerías, ventanerías o azoteas.
- El sistema de traveses y losas del primer nivel, visible por debajo del piso de la caseta de transmisiones, presenta defectos locales de colado deficiente. De acuerdo con la inspección estructural sólo se aprecian fisuras o grietas verticales y diagonales de 1mm de espesor o menores en algunos tramos de las traveses existentes, que están sujetas a efectos de torsión y/o fuerza cortante directa.
- No se apreciaron agrietamientos o deformaciones verticales típicas y representativas de un trabajo a flexión deficiente.
- Las dimensiones de las columnas, traveses y su disposición, corresponden a lo señalado en los planos referidos.
- En alguna época posterior a la construcción original, que se desconoce, se construyeron 2 módulos más a los existentes, uno en cada extremo del conjunto de 16 tableros iguales con claros de 4.4m. Cada uno de los módulos adicionales tiene 2 columnas con geometría igual a los restantes, con junta de construcción y traveses del primer nivel, ocultas por la losa en su lecho bajo.
- El sistema de impermeabilización visible en azotea, sobre la estructura que cubre las casetas, seguramente ha sido instalado y rehabilitado varias veces. Este oculta parcialmente el sistema de traveses y losas pero se alcanza a observar que los rellenos previstos originalmente se respetaron. Lo anterior permite un correcto drenaje de agua de lluvia que se logra con un mantenimiento aceptable de la cubierta.
- El sistema de herrería y ventanería para las fachadas principales Oriente y Poniente de la caseta de transmisiones, parece ser original. No se reportan fracturas de vidrios recientemente ni se detectaron deformaciones en su manguetería.
- Los muros de concreto previstos como lastre en la fachada poniente (de acuerdo con el proyecto original), ubicados sobre el piso de la caseta no se construyeron ya que no se encontraron en el sitio.

- Las trabes longitudinales al nivel del piso de la caseta corresponden a lo indicado en el proyecto, una de ellas coincide con el eje longitudinal de las columnas y otras se localizan fuera de dicho eje.
- Los muros de concreto adosados a las columnas existentes en el sentido longitudinal del conjunto, ubicados por debajo del sistema de piso de caseta, no aparecen señalados en los planos del proyecto estructural original. Se comprobó que no están ligados estructuralmente a las columnas, los muros tienen una junta deformable del orden de 5mm de espesor y se ubican fuera del eje longitudinal de las columnas existentes.

PUENTE PEATONAL

- Aunque las juntas constructivas a cada lado del puente, de acuerdo a lo observado en la carpeta asfáltica, se encuentran deterioradas no se encontraron indicios de hundimientos ni de desplazamientos laterales.
- Existen indicios de humedades en la losa de piso debido a las posibles filtraciones en el área de las rejillas existentes. Se nota la falta de mantenimiento. Se apreciaron fisuras leves de 0.5mm y menores en los tableros típicos del piso. La ausencia de deformaciones en los tableros de losas y el tamaño de las fisuras permiten asegurar un comportamiento futuro aceptable, aún sin esfuerzo.
- Las trabes secundarias tienen fisuras pequeñas visibles en sus caras verticales y diagonales. No representan falla estructural debido a su espesor máximo de 1mm. Por su comportamiento estos elementos evidencian que han trabajado a cortante y flexión satisfactoriamente de acuerdo a la capacidad para la cual se diseñaron originalmente.
- Las trabes “portante”, elementos principales, no tienen fisuras ni agrietamientos. **Sin embargo tienen y una flecha de 10cm aproximadamente al centro del claro.** Esto tampoco es falla de tipo estructural ya que está dentro del rango permisible para deformaciones verticales bajo cargas permanentes.

GRADERIO PRINCIPAL

- Se observa que el pretil principal, soportado en el extremo libre de cada trabe en voladizo, no acusa agrietamientos ni deformaciones visibles.

- No se detectaron deformaciones verticales diferenciales, entre extremos libres de traves principales en voladizo, mayores de 5cm, por lo que el comportamiento de estos elementos principales, ha sido uniforme, y aceptable.

- No se han presentado deformaciones o agrietamientos importantes en el sistema de gradas que pudieran ser sintoma de flexiones significativas en las traves principales y que hubieran ameritado acciones de reparaci3n o reposici3n de escaleras, gradas, barandales y accesorios de instalaciones.

- Se observ3 que la penetraci3n de agua de lluvia y de limpieza a trav3s de las juntas de construcci3n y de coladeras o tuberias deterioradas, se ha manifestado en oxidaci3n del acero de refuerzo cercano, y desconchamiento de zonas de concreto, todav3a sin reducci3n de secci3n transversal resistente o reducci3n significativa del acero principal a tensi3n b3sica.

ESTADO ACTUAL QUE PRESENTAN LAS TRES ZONAS CRITICAS.**DETERIORO POR HUMEDAD.**

Debido a las filtraciones y a la falta de mantenimiento de las instalaciones sanitarias y de agua pluvial se observan en gran parte del inmueble manchas con alto grado de salinidad y exposición de acero debido a la corrosión que se produce por el agua.

Caseta de transmisiones:

Foto 01

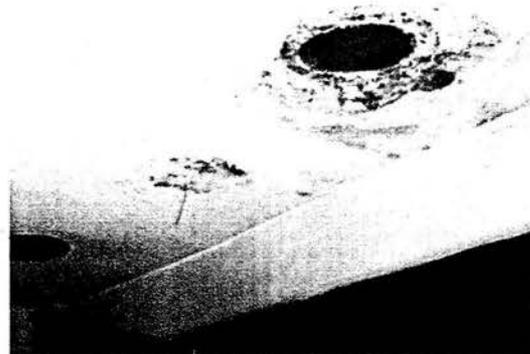


Foto 02

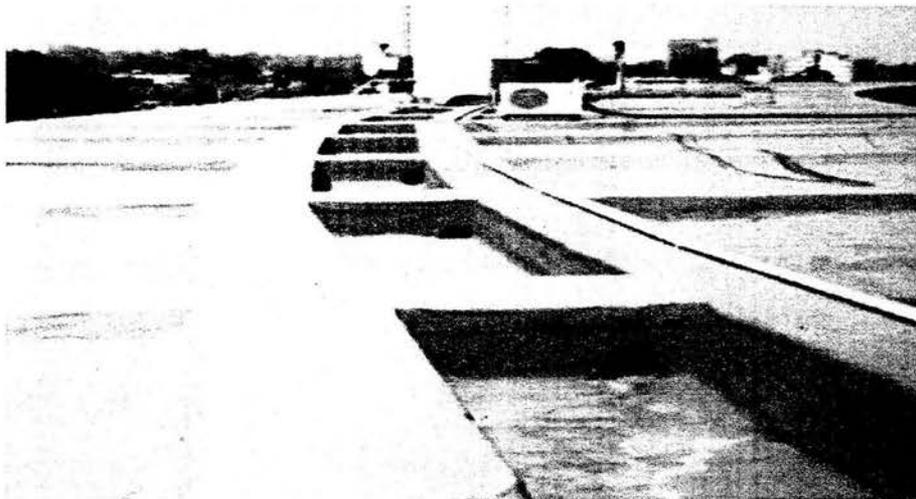


Foto 03

FOTOS 01, 02 y 03 Deterioro de plafón en losa del Cuarto de Maquinas por la falta de mantenimiento en el sistema de impermeabilización provocando la corrosión de los botes de iluminación.

Puente peatonal y Túneles de acceso:

Foto 04

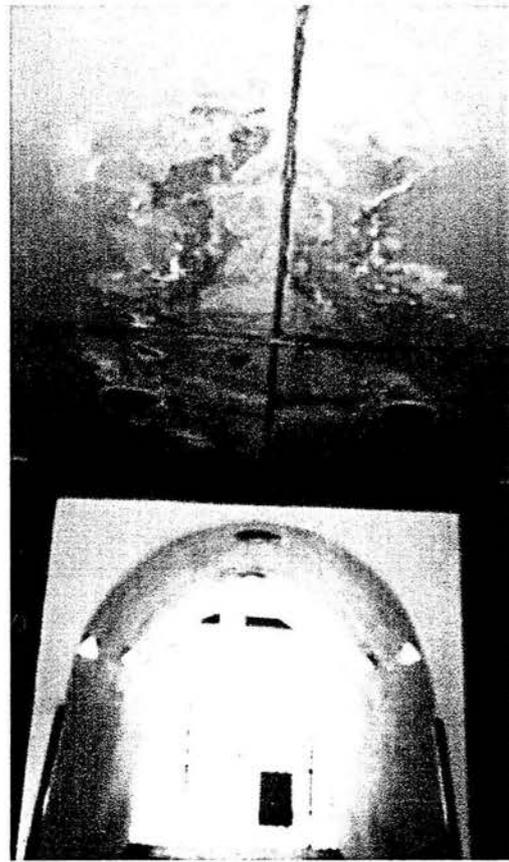


Foto 05

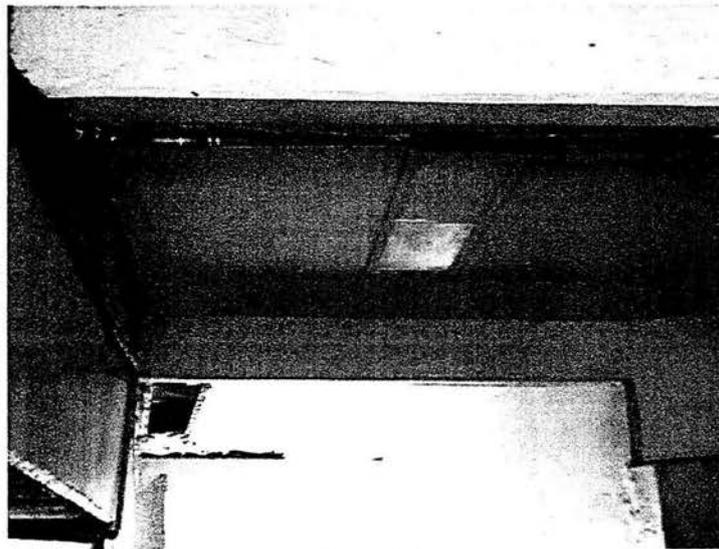


Foto 06

Foto 04, 05 y 06 Deterioro por manchas de salitre en muros y plafón de túneles de acceso en planta baja y alta, así como, en el vestidor de Visitantes debajo del puente maratón provocando por la filtración de aguas pluviales y la falta de mantenimiento en el sistema de drenaje.

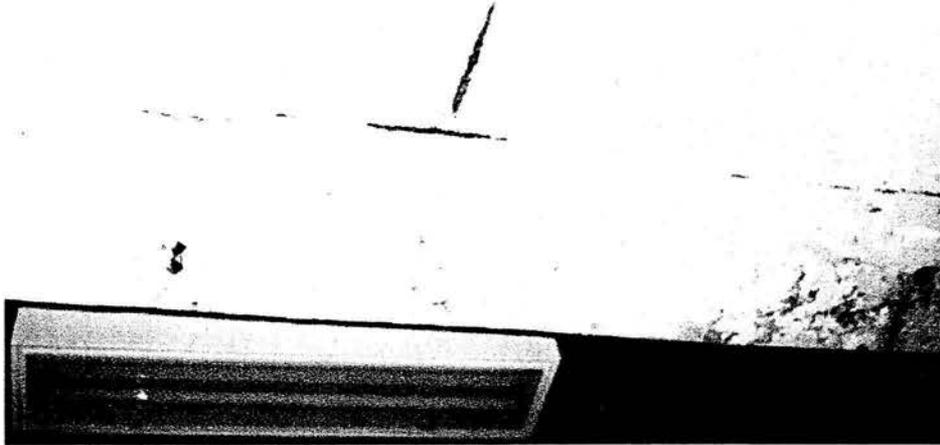
Zona de Graderío: Planta Alta, Planta baja

Foto 07 Deterioro de plafón a causa de filtraciones de aguas pluviales, en zona de Palcos, Planta Baja Cabecera Norte.

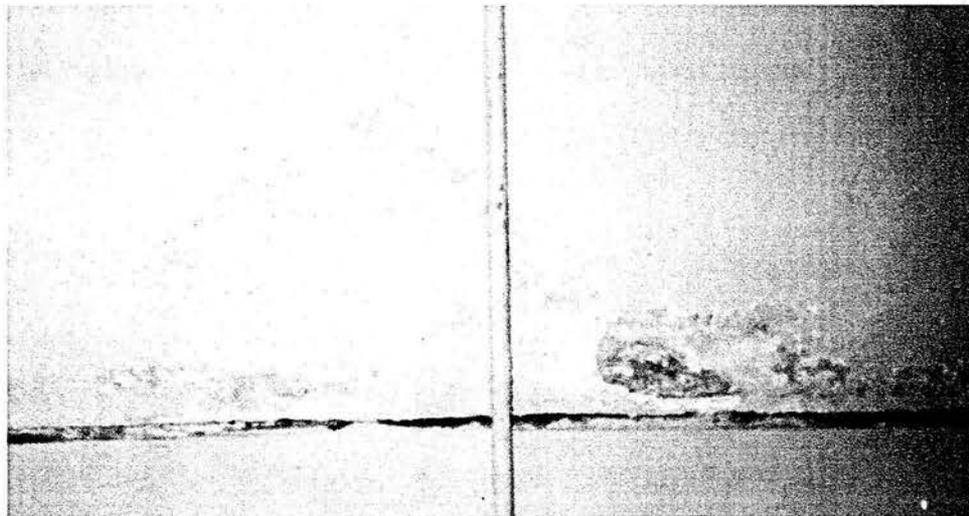


Foto 08 Manchas de salitre en el plafón en gran parte de la Zona de Palcos a causa del mal funcionamiento del sistema de desalajo de aguas pluviales, generando estancamiento de las mismas en la Planta Alta situación que se aprecia lo mismo en la Cabecera Norte (pantalla gigante), Cabecera Sur (entrada de maratón), Palomar (caseta de transmisiones) y Pebetero.



Foto 09

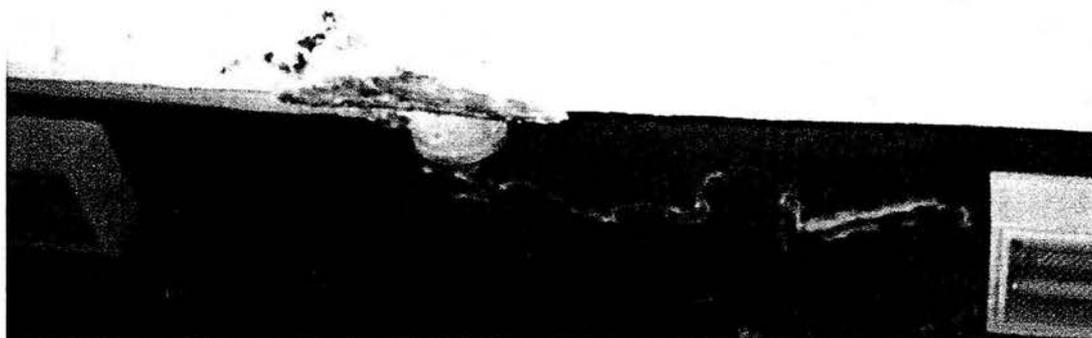


Foto 10

Fotos 09 y 10 Manchas de salitre en muros y plafón en Zona de Palcos (caseta de venta de bebidas y alimentos) a causa del mal funcionamiento del sistema de desalajo de aguas pluviales.

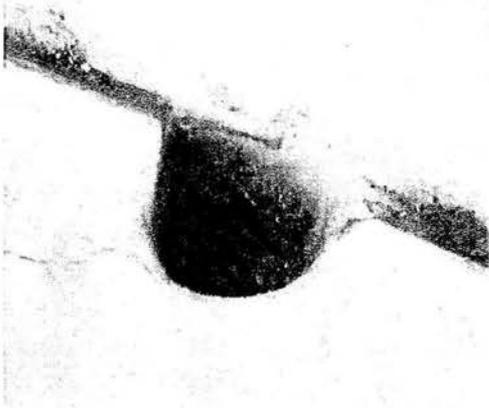


Foto 11



Foto 12



Foto 13

Foto 11, 12 y 13 Deterioro del Sistema de Instalaciones Pluviales las cuales se han afectado en gran medida debido a la falta de mantenimiento en las coladeras provocando el deterioro de la tubería de FoFo.

