

94
Ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO DE 9 NIVELES"

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A
ALFREDO SALAS RODARTE



DIRECTOR DE TESIS

ING. JOSE LUIS ESQUIVEL AVILA

MEXICO, D. F.

1996.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-082/95

Señor
ALFREDO SALAS RODARTE
Presente.

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

"DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE CONCRETO DE 9 NIVELES"

INTRODUCCION

- I. PROYECTO ARQUITECTONICO**
- II. SOLICITACIONES**
- III. ANALISIS DE COMPORTAMIENTO SISMICO**
- IV. ANALISIS ESTRUCTURAL**
- V. DIMENSIONAMIENTO**
- VI. 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 07 de junio de 1995.
EL DIRECTOR.


ING. JOSE MANUEL COVARRUBIAS SOLIS

JMCS/GMP*nl

Índice

	pag.
Dedicatoria	2
Agradecimientos	3
Introducción	4
I.-Proyecto arquitectónico	9
II.-Solicitaciones	
a)Carga muerta	26
b)Carga viva	26
c)Carga sísmica	33
III.-Análisis de comportamiento sísmico	
a)Análisis sísmico Q=2	36
b)Análisis sísmico Q=3	45
IV.-Análisis estructural	54
V.-Dimensionamiento	
a)Diseño por flexión de la trabe no.1(Q=2)	97
b)Diseño por cortante de la trabe no. 1(Q=2)	102
c)Diseño por flexión de la trabe no.1 (Q=3)	103
d)Diseño por cortante de la trabe no.1 (Q=3)	106
e)Diseño por flexión de la columna no.1 (Q=2)	107
f) Diseño por cortante de la columna no 1(Q=2)	113
g)Diseño por flexión de la columna no 1(Q=3)	114
h)Diseño por cortante de la columna no.1(Q=3)	119
Tablas comparativas	123
VI.-Conclusiones y recomendaciones	127
Bibliografía	129

A mis padres Alfredo y Norma que pacientemente han sabido esperar.

A mis hermanas Norma, Isabel y Sofía que siempre han estado ahí cuando las he necesitado.

A mis abuelitas Isabel y Victoria por su amor, ternura y sus consejos.

A mis sobrinos Palmira, Alejandro y Enrique.

Agradecimientos

Quiero agradecer al Ing. José Luis Esquivel Ávila por haber aceptado ser mi director de tesis, proponerme un tema y por sus acertados consejos para la realización de esta.

A todos los Ingenieros que tuve por maestros y que ayudaron en mi formación como Ingeniero, y a los que hicieron que mi gusto por el área de estructuras sea mayor que el de las otras.

A los ingenieros: Miguel Ángel Guzman y Juan Padilla por su ayuda en la comprensión y resolución de problemas durante mis estudios.

Al ingeniero Adalberto Rivas por su gran interés, su valioso tiempo y ayuda en la realización de esta Tesis.

Y muy especialmente al Ingeniero Alfredo Salas por todas sus enseñanzas.

INTRODUCCIÓN.

El objetivo de esta tesis es la de obtener las diferencias en costo, desplazamientos y dimensionamiento de un edificio de nueve niveles para oficinas hecho de concreto reforzado, que se quiere construir en la ciudad de México, en la zona II, cuando se utilizan factores de comportamiento sísmicos diferentes ($Q=2$ y $Q=3$).

Para lo cual se desarrollaron las siguientes actividades:

- 1.- Proyecto arquitectónico.
- 2.- Solicitaciones.
- 3.- Análisis de comportamiento sísmico.
- 4.- Análisis estructural.
- 5.- Dimensionamiento.
- 6.- Conclusiones y recomendaciones.

En el proyecto arquitectónico se describen las características generales del edificio, el lugar en el cual se localiza, la geometría de todos los elementos que lo componen, así como, la posición que ocupan dentro de la estructura y las condiciones ideales.

En la actividad de Solicitaciones se menciona la forma en la cual se valoraron las cargas muertas, las cargas vivas y las cargas por sismo que el Reglamento de Construcciones de Distrito Federal acepta.

En el análisis de comportamiento sísmico se comenta brevemente los dos diferentes métodos que se utilizan para determinar este, que son: el método de análisis estático y el método de análisis dinámico, los cuales fueron realizados por el programa ELMER que posteriormente se describe.

En el análisis estructural se muestra los diferentes marcos que componen el edificio, así como su orientación, su número de elementos, sus alturas, sus longitudes y la forma en la cual se cargaron, también todos los elementos que el programa requirió y su forma de evaluarlos.

En el dimensionamiento se dan todas las características de algunos elementos que se eligieron entre columnas y trabes del edificio, así como, el procedimiento que se siguió para obtener sus dimensiones y áreas de acero finales de acuerdo con el factor de comportamiento sísmico utilizado.

En las conclusiones y recomendaciones se muestran algunas tablas donde se puede observar las diferencias que hay en los desplazamientos de acuerdo con el factor de coeficiente sísmico utilizado, las diferencias en las dimensiones de los elementos elegidos con sus respectivos armados y las diferencias en los costos y se comenta cuales son las ventajas o desventajas cuando se utiliza un factor de comportamiento sísmico $Q=2$ y cuando se utiliza uno $Q=3$ para el diseño de edificios en la Cd. de México.

A partir del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal de 1987 se establece el factor (Q) denominado **Factor de comportamiento sísmico** el cual esta asociado no solo a la ductilidad estructural del edificio sino también al deterioro y a reservas de resistencia estructural que los métodos usuales no consideran.

Por lo anterior de acuerdo al artículo 207 del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal las fuerzas de diseño sísmico deben quedar afectadas por el factor de comportamiento sísmico; el cual reduce la magnitud de dichas fuerzas al considerar el trabajo de la estructura en el rango inelástico en un evento sísmico.

Dicho factor es variable y depende del tipo de estructuración y de los materiales de construcción del edificio.

En la Normas Técnicas se establecen para dicho factor los siguientes valores:

$Q=4$ se podrá utilizar este valor siempre y cuando se cumplan con los siguientes requisitos.

1.- La resistencia en todos los entrepisos es suministrada exclusivamente para marcos no contraventeados de acero o concreto reforzado, o cuando los marcos son capaces de resistir cuando menos el 50% de la fuerza sísmica actuante, sin contar muros ni contravientos.

2.- Si hay muros ligados a la estructura en la forma especificada en el caso I del art. 204 del Reglamento, éstos se deben tener en cuenta en el análisis, pero su contribución a la capacidad ante fuerzas laterales sólo se tomara en cuenta si estos muros son de piezas macizas, no importando si los marcos están o no contraventeados, y los muros de concreto reforzado son capaces de resistir al menos 80% de las fuerzas laterales totales sin la contribución de los muros de mampostería.

3.- El mínimo cociente de la capacidad resistente de un entrepiso entre la acción de diseño no difiere en más de 35% del promedio de dichos cocientes para todos los entrepisos. Para verificar el cumplimiento de este requisito, se calculará la capacidad resistente de cada entrepiso teniendo en cuenta todos los elementos que puedan contribuir a la resistencia.

4.- Los marcos y muros de concreto reforzado cumplen con los requisitos que fijan las Normas Complementarias correspondientes para marcos y muros dúctiles.

Se podrá utilizar $Q=3$ cuando satisfaga las condiciones 2 y 4 y en cualquier entrepiso dejan de satisfacer las condiciones 1 o 3. La resistencia en todos los entrepisos es suministrada por:

- Columnas con losas planas.
- Por marcos de acero o de concreto reforzado.
- Por muros de concreto reforzado.
- Por combinaciones de muros de concreto reforzado y marcos o diafragmas de madera contrachapada.

Las estructuras con losas planas deberán además satisfacer los requisitos que sobre el particular marcan las Normas Técnicas Complementarias para Estructuras de Concreto.