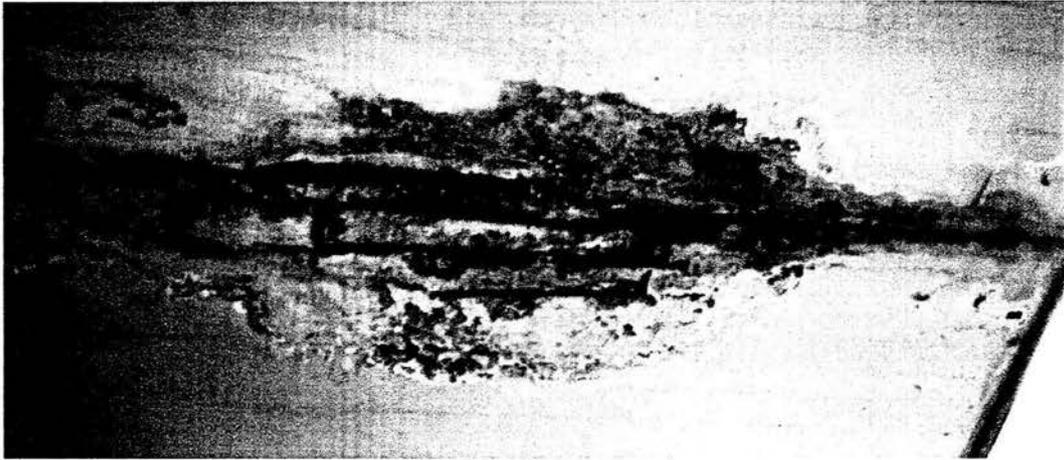


Foto 14 Vista Lateral

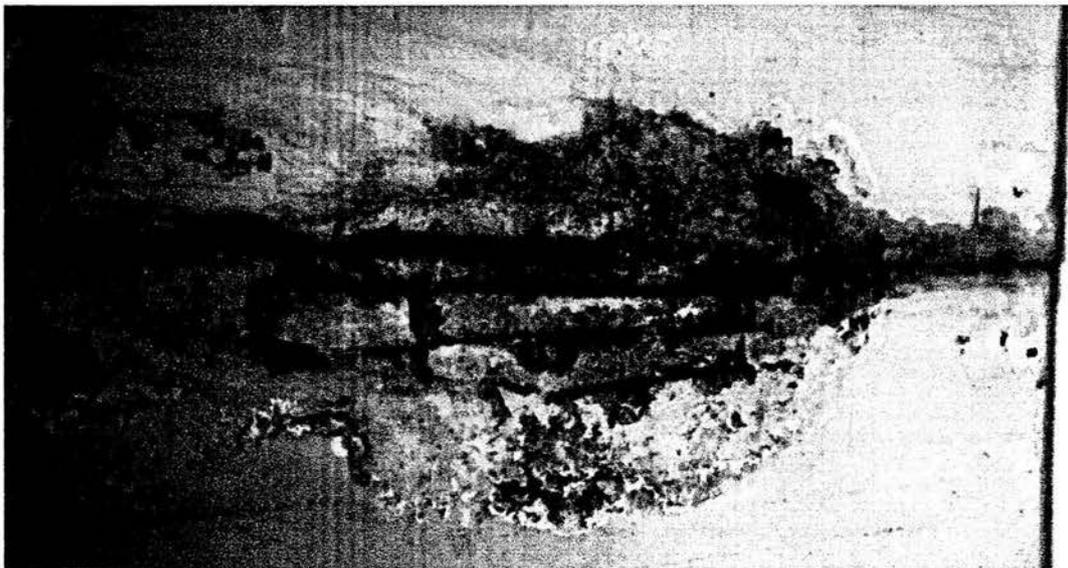


Foto 15 Vista Frontal

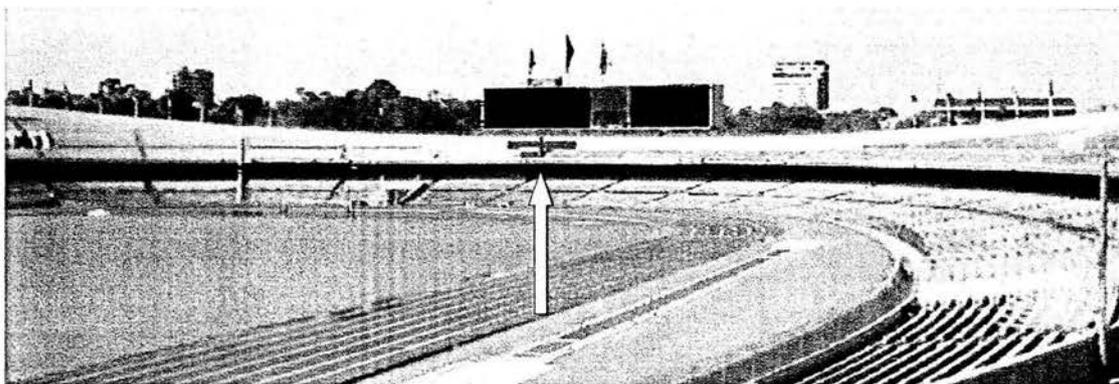


Foto 16 Panorámica Zona Norte

Fotos 14, 15 y 16 Deterioro de acero estructural en junta constructiva de plafón (sección de 1.50mt de largo por 0.50mt de ancho) provocado por las filtraciones de aguas pluviales, en Planta Baja Cabecera Norte.

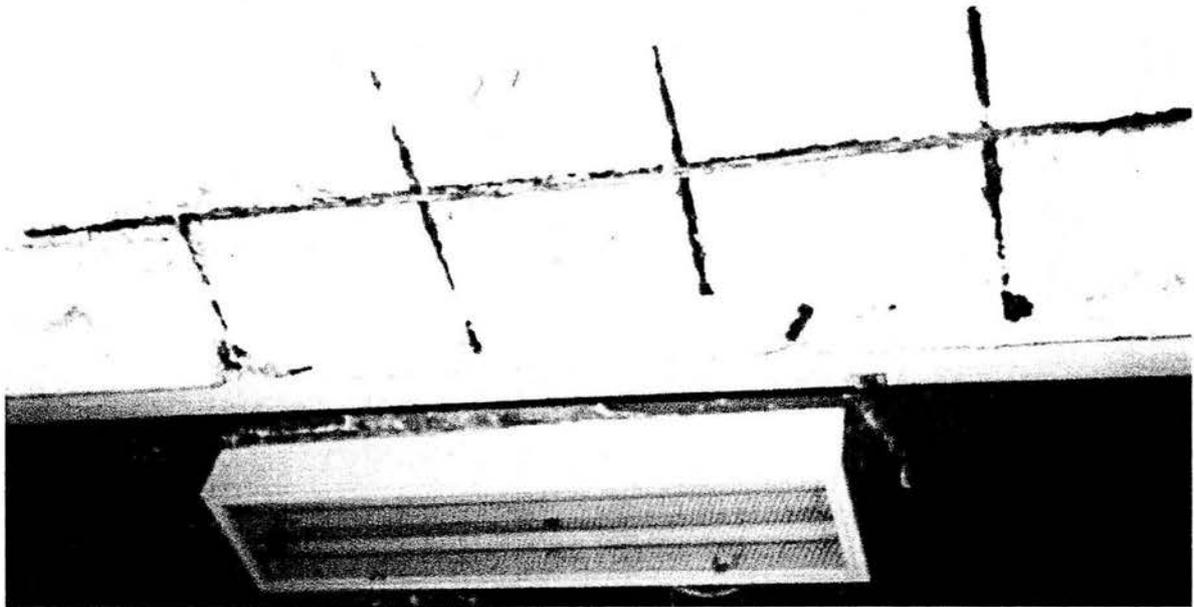


Foto 17

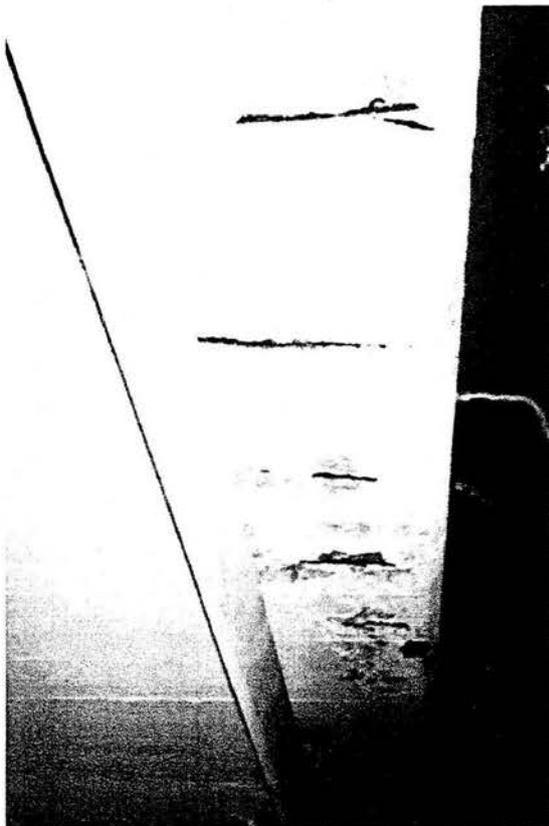


Foto 18

Foto 17 y 18 Deterioro de acero estructural de plafón (sección promedio de 1.20mt de largo por 0.40mt de ancho) provocado por escurrimiento de aguas pluviales, en Planta Baja Zona de Pebetero.

DETERIORO DEL ELEMENTO ESTRUCTURAL.

Debido a la carga viva que se genera por los eventos deportivos que se tienen y a la carga accidental efecto de los sismos que ha sufrido la Ciudad de México, el inmueble presenta fisuras y grietas en algunos elementos estructurales; sin embargo, algunas otras fueron generadas por las remodelaciones arquitectónicas y de servicios hidráulico-sanitarios que se han llevado a cabo en el inmueble.

Caseta de transmisiones:

Foto 19

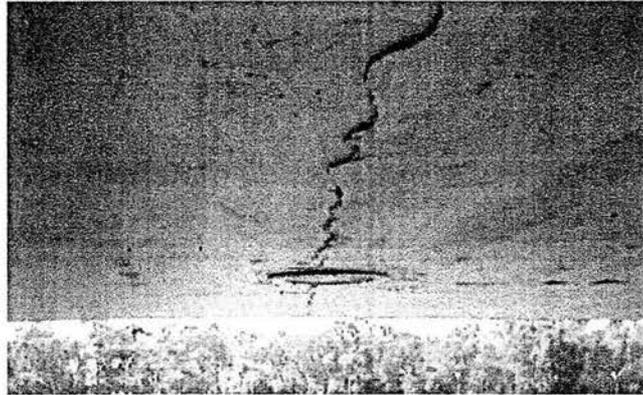


Foto 20

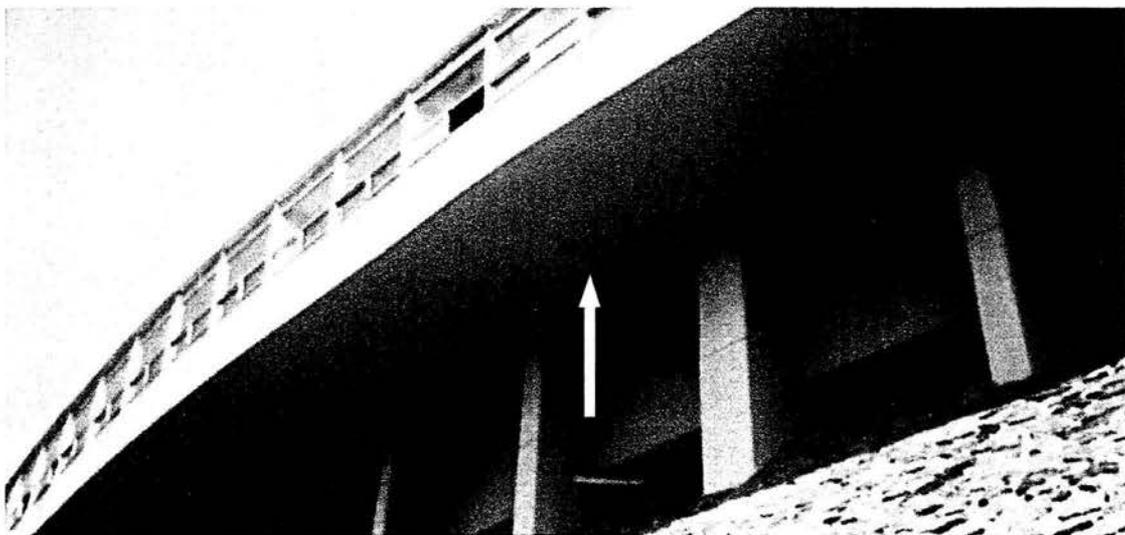


Foto 21

Fotos 19, 20 y 21 Grieta longitudinal en el lecho inferior del piso de la Caseta de Transmisiones la cual es visible

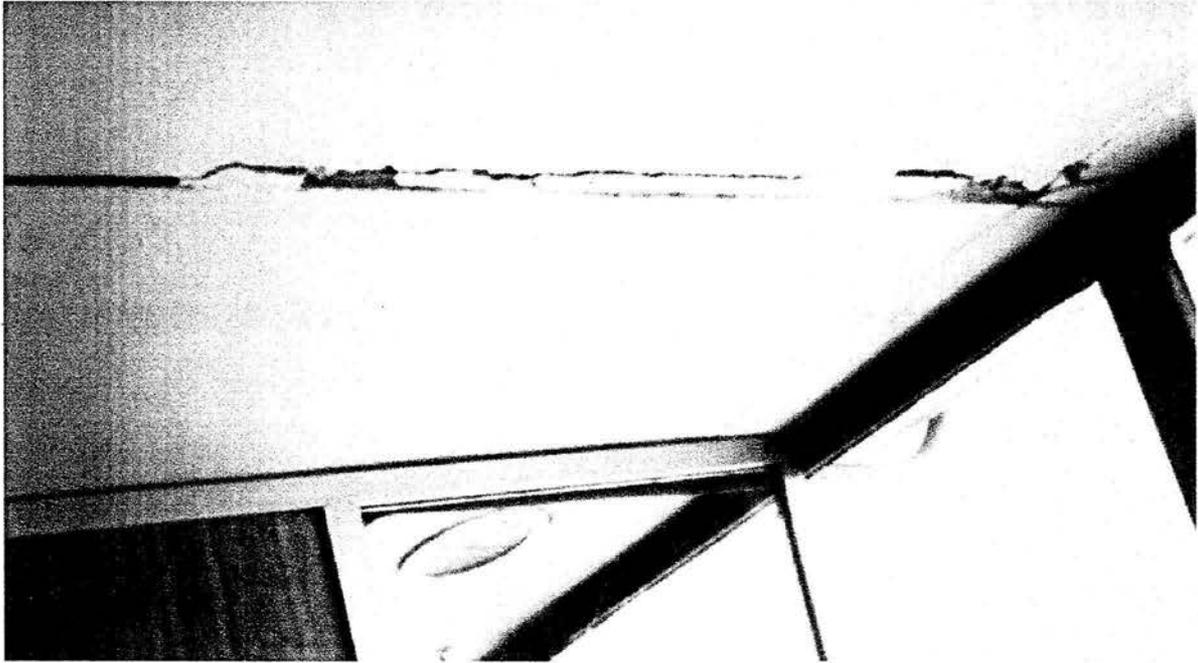


Foto 22

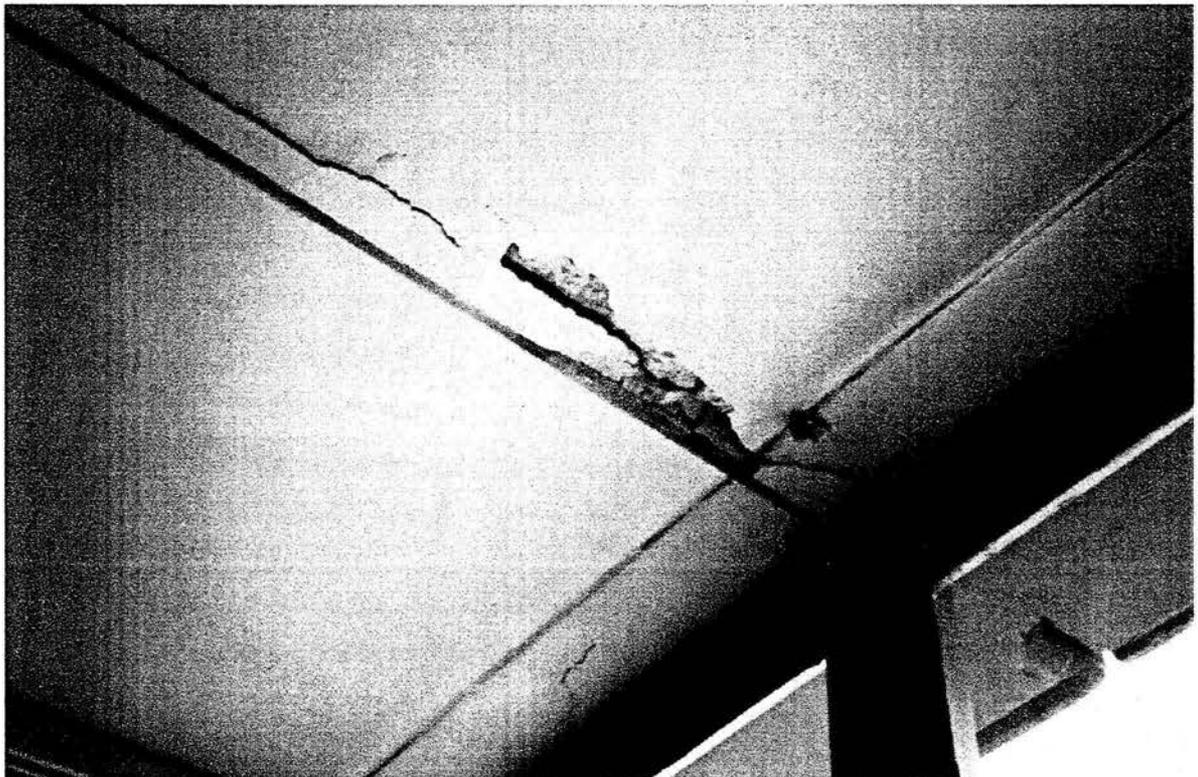


Foto 23

Foto 22 y 23 Grieta en junta constructiva en la losa de la Cabina de Caseta de Transmisiones para Televisión por efecto de los Sismos ocurridos en la Ciudad de México.