Se podrá utilizar $Q=2$ cuando la resistencia a fuerzas laterales es suministrada por:

- Losas planas con columnas de acero o de concreto reforzado.
- Por marcos de acero o de concreto reforzado, contraventeados o no.
- Muros o columnas de concreto reforzado, que no cumplen en algún entrepiso con los requisitos 1,2,3 y 4.
- Por muros de mampostería de piezas macizas confinados por castillos, dalas, columnas o trabes de concreto reforzado o de acero que satisfacen los requisitos de las Normas Complementarias respectivas.
- Diafragmas contruidos con duelas inclinadas.
- Por sistemas de muros formados por duelas de madera horizontales o verticales combinados con elementos diagonales de madera maciza.

Art. 204.- Tratándose de muros divisorios, de fachadas o de colindancia, se deben observar lo siguiente; los muros que contribuyan a resistir fuerzas laterales se ligarán adecuadamente a los marcos estructurales o a castillos y dalas en todo el perímetro del muro, su rigidez se tomará en cuenta en el análisis sísmico y se verificará su resistencia de acuerdo con las normas correspondientes.

Los castillos y dalas a su vez estarán ligados a los marcos. Se verificará que las vigas o losas y columnas resistan la fuerza cortante, el momento flexionante,

las fuerzas axiales y en su caso, las torsiones que en ellas induzcan los muros. Se verificara asimismo que las uniones entre elementos estructurales resistan dichas acciones.

I.- PROYECTO ARQUITECTÓNICO

El edificio en estudio, se localiza en la calle de Emerson colonia Chapultepec Morales; consta de cinco sótanos destinados a estacionamiento, una planta baja que sirve para acceso al edificio y parcialmente para zonas comerciales, un entrepiso (mezzanine) que será complemento de los comercios de planta baja, un primer piso que se utilizará para oficinas, un segundo nivel que también se destinara a oficinas y que sirve de desplante a una torre de oficinas, integrada por siete niveles tipo y la azotea.

Los sótanos, la planta baja y el primer piso, ocupan toda la superficie del terreno, con dimensiones de 35.80m por 30.80m, mientras que los niveles tipo ocupan un área de 24.00m por 20.40m; el entrepiso está compuesto de dos secciones de 6.50m por 22.80m y finalmente la azotea ocupa una superficie de 26.40m por 21.60m. Las alturas de entrepiso son: en sótanos 2.70m, en planta baja 3.15m y en los pisos de la torre 3.20m.