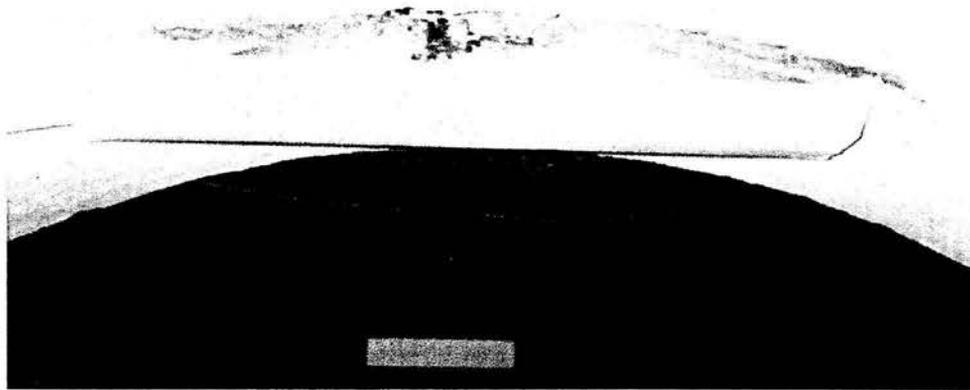
Puente peatonal y Túneles de acceso:

Foto 24

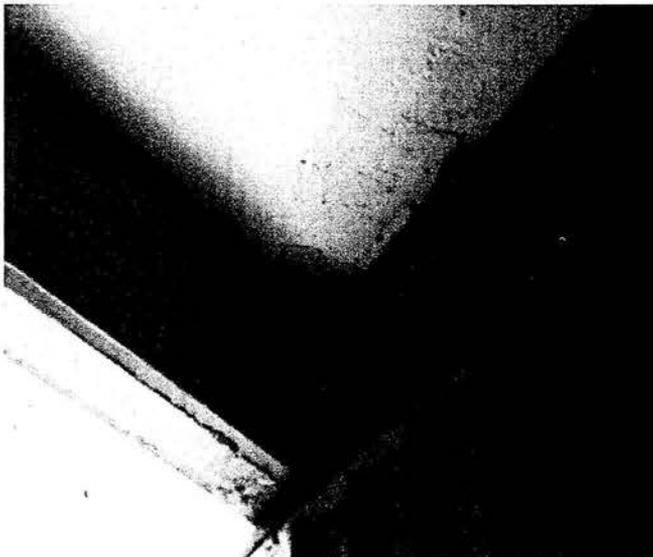


Foto 25

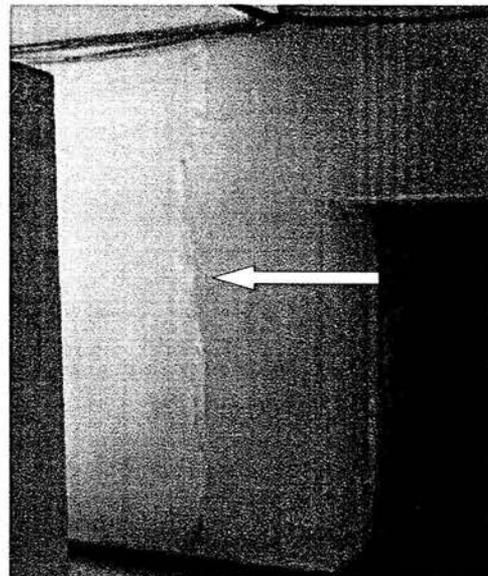


Foto 26

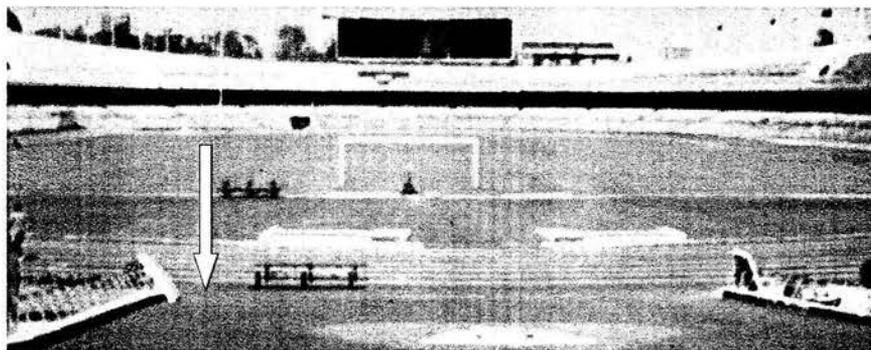


Foto 27

Fotos 24, 25, 26 y 27 Grietas y desprendimiento del concreto causado por las cargas vivas y accidentales, así como filtraciones de agua pluvial.

Zona de Graderio (Pebetero, Palomar, Marcador, Pantalla): Planta Alta y Planta Baja.

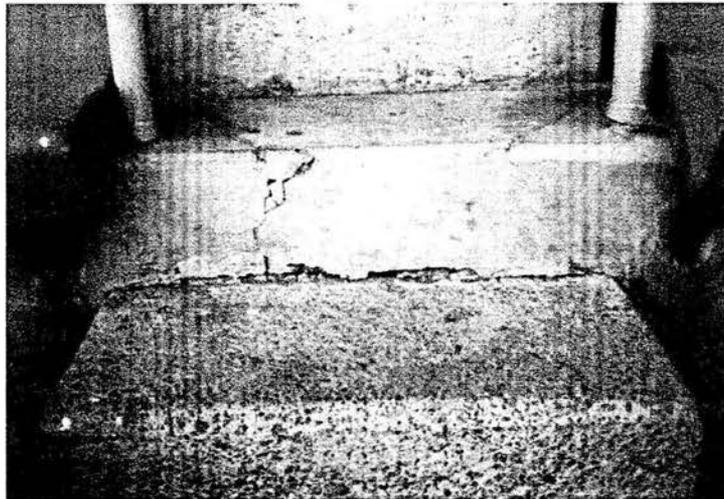


Foto 28

Grieta en escalones de Planta Baja por remodelación y restauración para la colocación de pasamanos.

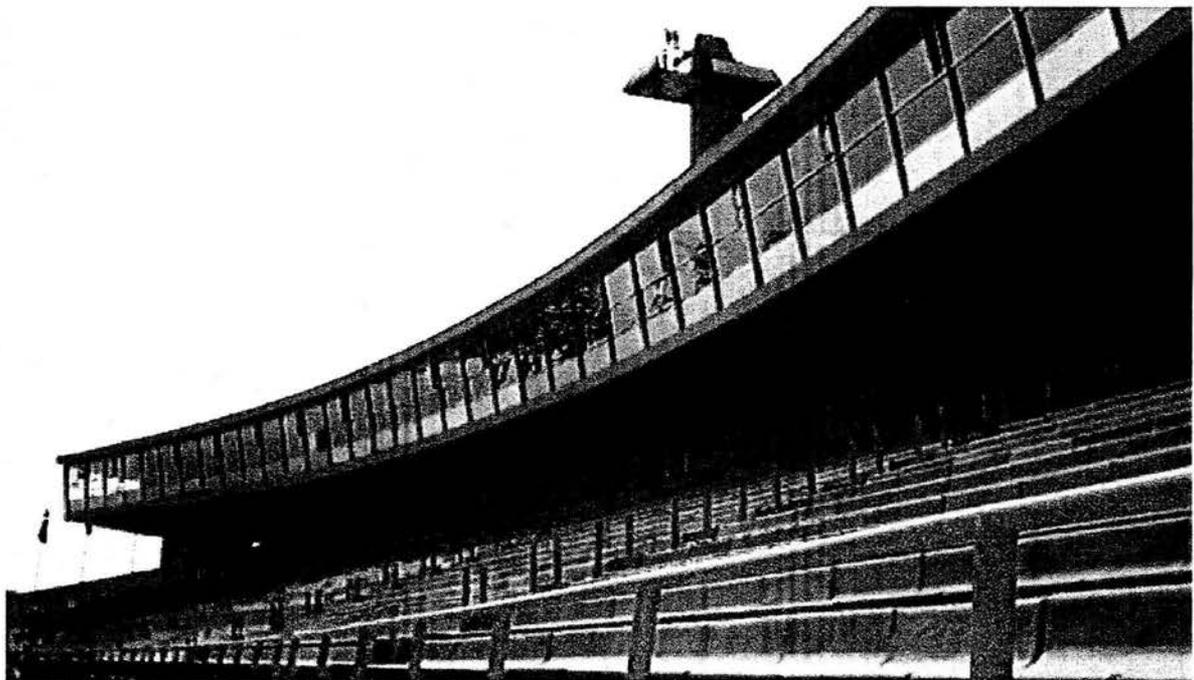


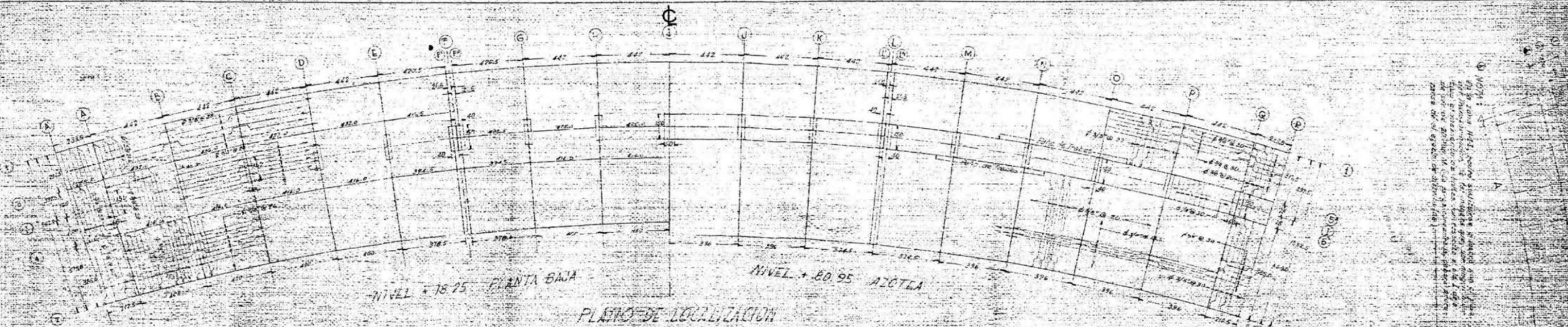
Foto 29

Vista Panorámica de la Zona de Palomar y Caseta de Trasmisiones.