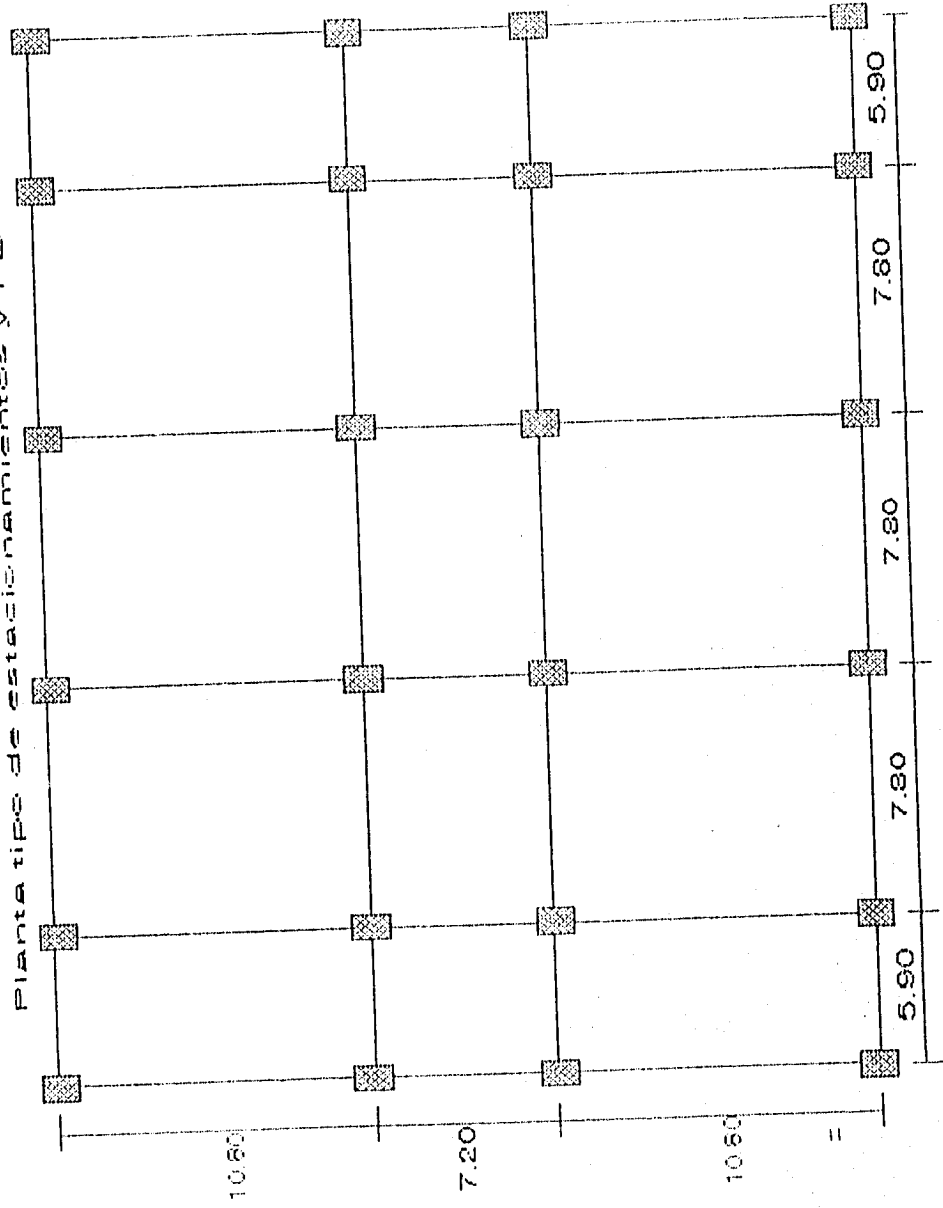
En esquemas posteriores se muestran las diferentes plantas de los pisos que conforman al edificio con sus dimensiones así como los marcos que lo componen con sus alturas de entrepisos y sus longitudes.

Por otro lado, el proyecto arquitectónico hace el planteamiento de que los únicos muros fijos en toda la altura del edificio, son los que corresponden a la zona de servicios, que las divisiones serán a base de elementos ligeros con la ubicación definida por cada usuario y que la fachada será resuelta a base de elementos prefabricados.