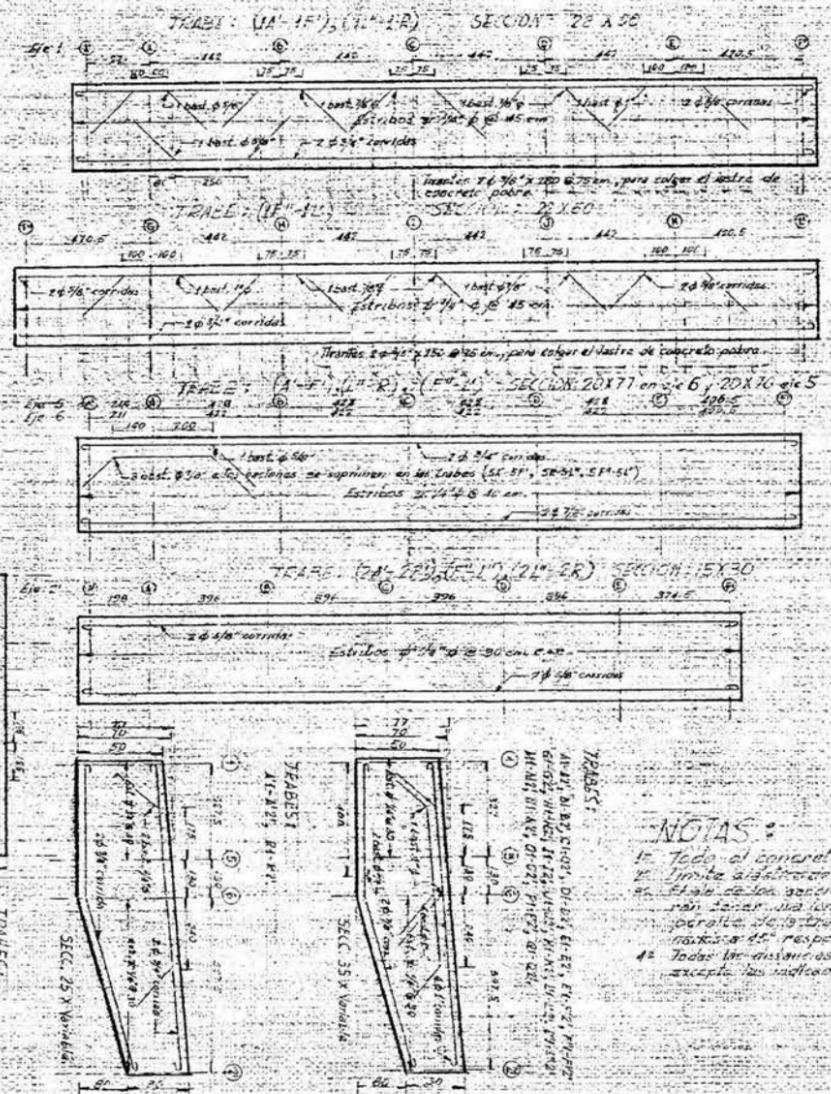
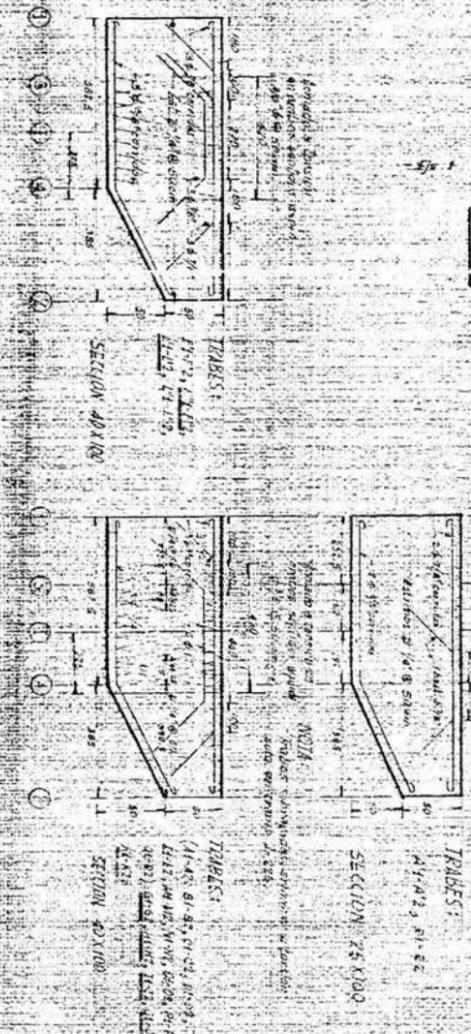
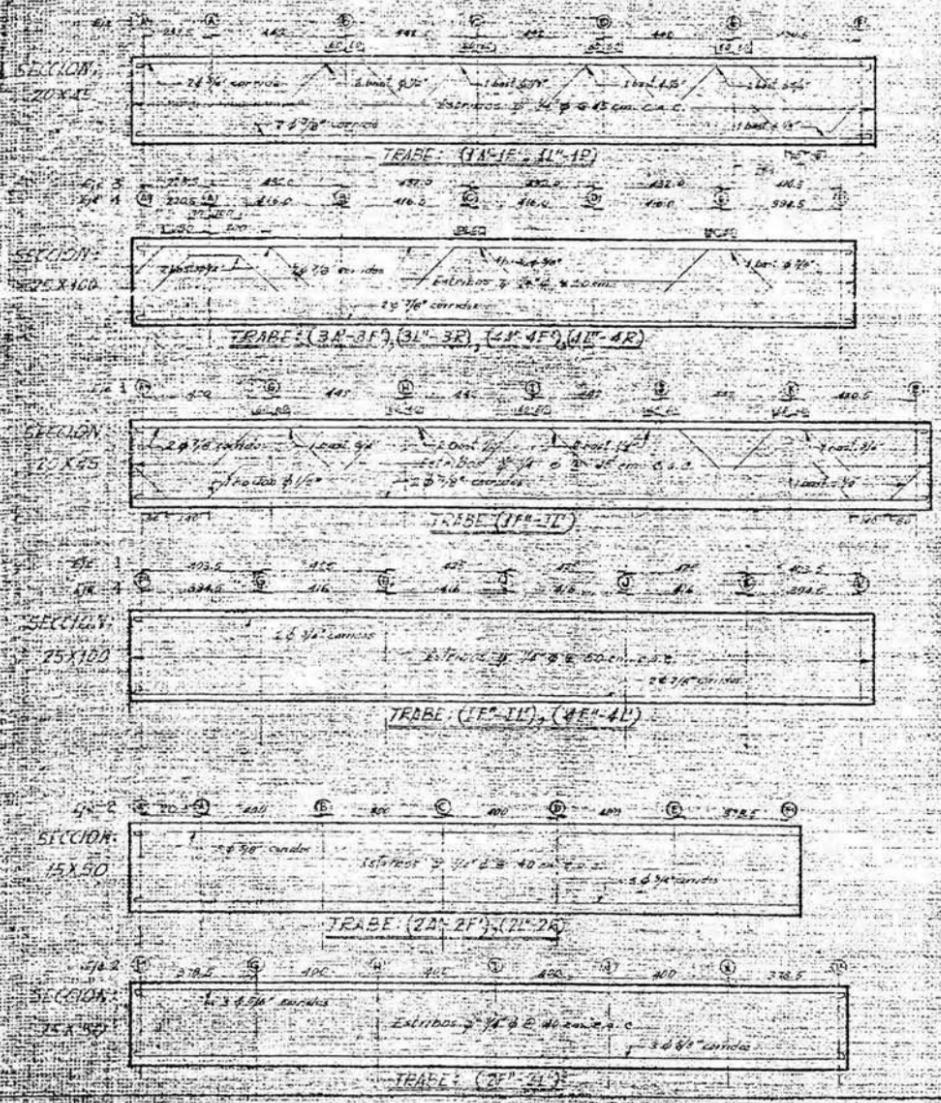
CAPITULO VI

**PLANOS
ESTRUCTURALES
ORIGINALES**

- PLANO 1 Plano estructural de la superestructura (caseta de prensa, radio y televisión)
- PLANO 2 Corte Estructuración del Balcón (planta alta) y Palcos.
- PLANO 3 Plano Estructural de la superestructura de los marcos con voladizo.
- PLANO 4 Levantamiento estructural de Puente Peatonal y Celdas Húmedas.



PLANO DE LOCALIZACION

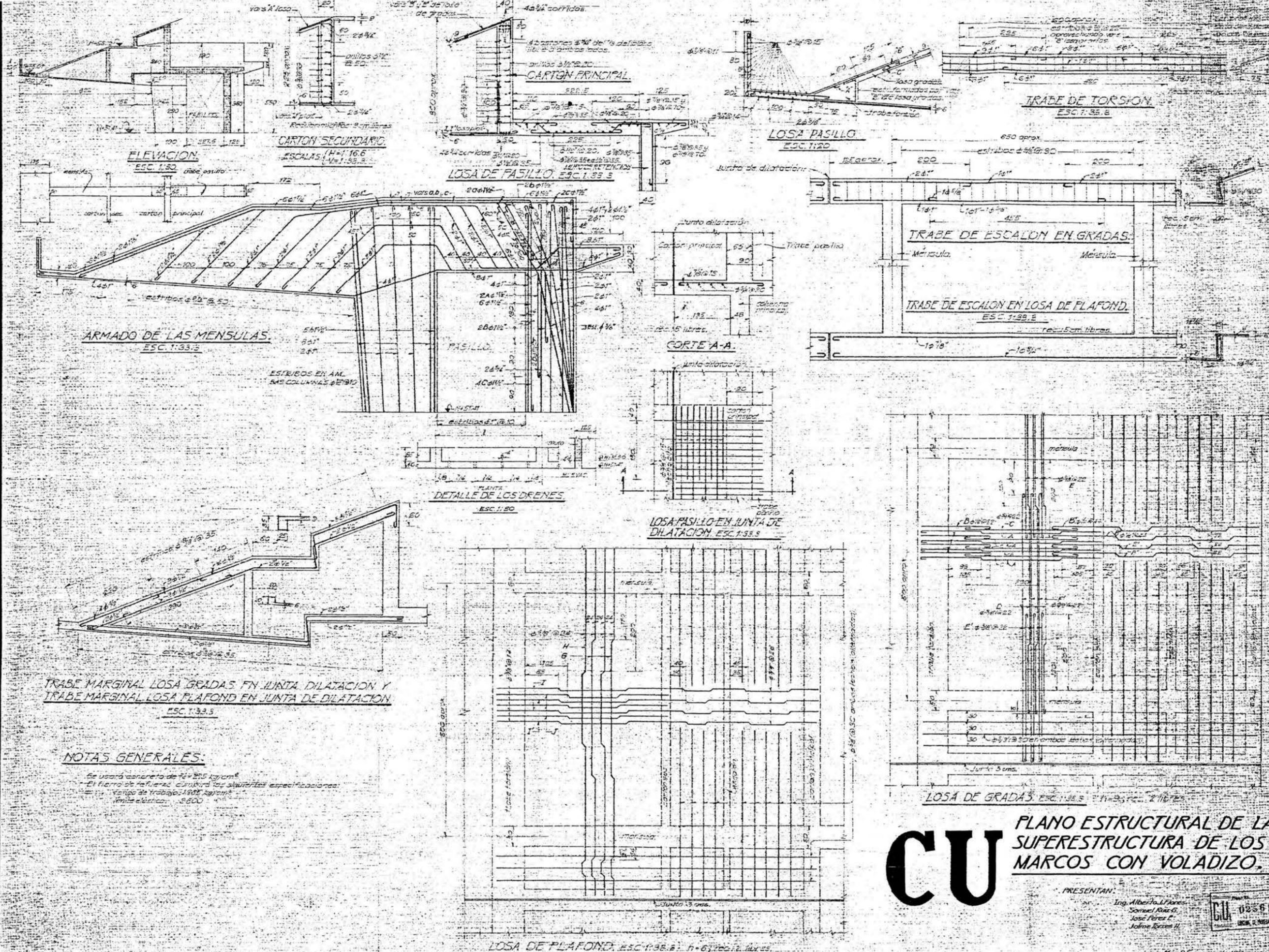


CORTE SEGUN A-A
CORTE SEGUN B-B

ZONA DE LASTRES

- NOTAS:**
1. Todo el concreto es de f'c=2800 kg/cm².
 2. Limite admisible del acero 2500 kg/cm².
 3. El tipo de los acero es: barras de acero con rebabas.
 4. Todos los detalles estan en conformidad con las especificaciones de la Norma Mexicana NMX-C-422-SE-1993.
 5. Todos los detalles estan en conformidad con las especificaciones de la Norma Mexicana NMX-C-422-SE-1993.

Ciudad Universitaria
CASA DE PENSAMIENTO Y TELEVISION
PLANO ESTERIOR DE LA SUPER ESTRUCTURA
DIRECCION GENERAL DE OBRAS PUBLICAS
C.A. MEXICO



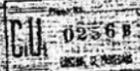
TRABE MARGINAL LOSA GRADAS EN JUNTA DILATACION Y TRABE MARGINAL LOSA PLAFOND EN JUNTA DE DILATACION
ESC. 1:33.3

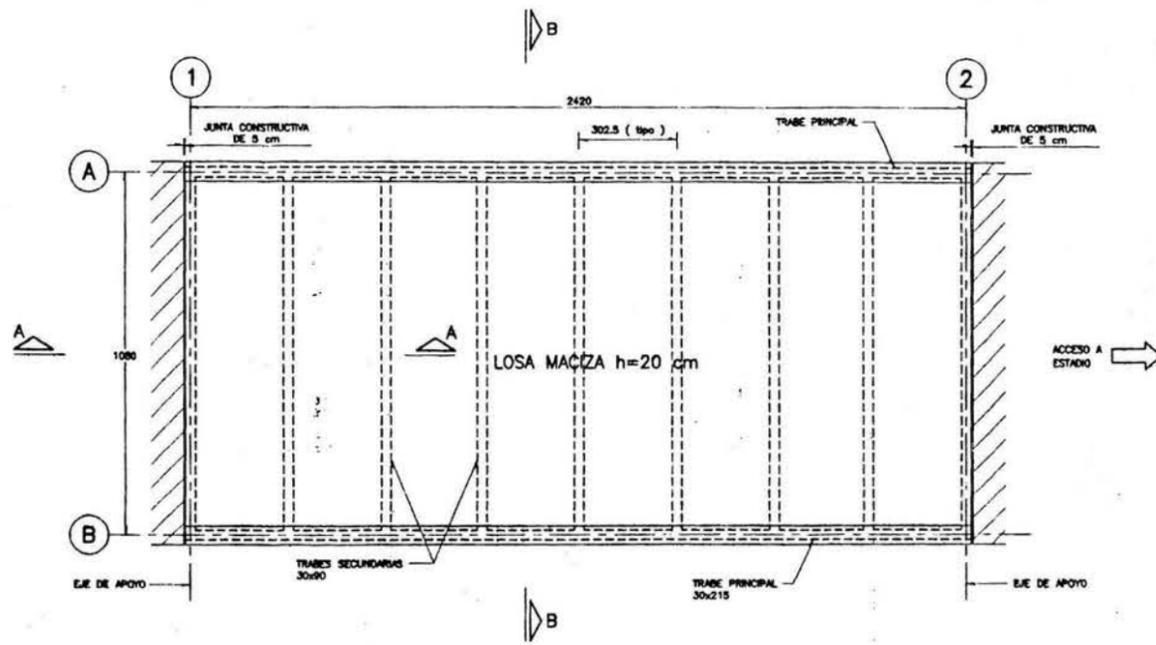
NOTAS GENERALES:
 Se usará concreto de $f_c = 275 \text{ kg/cm}^2$
 El fierro de fierros cumplir las siguientes especificaciones:
 Varas de trabajo: 1005 kg/cm²
 Armadura: 8000

CU

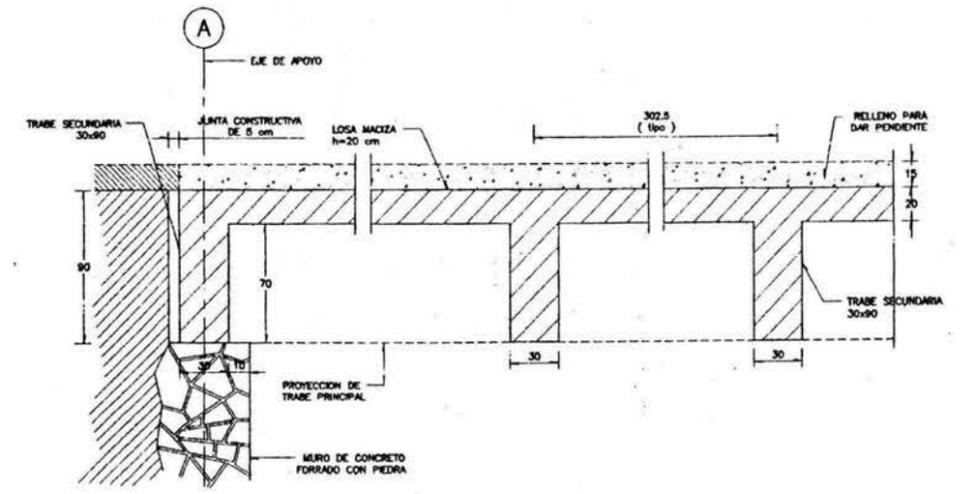
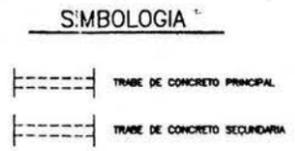
PLANO ESTRUCTURAL DE LA SUPERESTRUCTURA DE LOS MARCOS CON VOLADIZO.

PRESENTAN:
 Ing. Alberto J. Flores
 Samuel Ríos G.
 José Pérez P.
 Jaime Torres H.