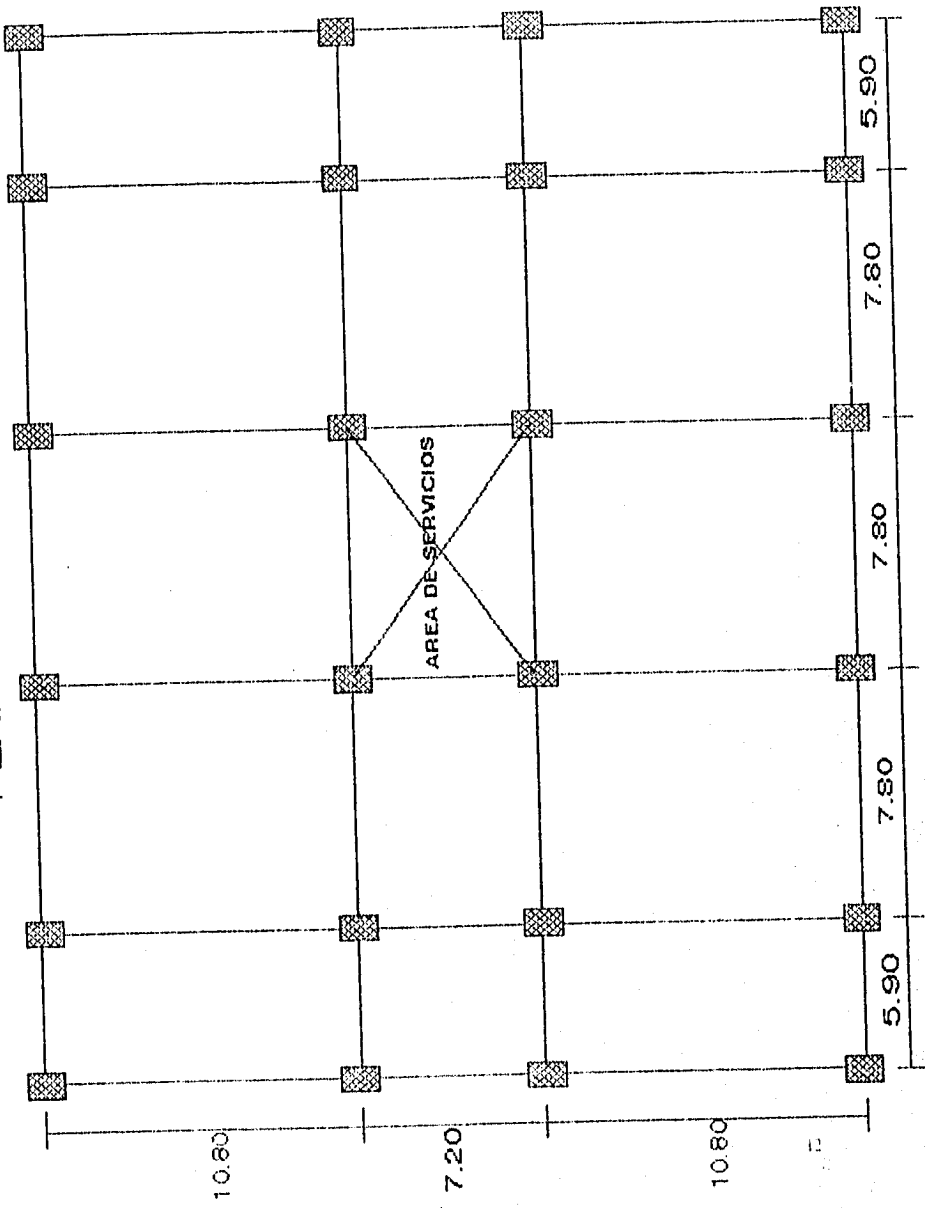
El diseño estructural del inmueble, que a continuación se plantea, se ha efectuado cumpliendo con la normatividad establecida por el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias, versión 1993, considerando que por su ubicación, la zona que le corresponde es la de

transición (zona II), que por su uso se clasifica como del grupo B y por su altura dentro del subgrupo B-1.