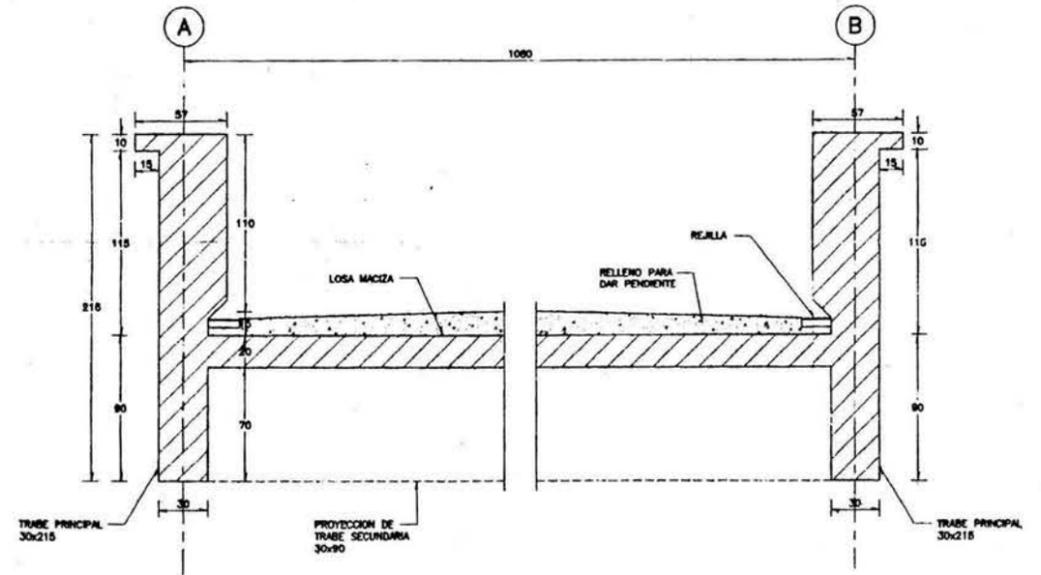




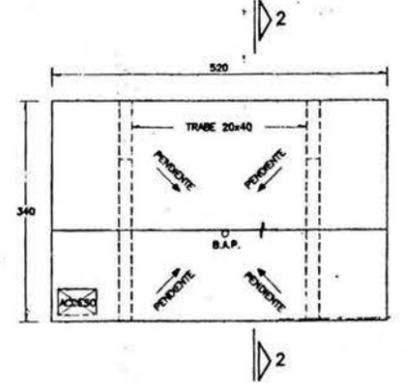
PLANTA ESTRUCTURAL DE PUENTE
ESC. 1:100



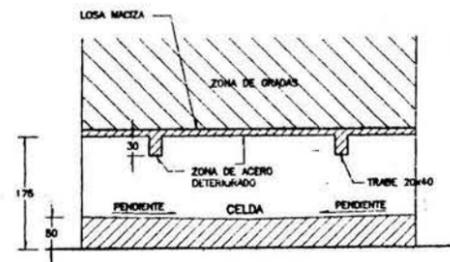
CORTE A - A
ESC. 1:20



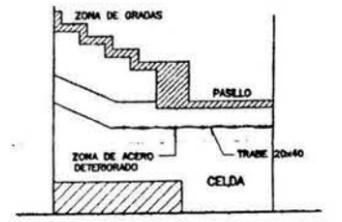
CORTE B - B
ESC. 1:20



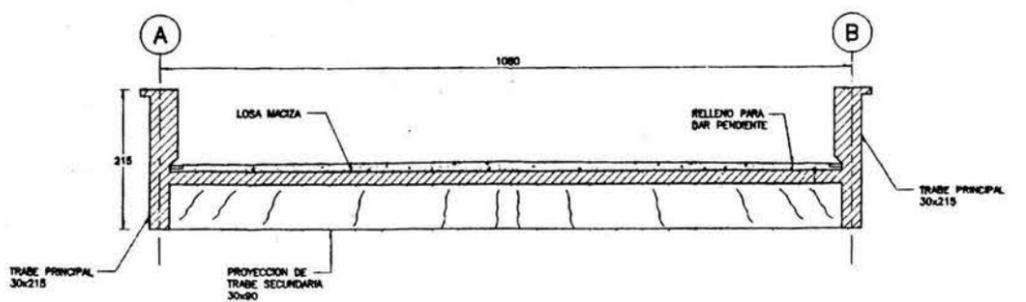
CELDA HUMEDA (tipo)
(ZONA DE GRADAS)
ESC. 1:50



CORTE 1 - 1
ESC. 1:50



CORTE 2 - 2
ESC. 1:50



PATRON DE GRIETAS
(EN TRABES SECUNDARIAS)
ESC. 1:50

NOTAS:

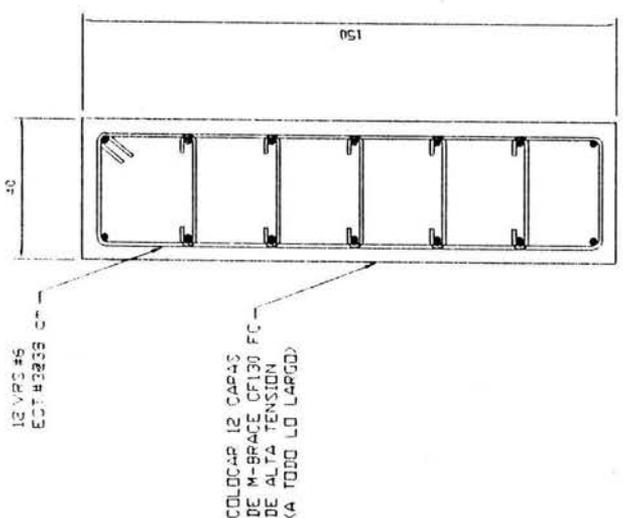
- SE REALIZARON MEDIDAS EN SITO A LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES QUE COMPONEN EL PUENTE PEATONAL.
- SE DETECTARON GRIETAS EN AMBAS CARAS DE LAS TRABES SECUNDARIAS, CON UN ESPESOR PROMEDIO DE 0.5 mm Y UN MÁXIMO DE 1.0 mm.
- EL ESPESOR DE LA LOSA MACIZA ASÍ COMO EL DEL RELLENO SE DETERMINÓ EN FUNCIÓN DE LA DIFERENCIA DE ALTURAS, TOMADAS A PARTIR DEL PISO.
- SE INSPECCIONARON DOS CELDAS HÚMEDAS EN LA ZONA DE GRADAS CON EL FIN DE VERIFICAR EL ESTADO ACTUAL DE LAS TRABES INTERIORES ASÍ COMO DE LA LOSA.
- EN LAS CELDAS VISITADAS SE ENCONTRÓ QUE EL ACERO PRINCIPAL DE TRABES Y LOSA SE ENCUENTRA DEMASIADO CORROÍDO POR LA HUMEDAD, DE FORMA SIMILAR SE ENCUENTRA TAMBIÉN EL CONCRETO.
- DENTRO DE LAS CELDAS SE OBSERVÓ QUE EL IMPERMEABILIZANTE FUE DE GRAN AYUDA PARA LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES, DEBIDO A QUE NO SE COLOCÓ ADECUADAMENTE.
- EL ABANDONO Y LA FALTA DE MANTENIMIENTO HAN SIDO LOS FACTORES PRINCIPALES QUE HAN CONTRIBUIDO AL MAL ESTADO EN QUE SE ENCUENTRAN ESTAS CELDAS.

ESTADIO OLÍMPICO DE CIUDAD UNIVERSITARIA
PUENTE PEATONAL EN RAMPA DE ACCESO
LEVANTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PUENTE PEATONAL Y CELDAS HÚMEDAS EN GRADAS

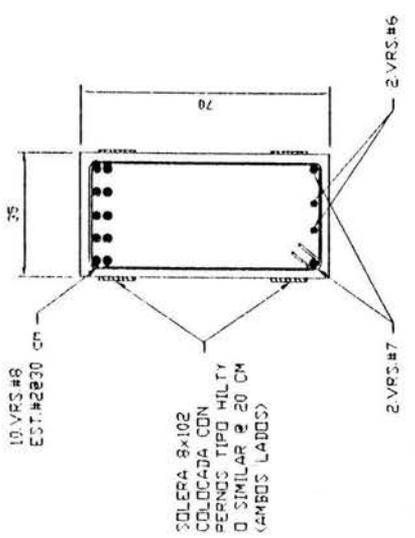
OSCAR DE LA TORRE RANGEL
COL. ANZURES MEXICO 11590, D. F.
DARWIN 18-A 1º PISO TEL. 5254/39/77 5254/39/34 FAX 5254/40/28

FECHA: FEBRERO 2001
CALCULO: OSCAR DE LA TORRE R. H.-RAMOS
DISEÑO: H.-RAMOS
ADICIONALES: EN E.M.
CONTRATO: EN: OSCAR DE LA TORRE R. ESCALA: VARIAS
PUNTO No. LE-01

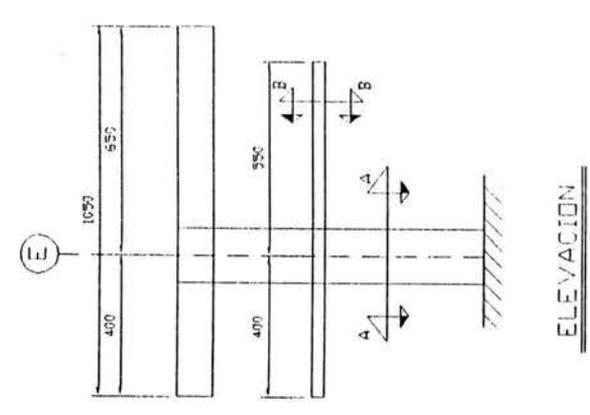
PLANO DE REFUERZO



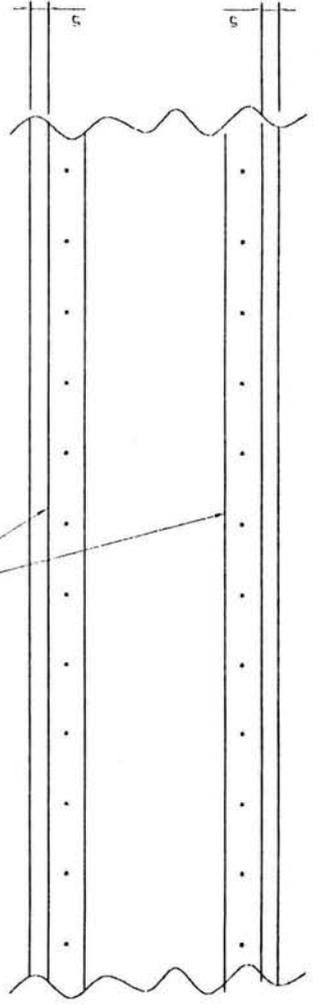
CORTE A-A
(REFUERZO DE COLUMNAS)



CORTE B-B
(REFUERZO DE TRABES)



CORTE A-A
(REFUERZO DE COLUMNAS)



CÁTEDRA DE TRANSMISIONES	
CIUDAD UNIVERSITARIA	
DETALLES DE REFUERZO	
FECHA S/E	PROY. cm
SEPT/2004	

CAPITULO VII

CAPITULO VII. REVISION DEL SISTEMA DE DRENAJE EXISTENTE.

SISTEMA DE DRENAJE EXISTENTE.

Con el transcurrir del tiempo el Estadio Olímpico de Ciudad Universitaria, presenta problemas de humedad debido a que las infiltraciones de agua pluvial están afectando a la estructura; estas infiltraciones se deben en su mayoría al mal estado de las coladeras y tuberías de recolección.

Mediante la inspección visual, se llevó a cabo la realizó de un levantamiento físico de las instalaciones de drenaje sanitario y pluvial en las siguientes áreas del Estadio: planta alta, planta baja, palcos, baños y vestidores, núcleos de sanitarios, palco presidencial, palcos de prensa, palcos públicos y servicios médicos.

Descripción del sistema existente.

En el nivel de palcos, el drenaje general existente es de tipo combinado (es decir que se conducen por la misma tubería agua negra y agua pluvial), cuenta con dos salidas de 45 cm. de diámetro al norte y al sur. Cada una de estas tuberías cuenta con un área de aportación similar.

A nivel de foso, existe una red de alcantarillado pluvial y sanitario. El alcantarillado sanitario recibe las aportaciones de baños y vestidores de jugadores y árbitros y lo conduce a un cárcamo de aguas negras de 24 m³ de capacidad, de donde se bombea a la salida sur utilizando un equipo sumergible dúplex.

Cabe mencionar que el equipo se encuentra en mal estado y no cuenta con la capacidad suficiente para desalojar el agua de lluvia que se incorpora a la red sanitaria. Esta situación provoca inundaciones en el foso al presentarse lluvias de mediana o alta intensidad.

INFILTRACION DEL AGUA PLUVIAL Y DAÑOS QUE OCASIONA A LA ESTRUCTURA.

El concreto, al igual que otros materiales de construcción, se contrae y expande con los cambios de humedad y temperatura, y se deforma dependiendo de la carga y de las condiciones de apoyo. La presencia de grietas ocurre generalmente por que no se toman las medidas necesarias en el diseño y la construcción para soportar los movimientos de la misma estructura por efectos sísmicos. En el caso del Estadio Olímpico las principales causas que han provocado la presencia de grietas y exposición del acero de refuerzo se deben al escurrimiento de agua pluvial y a la filtración de aguas negras y pluviales por falta de mantenimiento de las instalaciones sanitarias y al sistema de recolección de agua de lluvia, a excepción de la caseta de transmisiones, radio y prensa donde la grietas si han sido

causa de los movimientos sísmicos que han ocurrido en la Ciudad de México. La mayoría de las grietas aleatorias que han ido apareciendo en la estructura, aunque son antiestéticas, raramente afectaran la integridad estructural a la vida útil del inmueble. Sin embargo darle el mantenimiento adecuado lograra prevenir posteriormente aun deterioro último.

Los efectos que a provocado la filtración o escurrimiento principalmente por aguas pluviales son en la losa de la planta alta del Estadio donde se observa que el acero de refuerzo embebido en el concreto presenta corrosión que da como resultado la formación de óxido que tiene 2 a 4 veces el volumen del acero original y la perdida de sus óptimas propiedades mecánicas. La corrosión produce además descascaramiento y vacíos en la superficie del acero de refuerzo, reduciendo la capacidad resistente dando como resultado la reducción de la sección transversal del elemento. Aunque el acero en el concreto se encuentra usualmente en condición pasiva, no corroído, es debido a la salinidad del agua que se producen procesos químicos que provocan la ruptura de la capa pasiva de protección del acero, que con el tiempo causan que este se oxide y se delamine, provocando la perdida de adherencia entre el acero y el concreto, que de no darle el mantenimiento correspondiente a las áreas donde se presenten los primeros indicios de corrosión la integridad de la estructura puede verse afectada dado que como es sabido el acero reforzado utiliza acero para aportarle la propiedades de resistencia que evitan la falla de las mismas por estar sujetas a esfuerzos de tensión y flexión debido a cargas muertas, cargas vivas, combinadas, vientos y ciclos térmicos.

MEJORAMIENTO DE LA INSTALACION HIDRAULICA Y SANITARIA.

Se describen a continuación las acciones proyectadas para evitar el ingreso del agua de lluvia a las celdas de cimentación y la inundación en el foso.

Se deberán coleccionar las aguas pluviales de las coladeras de gradas en la Planta Alta por medio de la prolongación de la bajada existente a nivel de palcos; que descarga al drenaje general.

Se conectarán los desagües de las celdas de cimentación a la bajada existente, ya que actualmente reciben la descarga pluvial de las primeras 7 gradas de planta alta.

Las tuberías de coladeras localizadas en las gradas de la planta baja coleccionarán las aguas pluviales para posteriormente descargar a través de registros a la tubería a nivel de foso. Estas aportaciones se conducirán a pozos de absorción indicados en proyecto.

Deberá cancelarse la conexión de aguas negras a la red pluvial como fue proyectado en el plano original.

Instalación de un equipo sumergible de bombeo dúplex en el cárcamo de aguas negras existente.

Se propone la instalación de un equipo de bombeo para desalojar la totalidad de las aguas negras generadas en baños y vestidores y la aportación de agua pluvial que no es factible separar del sistema existente.

Dimencionamiento del Sistema de Aguas Residuales.

Cuando por razones topográficas y de localización no permitan utilizar la fuerza de la gravedad para desalojar las aguas negras o servidas y de lluvia será necesario recurrir a medios artificiales para elevar el agua a una altura conveniente y conducirla hasta el sistema principal de aguas residuales pública. Para este fin se dispondrá de motobombas que suministran el trabajo necesario.

El método de selección del sistema de evacuación de aguas servidas se realiza de manera muy similar al método utilizado para el abastecimiento de agua potable. Se debe tener muy presente al momento de realización del proyecto que tanto para la selección de los sistemas de bombeo para agua de lluvia y agua subterránea se presenta el inconveniente de la variabilidad del caudal afluente, de aquí que se pueda caer en sub o sobredimensionamiento de dichos sistemas. El cálculo de caudal afluente a un pozo de recepción de agua de lluvia es complicado debido a que este depende única y exclusivamente de factores naturales los cuales son sumamente diversos y aleatorios; por esta razón es conveniente no utilizar el mismo pozo o tanque húmedo para la recolección de aguas negras y de lluvia, aún cuando el sistema de drenaje público sea unitario. La capacidad de drenaje de los elementos del sistema de recolección y conducción de aguas pluviales, es factible calcularse en función de la proyección horizontal de las áreas drenadas; de la intensidad, frecuencia y duración de las lluvias que ocurren en la respectiva localidad y de las características de las mismas.

Tomando detalladamente todos los factores anteriormente mencionados, se logrará determinar con muy buena aproximación, el caudal afluente en un pozo de recolección de aguas pluviales y se deberá disponer de un sistema de bombeo completo para la conducción y evacuación de la misma. Dado que el cálculo de dicho sistema se hace siguiendo el mismo procedimiento y las mismas consideraciones tomadas en el dimensionamiento de las aguas residuales y que para fines académicos que tiene por objeto este tema de tesis se considerara el mismo pozo para desalojo de aguas residuales y pluviales que se ven involucradas al analizar el sistema de captación del Estadio Olímpico México '68.