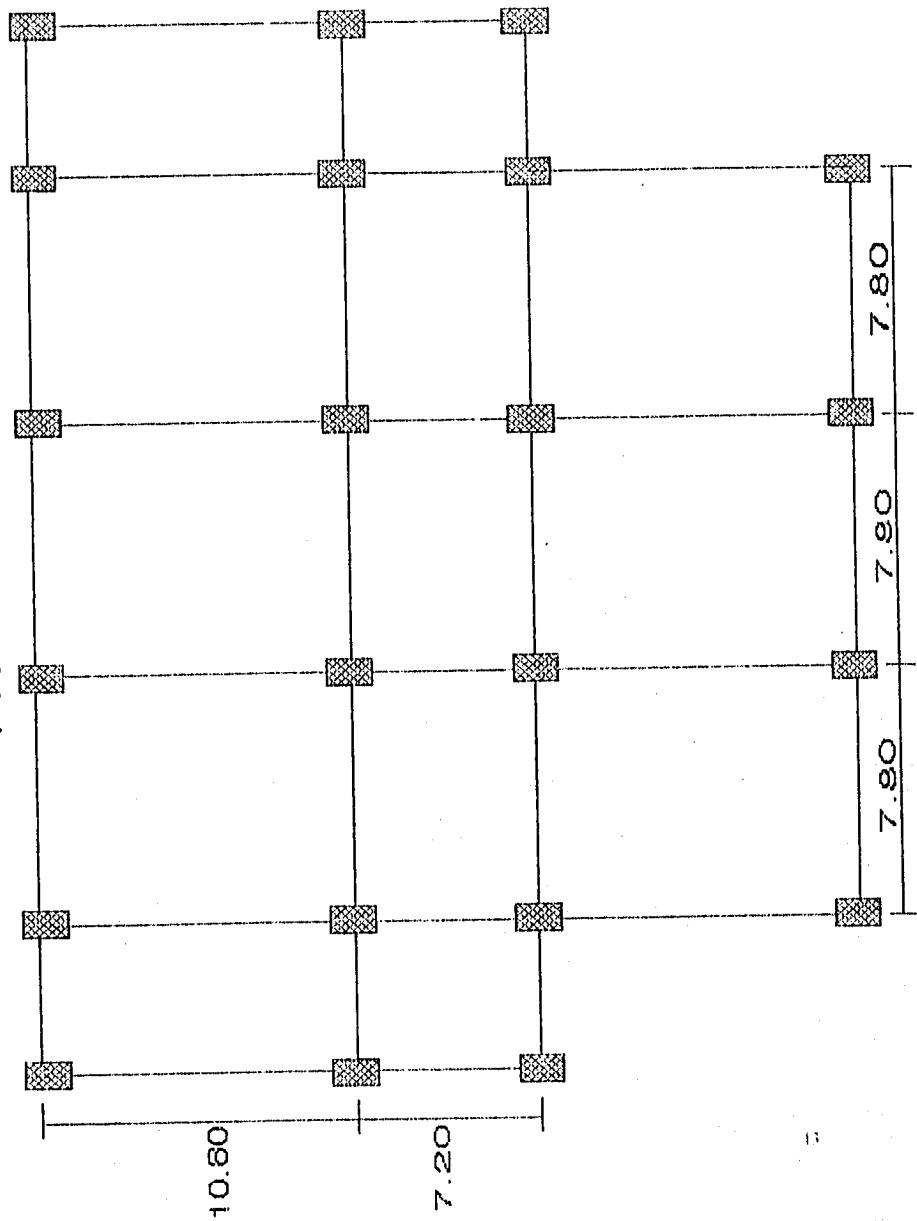
Planta tipo de estacionamientos y PB



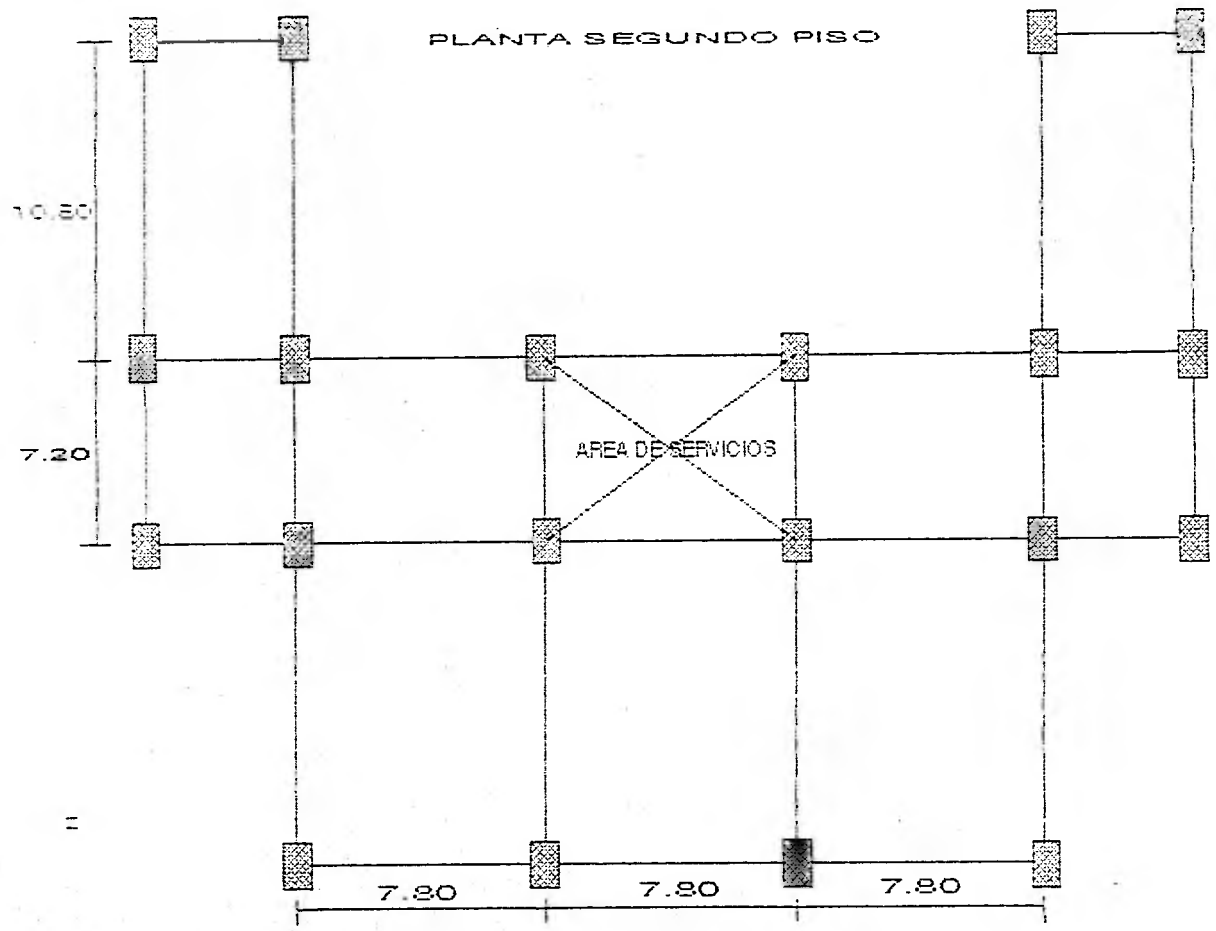