Por lo tanto la capacidad de las unidades de bombeo se calculará en función de la máxima intensidad de lluvia registrada y la recolección de las aguas usadas por las piezas sanitarias que funcionan en el inmueble.

Determinación de los Caudales de Diseño.

Determinar el desalojo o la demanda, es estimar mediante la aplicación de un método óptimo el consumo o evacuación promedio diario y el consumo o evacuación máximo probable de agua de una red.

La determinación del desalojo de aguas residuales es importante debido a que a partir de ésta es posible establecer la capacidad o tamaño de todas las partes del sistema de evacuación de agua. La ruta de cambio en el desalojo es obviamente inconveniente para el diseño del sistema adecuado a las necesidades de la edificación, ésta puede llegar a aumentar desde un mínimo (DEMANDA MINIMA) hasta un máximo (DEMANDA MAXIMA) en un corto tiempo. Motivando a esto se hace necesaria la aplicación de métodos de estimación de la demanda, que den resultados acordes con la realidad de consumo del área o instalación(es).

Existen varios métodos para la determinación del caudal de aguas residuales, sin embargo se aplicara para fines prácticos el conocido como METODO DE HUNTER (NUMERO DE UNIDADES DE GASTO) aplicable cuando predominen piezas sanitarias de fluxómetro, como es el caso de esta tesis.

El método de Hunter consiste en lo siguiente. Dada la variedad de muebles sanitarios existentes en una instalación, como son los inodoros, lavabos, tinas, regaderas, fregaderos, etc., así como también la variedad de accesorios que los alimentan como son llaves, tanques o válvulas de fluxómetro, etc., se hizo necesario establecer cierta comparación entre los volúmenes que pueden abastecer a dichos muebles para fijarse valores equivalentes y poder así determinar la cantidad de agua necesaria para cada mueble sanitario.

Para tal fin y después de varias experiencias Hunter estableció como unidad, la cantidad de agua que se recibe a través de una llave de lavabo del tipo domestico o privado. Al estudiar comparativamente el mueble más pesado, es decir, el que requería mayor cantidad de agua en determinado espacio de tiempo hace referencia al inodoro con válvula del tipo fluxómetro, valuó éste en 10 unidades equivalentes, o sea, 10 veces más que el lavabo privado. En esta forma fue encontrado las equivalencias con otros muebles sanitarias cuyo rango quedó entre dichos valores y en esta forma estableció las UNIDADES MUEBLE GASTO, mismas que se describen en el **anexo 1**.

Al transformar los muebles sanitarios en UNIDADES DE GASTO, se pretende homogeneizar el sistema para así poder obtener la cantidad de agua necesaria para un conjunto determinado, la cual puede variar desde una pequeña casa habitación hasta llegar al caso de analizar una edificación muy compleja como es este caso.

Sin embargo, no es factible aplicar un factor por unidad de mueble, dado que mientras mayor sea el número de muebles sanitarios que existan en la construcción éstos no significa que operarán en forma simultanea, y por el contrario, mientras menos muebles sanitarios se tenga en la construcción es más fácil que tengan que operar al mismo tiempo.

Para resolver esta situación, el Dr. Roy B. Hunter estudiando las probabilidades de uso simultaneo, realizo varios estudios experimentales de la simultaneidad con que operarían los muebles sanitarios, de acuerdo con su tipo y accesorios de alimentación. De esta forma trazo las curvas correspondientes a inodoros, lavabos, regadera, etc., cuando estos funcionaban por medio de válvulas de fluxómetro, tanques o llaves.

Posteriormente, sobrepuso estas curvas y obtuvo finalmente una curva que reúne las condiciones de todos los muebles, diferenciándose únicamente en forma clara si dominaban los muebles operados con válvulas de fluxómetro o si no existían estas, quedando dos

curvas hasta las 1091 unidades mueble a partir de ese punto la curva es una misma, sea que funcionen con fluxómetro o sin él.

Dichas curvas denominadas CURVAS DE HUNTER (**anexo 2 y 3**) fueron publicadas, aproximadamente en el año de 1940 como Métodos de Gastos en Instalaciones Sanitarias. Adaptada inicialmente en la U.S.A. y a finales de los 40's en que se inició la construcción de los edificios multifamiliares en la Ciudad de México, fue empleada por los ingenieros mexicanos.

Dichas gráficas muestran en el eje de las abcisas el número de UNIDADES MUEBLE y en el de las ordenadas el GASTO correspondiente, que incluye la probabilidad de uno simultaneo y que representa el GASTO MAXIMO INSTANTANEO PROBABLE.

Su manejo es sumamente sencillo, pues conociendo el número de unidades mueble siguiendo el eje de las abcisas, se encuentra al cortar la curva correspondiente, ya sea que él sistema tenga o no muebles de fluxómetro, el gasto en litros por segundo de ese número de unidades.

Con el uso de la computadora, se ha logrado disponer de una tabulación de la interpretación de las curvas (**anexo 4**), en la cual puede uno interpolar el número de unidades si no está explícita en las tablas, aunque de igual forma se lograría obtener el valor el las curvas, es poco más que aceptable y con de un valor probabilístico más alto que el obtenido por simple apreciación cuando se hace sobre la curva donde no hay una exigencia de exactitud en los valores.

Cálculo del Gasto de Aguas Negras.

Determinación de Unidades Mueble de drenaje:

<i>MUEBLE</i>	<i>No.</i>	<i>U.M.</i>	<i>TOTAL</i>
Excusado de fluxometro	17	8	136
Lavabo	18	1	18
Mingitorio	12	4	48
Regadera	47	2	94
Regadera de presion	1	10	10
Tarja	2	2	4
Tina	1	2	2
Vertedero	1	2	2
		Total de UNIDAD MUEBLE	314

De tablas anexo 3 del Método de Hunter, interpolando los valores entre:

CONVERSION U.M. A LITROS x SEGUNDO	
<i>GASTO (LPS)</i>	<i>UNIDAD MUEBLE</i>
6.94	295
7.25	329

Interpolando (Polinomio de Lagrange, para incrementos variables)

<i>X</i>	<i>Y</i>
U.M.	GASTO
270	6.62
295	6.94
314	y=?
329	7.25
365	7.57

$$y = \sum \left(\frac{(X - X_j)}{(X_i - X_j)} \right) Y_i$$

$$\text{Entonces: } y = \left(\frac{(314-295)(314-329)(314-365)}{(270-295)(270-329)(270-365)} \right) 6.62 + \left(\frac{(314-270)(314-329)(314-365)}{(295-270)(295-329)(295-365)} \right) 6.94 +$$

$$\left(\frac{(314-270)(314-295)(314-365)}{(329-270)(329-329)(329-365)} \right) 7.25 + \left(\frac{(314-270)(314-295)(314-329)}{(365-270)(365-295)(365-329)} \right) 7.57 +$$

$$y = (14535 / -140125) 6.62 + (33660 / 59500) 6.94 + (-42636 / -72216) 7.25 + (-12540 / 239400) 7.57$$

$$y = (-0.10373) 6.62 + (0.56571) 6.94 + (-0.59040) 7.25 + (-0.05238) 7.57$$

$$y = -0.68669 + 3.92603 + 4.28040 - 0.39652 = 7.12322$$

Dando como resultado el Gasto máximo instantáneo: **7.12 L/s**

Gasto de Aguas Pluviales.

Con fundamento por lo establecido por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000, Conservación del Recurso Agua que establece las Especificaciones y el Método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales; se describen dos métodos para determinar el volumen medio anual de escurrimiento natural. Método Directo, aplicable si en la cuenca en estudio se cuenta con suficiente información hidrométrica. Método Indirecto, para los casos de que la cuenca en estudio no se cuente con suficiente información de registros hidrométricos o ésta sea escasa, método denominado como: precipitación-escurrimiento.

Método Precipitación-Escorrimento.

El volumen medio anual de escurrimiento natural se determina indirectamente, mediante la siguiente expresión (1):

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Volumen anual} & & \text{Precipitación} & & \text{Área de la} & & \text{Coeficiente de} \\ \text{de escurrimiento} & & \text{anual de la} & & \text{cuenca.} & & \text{escurrimiento.} \\ \text{natural.} & & \text{cuenca.} & & & & \\ \text{Q (l/s)} & = & \text{i (mm/hr)} & * & \text{A (m}^2\text{)} & * & \text{c (adimencional)} \end{array}$$

Precipitación anual en la cuenca.

Cuando en la cuenca en estudio no se cuenta con información pluviométrica o ésta sea escasa, la precipitación anual se podrá obtener con apoyo de los planos de Isoyetas Normales anuales editados por la Comisión Nacional del Agua.

Coeficiente de escurrimiento.

El coeficiente de escurrimiento se determina a partir de los siguientes procedimientos:

A) Transferencia de información hidrométrica y climatológica de cuencas vecinas, hidrológicamente homogéneas.

B) En función del tipo y uso de suelo y del volumen de precipitación anual, de la cuenca en estudio.

C) En aquellos casos en que se cuente con estudios hidrológicos y se conozcan los coeficientes de escurrimiento, éstos se podrán usar para el cálculo del escurrimiento.

Para fines del desarrollo de esta Tesis se aplicará el Método B) dado que no se cuenta con suficiente información hidrométrica ni pluviométrica por lo tanto, el volumen medio anual de escurrimiento natural se determinara indirectamente transfiriendo la información de otras cuencas vecinas de la región.

Del **anexo 5** referente a las Isoyetas Normales Anuales emitidos por C.N.A., se obtiene la precipitación anual de: $P = 600$ a 700 mm/hr.

Del **anexo 6** referente al cálculo de coeficiente de escurrimiento a partir del tipo y uso de suelo Tabla 1 emitido por SMARN en el Diario Oficial se obtiene un valor de:

Con tipo de suelo: B y uso de suelo: pastizal de mas 75% con valor de: 0.20

Con tipo de suelo: C y uso de suelo: zonas urbanas con valor de: 0.29

El valor de K se obtiene como promedio ponderado de los diferentes tipos y usos de suelo.

$K = (0.20+0.29)/2 = 0.245$, como el resultado es mayor a 0.15 el coeficiente de escurrimiento se obtiene con la expresión: $C_e = K (P-250) / 2000 + (K-0.15) / 1.5$

Entonces $C_e = 0.245(700-250)/2000 + (0.245-0.15)/1.5$;

$$C_e = 0.1185$$

Para el cálculo del área de aportación de la cuenca se obtiene de planos arquitectónicos: $A = 200 \text{ m}^2$ que corresponde a la superficie en planta de la zona de captación que conduce las aguas pluviales (fosa que separa la zona de graderío planta baja con la pista y cancha de fútbol) a una cisterna que se encuentra por debajo del sistema de drenaje de ramaleo principal.

Aplicando los datos a la expresión (1) se obtiene $Q = 700 * 200/3600 * 0.1185$
Gasto máximo pluvial, $Q = 4.61 \text{ l/s}$

Selección del equipo de bombeo.

Gasto de proyecto: será la suma del gasto máximo instantáneo de aguas negras y el gasto pluvial.

$$\begin{aligned} \text{Gasto máximo instantáneo} &= 7.11 \text{ L/s} \\ \text{Gasto pluvial} &= 4.61 \text{ L/s} \\ \text{Por lo tanto: } Q \text{ bombas} &= 11.72 \text{ L/s} \end{aligned}$$

Cálculo de la Carga Total:

Obtenida a partir de la expresión: $H_{MT} = H_S + H_E + H_F + H_U$
donde:

$$\begin{aligned} H_{MT} &= \text{Carga manométrica total (m)} \\ H_S &= \text{Carga de succión (m)} = 0.00 \\ H_E &= \text{Carga estática (m)} = 15.00 \\ H_F &= \text{Perdida de carga por fricción (m)} = 4.00 \\ H_U &= \text{Carga útil (m)} = 6.00 \end{aligned}$$

Dicha carga de presión H_{MT} generada por la bomba es llamada generalmente carga manométrica, o carga dinámica total, e indica siempre la energía dada al agua a su paso por la bomba. Dando como resultado que al Carga Total sea igual a $H_{MT} = 25.00 \text{ m}$

Calculo de la potencia de Equipo de Bombeo.

La potencia teórica es la suma de la potencia real (entendiéndose como el desnivel entre dos puntos para la elevación del agua) más las pérdidas por fricción o conducción de la instalación.

Para seleccionar el tipo de máquina hidráulica que satisfaga y cumpla con las necesidades requeridas, en ocasiones, y sobre todo para elaborar anteproyectos en que deben analizarse con rapidez diferentes alternativas, se utiliza solo la carga total para el cálculo de la potencia. Claro que esto implica la necesidad de tomar en cuenta las pérdidas en la conducción, además de las implícitas por características de la bomba.

Para fines prácticos y como forma de solución para mejorar el desalojo de aguas residuales que se generan el inmueble, se aplicarán gráficas de proveedores que relacionan la carga y el gasto para determinar el tipo de máquina que deberá instalarse para el buen funcionamiento de la red, dado que no se cuenta con planos de instalaciones que nos permitan determinar características de los materiales que integran dicho sistema.

Por lo tanto: Potencia Teórica se obtenida de la expresión $P = (Q \cdot h) / 75 \eta = 7.71 \text{ HP}$

Por otra parte y debido a que la mayoría de la información disponible para caudal de diseño en bombas se encuentra básicamente en el sistema ingles, el gasto expresado en galones por minuto (GPM) y la carga expresada en pies (ft), de tal forma se tiene del **anexo 7** con el valor de Carga Total =25 mt (82 ft) y con un caudal de diseño $Q = 11.72 \text{ l/s}$ (186GPM), donde la equivalencia de l/s es igual a 15.851GPM; se obtiene entonces una bomba con motor comercial de 20 HP del tipo Centrifuga sumergible inatascable.

CAPITULO

VIII

CAPITULO VIII. DICTAMEN DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL.

CASETA DE TRANSMISIONES.

De los estudios realizados a la estructura en la condición de su estado actual se concluye lo siguiente:

Cimentación:

- a) No se detectaron hundimientos de importancia en la estructura por lo que el comportamiento de la cimentación existente ha demostrado ser estable, trabajando bajo las acciones a las que ha sido sometida, tanto para las de tipo accidental, sismo, como para las de tipo permanente, carga muerta más carga viva máxima y peso propio.
- b) La presión neta máxima de la cimentación al terreno es de $w=35t/m^2$. Esta descarga es adecuada al terreno típico de la zona en donde se localiza la edificación, **que resiste por lo menos 90.0 t/m²**.
- c) Los elementos de concreto reforzado existentes, zapatas y trabes de liga, resisten adecuadamente las acciones que establecen las NTC para Estructuras de Concreto del RCDF vigente.
- d) De acuerdo con lo descrito en los puntos anteriores se concluye que no se requiere reforzar estructuralmente la cimentación

Superestructura:

- a) Los desplomos medidos en las columnas de los diferentes niveles son del orden del 0.5% máximos, por lo que se consideran aceptables.
- b) En el sentido longitudinal existe un muro de concreto divisorio desligado de trabes y columnas que presenta leves fisuras verticales en la junta constructiva. De acuerdo a lo observado se encontró que las columnas no tienen excesivos desplazamientos en ese sentido, por lo que resisten adecuadamente las fuerzas laterales a las que han estado sometidas.
- c) El sistema de piso existente, basado en losas macizas, no presenta agrietamientos excesivos ni deflexiones de importancia. Se concluye que ha trabajado adecuadamente bajo cargas permanentes y que el acero con que están armadas, de acuerdo a cálculos, es el suficiente.
- d) Las trabes de concreto existentes no presentan agrietamientos ni deflexiones de importancia. Se deduce de acuerdo a la evidencia física que su comportamiento ha sido adecuado trabajando bajo acciones permanentes y sísmicas. De acuerdo con el análisis y diseño estructural para las trabes del sentido transversal, rige la condición de carga vertical.
- e) Los armados de las trabes existentes de los dos niveles están ligeramente escasos, sobretudo en los estribos, pero de acuerdo con lo observado se

- considera que es suficiente la sección y su refuerzo existente para el tipo de carga que resisten actualmente.
- f) Las columnas existentes de concreto no presentan agrietamientos ni evidencias de un mal comportamiento. Se concluye que han trabajado adecuadamente bajo la combinación de cargas permanentes y las de sismo, condición que les son críticas en el sentido transversal principalmente.
 - g) Por medio del análisis y diseño estructural realizado con los requerimientos reglamentarios vigentes, se encontró que el armado de las columnas está escaso. La cuantía con la que están armadas según el proyecto original es del 0.01 mientras que se requiere el 0.068. En algún caso la sección transversal es insuficiente. **También está escaso el refuerzo transversal por medio de estribos. Tanto para confinar como para resistir el cortante. Ver los anexos numéricos.**
 - h) No se encontraron daños en las fachadas existentes ni evidencias de desplazamientos entre las juntas constructivas. Los desplazamientos laterales calculados de acuerdo a la normatividad vigente están dentro de los permisibles, tanto para el deformación máxima al nivel de azotea, como para la distorsión de entrepisos.

De acuerdo con los análisis y estudios practicados a la edificación existente se encontró que la superestructura no cumple con los requerimientos mínimos reglamentarios del Título Sexto, "Seguridad Estructural de las Construcciones".

En consecuencia se dictamina que parte de la edificación existente deberá adecuarse para lograr un nivel de seguridad y de comportamiento estructural aceptable en condiciones normales de operación, para resistir las cargas permanentes en combinación con las fuerzas sísmicas, de acuerdo a lo establecido por el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y por sus Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras.

PUENTE PEATONAL.

De los estudios realizados a la estructura en la condición de su estado actual se concluye lo siguiente:

- a) Aunque las juntas constructivas a cada lado del puente, de acuerdo a lo observado en la carpeta asfáltica, se encuentran deterioradas no se encontraron indicios de hundimientos ni de desplazamientos laterales.

- b) Existen indicios de humedades en la losa de piso debido a las posibles filtraciones en el área de las rejillas existentes. Se nota la falta de mantenimiento. Se apreciaron fisuras leves de 0.5mm y menores en los tableros típicos del piso. La ausencia de deformaciones en los tableros de losas y el tamaño de las fisuras permiten asegurar un comportamiento futuro aceptable, aún sin refuerzo.
- c) Las traveses secundarias tienen fisuras pequeñas visibles en sus caras verticales y diagonales. No representan falla estructural debido a su espesor máximo de 1mm. Por su comportamiento estos elementos evidencian que han trabajado a cortante y flexión satisfactoriamente de acuerdo a la capacidad para la cual se diseñaron originalmente.
- d) Las traveses "portante", elementos principales, no tienen fisuras ni agrietamientos. Sin embargo tienen una flecha de 10cm aproximadamente al centro del claro. Esto tampoco es falla de tipo estructural ya que está dentro del rango permisible para deformaciones verticales bajo cargas permanentes.

Por lo tanto, se dictamina que si por medio de las calas y sondeos requeridos se observa que los elementos correspondientes al Puente no cuentan con las cantidades mínimas de acero requeridas, dichos elementos deberán adecuarse para cumplir con los lineamientos que establece el actual Reglamento de Construcciones del Distrito Federal y las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto, para lo cual se procedería a reforzar por medio del uso de vendas de fibras de carbono.

GRADERÍO PRINCIPAL.

De los estudios realizados a la estructura en la condición de su estado actual se concluye lo siguiente:

- a) El pretil principal, soportado en el extremo libre de cada trabe en voladizo, no acusa agrietamientos ni deformaciones visibles.
- b) No se detectaron deformaciones verticales diferenciales, entre extremos libres de traveses principales en voladizo, mayores de 5cm, por lo que el comportamiento de estos elementos principales, ha sido uniforme, y aceptable.
- c) No se han presentado deformaciones o agrietamientos importantes en el sistema de gradas que pudieran ser síntoma de flexiones significativas en las traveses principales y que hubieran ameritado acciones de reparación o reposición de escaleras, gradas, barandales y accesorios de instalaciones.

- d) La penetración de agua de lluvia y de limpieza a través de las juntas de construcción y de coladeras o tuberías deterioradas, se ha manifestado en oxidación del acero de refuerzo cercano, y desconchamiento de zonas de concreto, todavía sin reducción de sección transversal resistente o reducción significativa del acero principal a tensión básica.

En consecuencia se dictamina que la zona de gradas no tiene problemas de comportamiento estructural en condiciones normales de operación, para resistir las cargas a las que está expuesto de acuerdo a lo establecido por el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y por sus Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras, sin embargo se requiere que se proceda a realizar el mantenimiento adecuado a las zonas locales que presentan problemas, como son las juntas de construcción y zonas de desconchamiento de concreto, dañadas principalmente a la falta de mantenimiento del sistema de drenaje.

Se indican las plantas estructurales con sus respectivas secciones cortes y detalles que se estiman necesarios para llevar a cabo la rehabilitación adecuada de las estructuras, de acuerdo a lo especificado en el Título Sexto: “Seguridad Estructural de las Construcciones” del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal vigente y sus NTC.

CAPITULO

IX

CAPITULO IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CASETA DE TRANSMISIONES.

De acuerdo al Dictamen Estructural, la propuesta de rehabilitación de la estructura existente, consiste básicamente en el refuerzo de las columnas por medio de un sistema de vendas con fibras de carbono y fibra de vidrio en toda la altura.

Cabe mencionarse que la cuantía de acero en las columnas no es la mínima requerida por el actual RCDF, por lo que la parte faltante se absorberá por medio de las fibras que se colocarán en las columnas, de acuerdo a la tabla de la ficha técnica de dicho sistema, en la cual se muestran las capacidades de dicho sistema. Los anexos numéricos se pueden observar en el Capítulo II, correspondiente a la Caseta de Transmisiones.

PUENTE PEATONAL.

La solución eficiente, de fácil y rápida implementación, para incrementar la capacidad a flexión y cortante de losas y travesaños, sin obras de demolición, consiste en aplicación de fibras de carbono, adheridas a las superficies actuales, previo tratamiento por personal especializado.

La realización de las calas y sondeos previstos y sugeridos, para detectar el mínimo de acero señalado, tanto para flexión como para cortante, requerirá resanes locales por personal especializado, antes de la aplicación de las fibras de carbono.

No se prevé acción alguna para modificar la deformación o fisura al centro del claro que han sufrido las dos travesaños longitudinales principales, y se sugiere colocación de aplanados o acabados sobrepuestos a las fibras, para ocultar este defecto visual. El número de bandas de fibra de carbono por el lecho bajo de travesaños y losas para el efecto de flexión, y en las caras verticales de travesaños dependerá del acero de refuerzo existente definido por las calas y sondeos requeridos.

GRADERÍO PRINCIPAL.

La descripción de la rehabilitación y recomendaciones que se sugieren llevar a cabo son las siguientes:

- Reconstruir o rehabilitar el sistema pluvial para asegurar que el escurrimiento de agua de lluvia y de mantenimiento no penetre a las celdas de inspección que existen en el área debajo del primer pasillo perimetral distribuidor.

- La misma acción anterior, deberá asegurar que no existan escurrimientos por debajo y superficialmente al zampeado de piedra volcánica, originalmente colocado por el exterior de los rellenos. (fachadas). Estos escurrimientos también proceden regular e inaceptablemente desde la azotea del “palomar” (caseta de transmisiones).
- Reconstruir o rehabilitar las juntas de construcción entre tramos de gradería, colocando nuevos sellos deformables, que impiden la penetración de agua y su escurrimiento al interior de la losa-plafón, que ya muestra desconchamiento del concreto de recubrimiento y formación de vegetación inaceptable.
- Sanear las zonas de desconchamiento y agrietamiento del concreto de recubrimiento, retirando con rotomartillo y/o cincel y martillo, los tramos y zonas en proceso de desprendimiento.
Limpiar de óxido las varillas de refuerzo, expuestas en el área de celdas bajo pasillo perimetral, losa-plafón debajo de gradas y áreas cercanas a las juntas de construcción, para colocar productos protectoras inhibidores y preventivos.
- Reconstruir o reparar localmente cada área saneada y tratado, para su conservación futura.

ANEXOS

- ANEXO 1 Tabla de Equivalencia de los Muebles en Unidades de Gastos.
- ANEXO 2 Curvas Hunter (pequeños gastos)
- ANEXO 3 Curvas Hunter (grandes gastos)
- ANEXO 4 Tabla de Conversión de Unidades Mueble a Litros por Segundo.
- ANEXO 5 Diagrama de Isoyetas Normales Anuales.
- ANEXO 6 Tabla para la obtención del Coeficiente de Escurrimiento.
- ANEXO 7 Diagrama selección de Bombas mediante Curva Carga-Gasto.

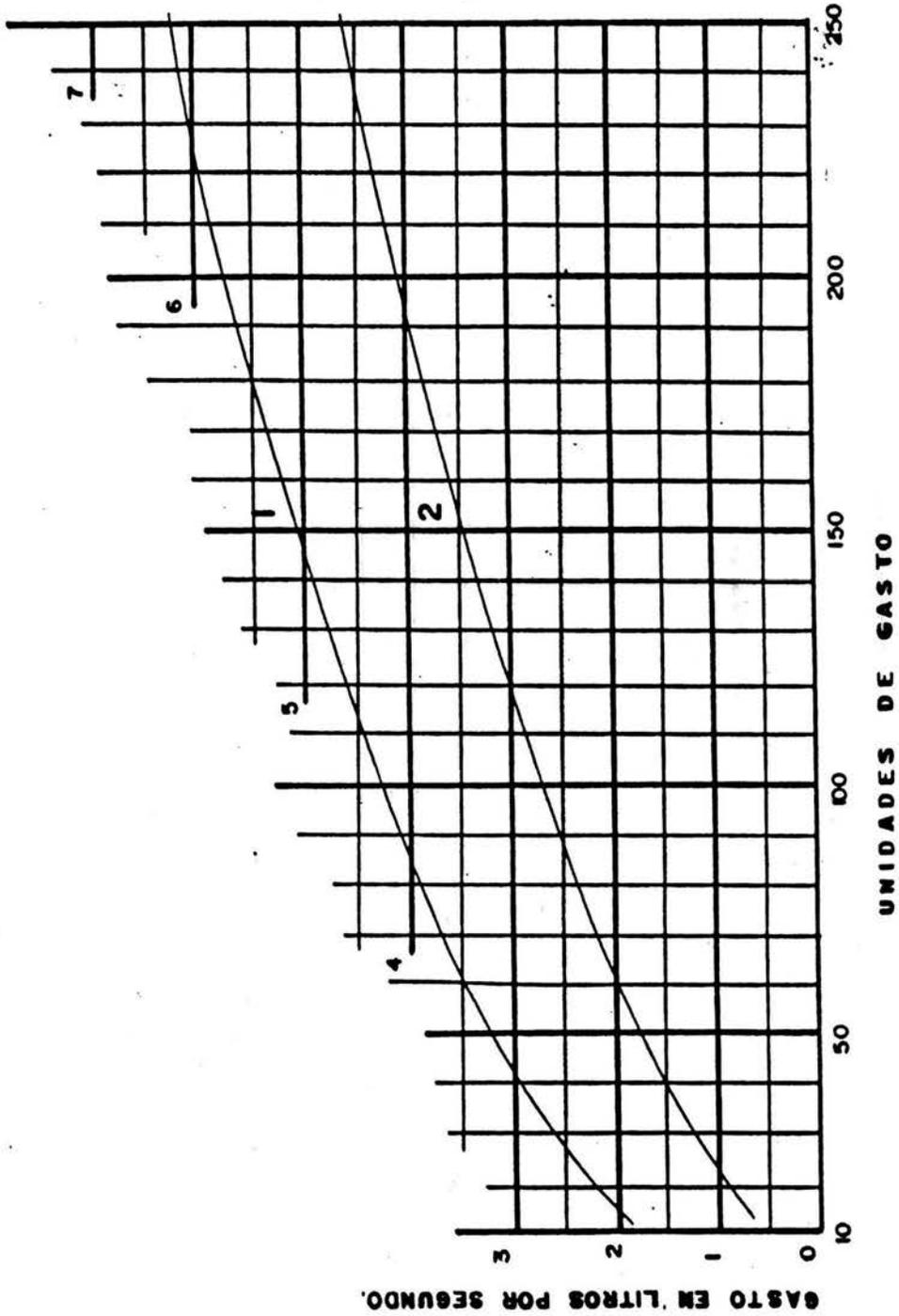
ANEXO 1

EQUIVALENCIA DE LOS MUEBLES EN UNIDADES DE GASTOS			
MUEBLE	SERVICIO	TIPO CONTROL	UNIDADES MUEBLE (GASTO)
Inodoro	Público	Fluxómetro	10
Inodoro	Público	Tanque	5
Mingitorio Pedestal	Público	Fluxómetro	10
Mingitorio Pared	Público	Fluxómetro	5
Mingitorio Pared	Público	Tanque	3
Lavabo	Público	Llave	2
Regadera	Público	Mezcladora	4
Tina	Público	Llave	4
Bebedero	Público	Llave	0.5
Fregadero	Restaurant	Llave	4
Vertedero	Oficinas	Llave	3
Inodoro	Privado	Fluxómetro	6
Inodoro	Privado	Tanque	3
Lavabo	Privado	Llave	1
Regadera	Privado	<u>Mezcladora</u>	2
Fregadero	Privado	Llave	2
Lavadero	Privado	Llave	3
Bidet	Privado	Llave	1
Lavador ropa	Privado	Llave	2
Grupo baño	Privado	W.C. Flux.	8
Grupo baño	Privado	W.C. Tanque	6

ANEXO 2

CURVA DE EQUIVALENCIAS PARA EL CALCULO CON EL SISTEMA DE HUNTER (pequeños gastos).

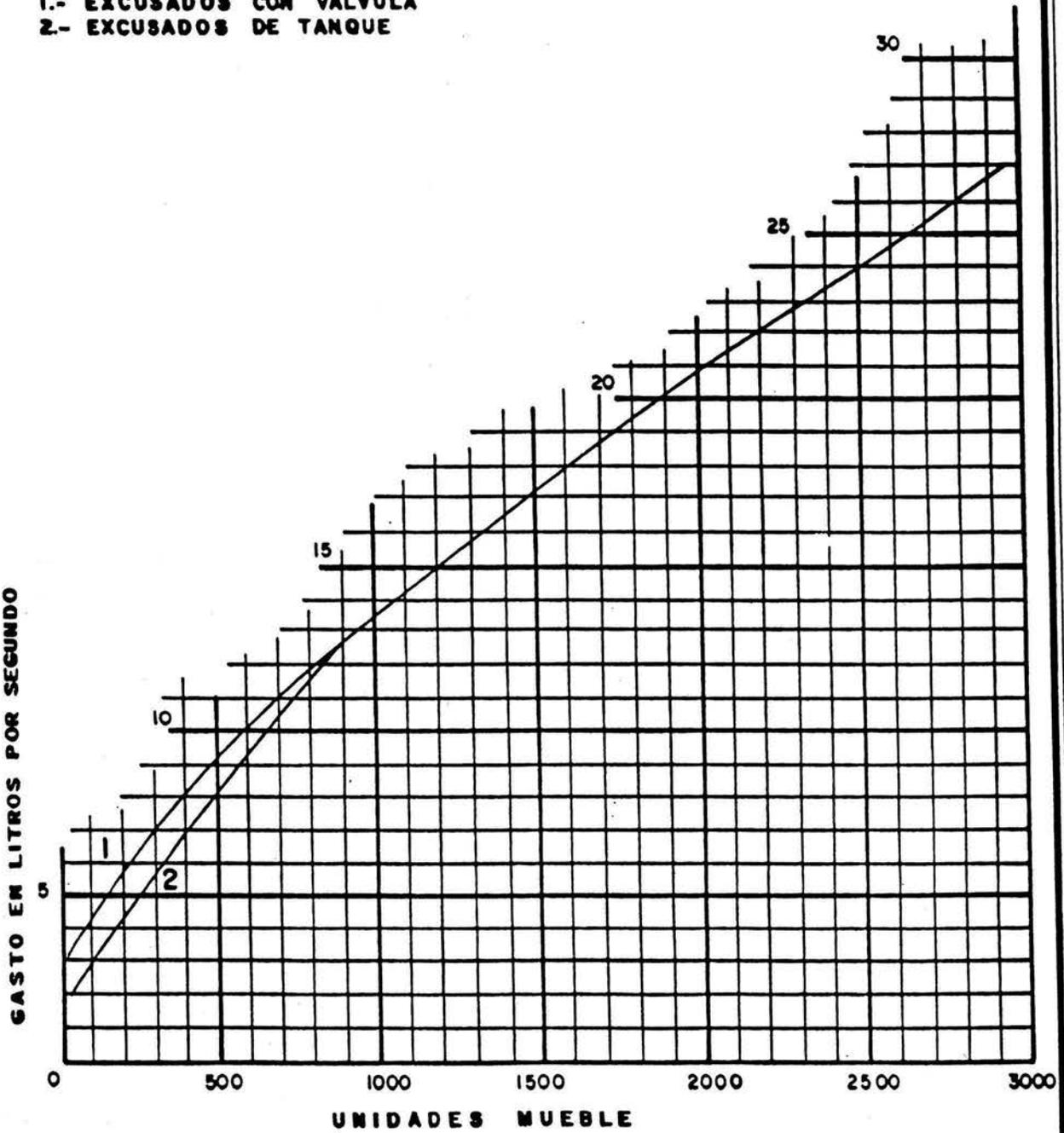
- 1- EXCUSADOS CON VALVULA
- 2- EXCUSADOS DE TANQUE



ANEXO 3

CURVA DE EQUIVALENCIAS PARA EL CALCULO CON EL SISTEMA DE HUNTER (grandes gastos).

- 1.- EXCUSADOS CON VALVULA
- 2.- EXCUSADOS DE TANQUE



ANEXO 4

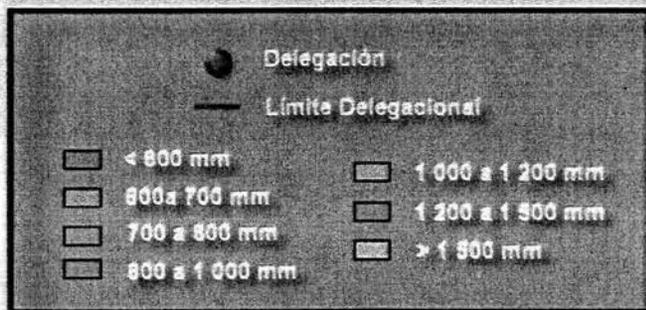
CONVERSION DE UNIDADES MUEBLE A LITROS POR SEGUNDO.

GASTO	UNIDADES	MUEBLE
LPS.	TANQUE	FLUXO-METRO.
0.063	0	-
0.13	1	-
0.19	3	-
0.25	4	-
0.32	6	-
0.38	7	-
0.44	8	-
0.50	10	-
0.57	12	-
0.63	13	-
0.69	15	-
0.76	16	-
0.82	18	-
0.88	20	-
0.95	21	-
1.01	23	-
1.07	24	-
1.13	26	-
1.20	28	-
1.26	30	-
1.32	32	-
1.39	34	5
1.45	36	6
1.51	39	7
1.58	42	8
1.64	44	9
1.70	46	10
1.77	49	11
1.83	51	12
1.89	54	13
1.95	56	14
2.02	58	15
2.08	60	16
2.14	63	18
2.21	66	20
2.27	69	21
2.33	74	23
2.40	78	25
2.46	83	26
2.52	86	28
2.59	90	30
2.65	95	31
2.71	99	33
2.77	103	35
2.84	107	37

GASTO	UNIDADES	MUEBLE
LPS.	TANQUE	FLUXO-METRO.
2.90	111	39
2.96	115	42
3.03	119	44
3.09	123	46
3.15	127	48
3.22	130	50
3.28	135	52
3.34	141	54
3.41	146	57
3.47	151	60
3.53	155	63
3.60	160	66
3.66	165	69
3.72	170	73
3.78	175	76
3.91	185	82
4.04	195	88
4.16	205	95
4.29	215	102
4.42	225	108
4.54	236	116
4.67	245	124
4.79	254	132
4.92	264	140
5.05	275	148
5.17	284	158
5.30	294	168
5.43	305	176
5.55	315	186
5.68	326	195
5.80	337	205
5.93	348	214
6.06	359	223
6.18	370	234
6.31	380	245
6.62	406	270
6.94	431	295
7.25	455	329
7.57	479	365
7.89	506	396
8.20	533	430
8.52	559	460
8.83	585	490

GASTO	UNIDADES	MUEBLE
LPS.	TANQUE	FLUXO-METRO.
9.14	611	521
9.46	638	559
9.77	665	596
10.09	692	631
10.40	719	666
10.72	748	700
11.04	778	739
11.35	809	775
11.67	840	811
11.99	874	850
12.62	945	931
13.25	1018	1009
13.88	1091	1091
14.51	1173	1173
15.14	1254	1254
15.77	1335	1335
16.40	1418	1418
17.03	1500	1500
17.66	2583	2583
18.29	1668	1668
18.92	1755	1755
19.55	1845	1845
20.19	1926	1926
20.82	2018	2018
21.45	2110	2110
22.08	2204	2204
22.71	2298	2298
23.34	2388	2388
23.97	2480	2480
24.60	2575	2575
25.23	2670	2670
25.86	2765	2765
26.49	2862	2862
27.13	2960	2960
27.76	3060	3060
28.39	3150	3150
31.54	3620	3620
34.70	4070	4070
37.85	4480	4480
44.15	5380	5380
50.47	6280	6280
56.77	7280	7280
63.08	8300	8300

ANEXO 5



ANEXO 6

TABLA 1 VALORES DE K, EN FUNCION DEL TIPO Y USO DE SUELO

TIPO DE SUELO	CARACTERISTICAS
A	Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos
B	Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos A; terrenos migajosos
C	Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas

USO DEL SUELO	TIPO DE SUELO		
	A	B	C
Barbecho, áreas incultas y desnudas	0,26	0,28	0,30
Cultivos:			
En Hilera	0,24	0,27	0,30
Legumbres o rotación de pradera	0,24	0,27	0,30
Granos pequeños	0,24	0,27	0,30
Pastizal:			
% del suelo cubierto o pastoreo			
Más del 75% - Poco -	0,14	0,20	0,28
Del 50 al 75% - Regular -	0,20	0,24	0,30
Menos del 50% - Excesivo -	0,24	0,28	0,30
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0,07	0,16	0,24
Cubierto del 50 al 75%	0,12	0,22	0,26
Cubierto del 25 al 50%	0,17	0,26	0,28
Cubierto menos del 25%	0,22	0,28	0,30
Zonas urbanas	0,26	0,29	0,32
Caminos	0,27	0,30	0,33
Pradera permanente	0,18	0,24	0,30

- Si en la cuenca en estudio existen diferentes tipos y usos de suelo, el valor de K se calcula como la resultante de subdividir la cuenca en zonas homogéneas y obtener el promedio ponderado de todas ellas.
- Una vez obtenido el valor de K, el coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante las fórmulas siguientes:

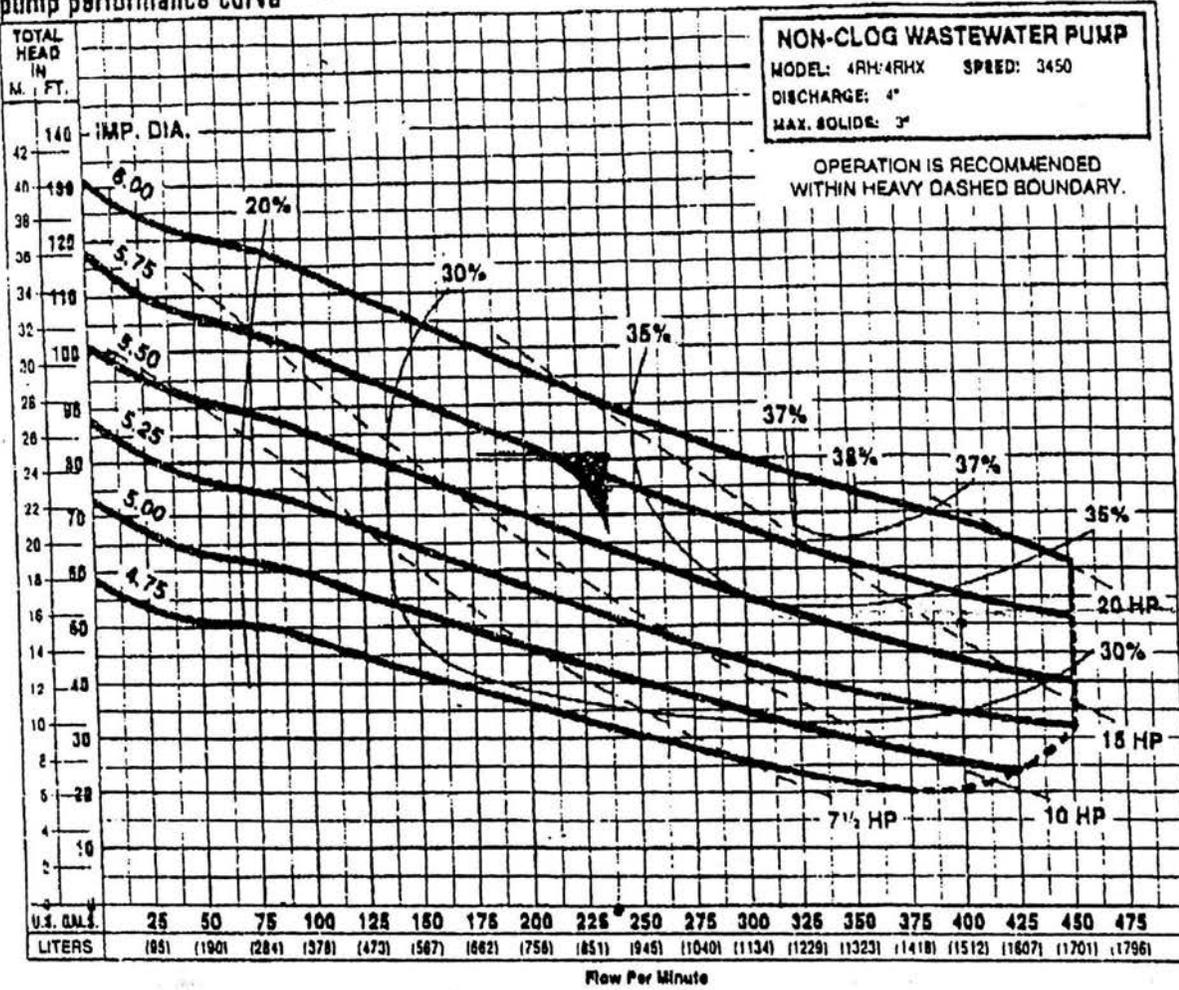
K: PARAMETRO QUE DEPENDE DEL TIPO Y USO DE SUELO	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO ANUAL (Ce)
Si K resulta menor o igual que 0,15	$Ce = K (P-250) / 2000$
Si K es mayor que 0,15	$Ce = K (P-250) / 2000 + (K-0,15) / 1,5$

P= Precipitación anual, en mm.

Rango de validez.- Las fórmulas se considerarán válidas para valores de precipitación anual entre 350 y 2150 mm.

ANEXO 7

pump performance curve



Pump performance is based on clear water (1.0 specific gravity @ 68°F) and pump fluid and (hydraulic) efficiency. Motor data based on 40°C ambient temperature.

Available Models		Motor Electrical Data											NEC CODE LETTER	Service Factor
Standard	Explosion-Proof	HP	Volts	Phase	Start Amps	Run Amps	Service Factor Amps	Run KW	Service Factor KW	Start KVA	Run KVA			
4RH75M2-03	4RHX75M2-03	7.5	200	3	128.6	27.0	30.5	8.1	9.5	44.5	8.3	G	1.2	
4RH75M2-23	4RHX75M2-23	7.5	230	3	111.8	23.6	26.5	8.1	9.5	44.5	8.3	G	1.2	
4RH75M2-43	4RHX75M2-43	7.5	460	3	58.9	11.8	13.3	8.1	9.5	44.5	8.4	G	1.2	
4RH75M2-53	4RHX75M2-53	7.5	575	3	44.7	9.4	10.6	8.1	9.5	44.5	8.3	G	1.2	
4RH100M2-03	4RHX100M2-03	10	200	3	192.7	33.9	39.7	10.2	11.9	66.8	7.9	H	1.2	
4RH100M2-23	4RHX100M2-23	10	230	3	167.8	29.6	34.5	10.2	11.9	66.8	7.9	H	1.2	
4RH100M2-43	4RHX100M2-43	10	460	3	83.8	14.8	17.3	10.2	11.9	66.8	8.0	H	1.2	
4RH100M2-53	4RHX100M2-53	10	575	3	67.0	11.8	13.8	10.2	11.9	66.8	7.9	H	1.2	
4RH150M2-03	4RHX150M2-03	15	200	3	268.2	50.4	60.3	14.7	17.6	88.7	11.8	G	1.2	
4RH150M2-23	4RHX150M2-23	15	230	3	222.8	43.8	52.4	14.7	17.6	88.8	11.8	G	1.2	
4RH150M2-43	4RHX150M2-43	15	460	3	111.4	21.9	26.2	14.7	17.6	88.8	11.8	G	1.2	
4RH150M2-53	4RHX150M2-53	15	575	3	89.1	17.8	21.0	14.7	17.6	88.7	11.8	G	1.2	
4RH200M2-23	4RHX200M2-23	20	230	3	222.8	59.5	59.5	19.7	19.7	88.8	16.0	D	1.0	
4RH200M2-43	4RHX200M2-43	20	460	3	111.4	29.8	29.8	19.7	19.7	88.8	16.0	D	1.0	
4RH200M2-53	4RHX200M2-53	20	575	3	89.1	23.8	23.8	19.7	19.7	88.7	16.0	D	1.0	

Motor Efficiencies and Power Factor									
Motor Efficiency %					Power Factor %				
HP	Phase	Service Factor Load	100% Load	75% Load	50% Load	Service Factor Load	100% Load	75% Load	50% Load
7.5	3	70.8	89.5	86.2	64.8	89	89	87	83
10	3	74.8	73.8	71.7	64.8	87	85	82	76
15	3	75.9	75.8	73.9	69.0	85	83	78	70
20	3	76.4	75.4	75.6	72.9	86	85	83	76

BIBLIOGRAFIA

Pérez Palacios, Augusto
Estadio Olímpico, Ciudad Universitaria, México.
Editado UNAM.
México, D.F. 1963.

Dirección de Proyectos de la D.G.O. y C. de la UNAM
Coordinación de Ingenierías.
Ing. Humberto Santos Santos e Ing. Rafael Gómez Juárez.

Roberto Melí Piralla
Diseño Estructural.
Editorial Limusa, Gpo. Noriega Editores
México, D.F. 2001; 1ª Reimpresión de la 2ª edición.

Luis Arnal Simón / Max Betancourt Suárez
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.
Editorial Trillas
Tercera edición, agosto 1998.

Normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.
Colegio de Ingenieros Civiles de México.
Centro de Actualización Profesional e Innovación Tecnológica.
Noviembre 1994.

Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructura de Concreto.
Instituto de Ingeniería.
Series del Instituto de Ingeniería, No. ES-2
Noviembre 1991.

Normas Técnicas Complementarias de Diseño por Sismo.
Instituto de Ingeniería.
Series del Instituto de Ingeniería, No. ES-7
Mayo 1991.

Enrique Bazán / Roberto Melí
Diseño Sísmico de Edificios.
Editorial Limusa.
México, D.F. 1999; 2ª Reimpresión.

Norma Oficial Mexicana, NOM-011-CNA-2000.
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
Diario Oficial de la Federación, 17/abril/2002.

Manual de Procedimiento para el Cálculo y Selección de Sistema de Bombeo.
Sistemas Hidroneumáticos, C.A.
Caracas, Venezuela. www.sishica.com

Boletines Año 2004
Servicio Meteorológico Nacional, Comisión Nacional del Agua.
www.cna.gob.mx

Enrique César Valdez
Abastecimiento de Agua Potable. Volumen 1
División de Ingeniería Civil Topográfica y Geodésica, UNAM.
Cuarta Edición, Enero 1994.

Humberto Gardea Villegas
Aprovechamientos Hidroeléctricos y de bombeo
Editorial Trillas, 1ª. Edición, junio 1992.

Apuntes de Instalación Hidráulica y Sanitaria.
Editado, Facultad de Arquitectura.
UNAM. México 1990.

Federación Iberoamericana de Hormigón Premezclado.
Nacional Ready Mixed Concrete Association.
www.nrmca.org