PLANTA MEZZANINE



PRIMER PISO

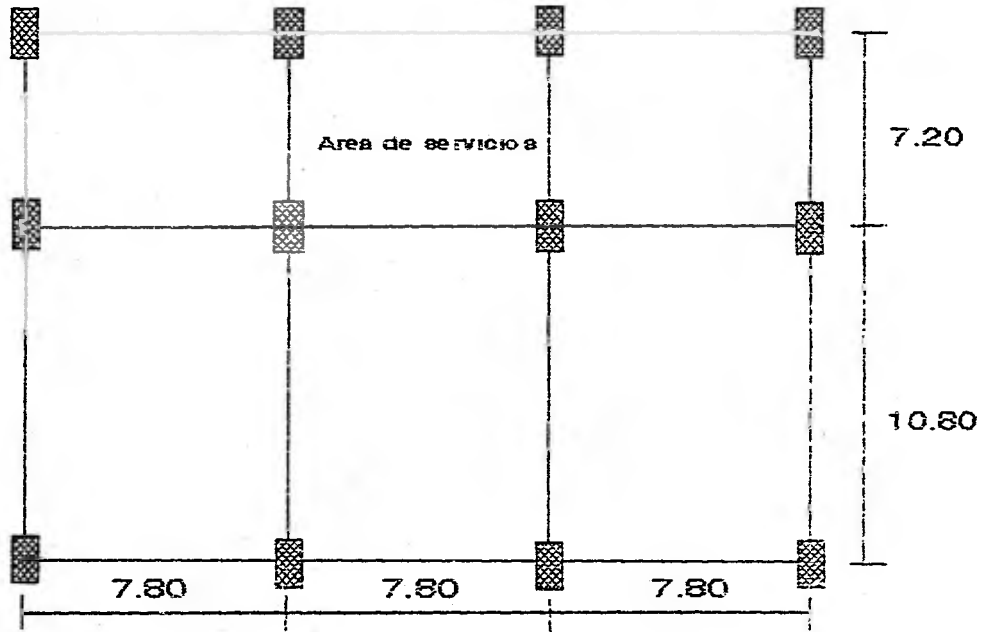


PLANTA SEGUNDO PISO



11

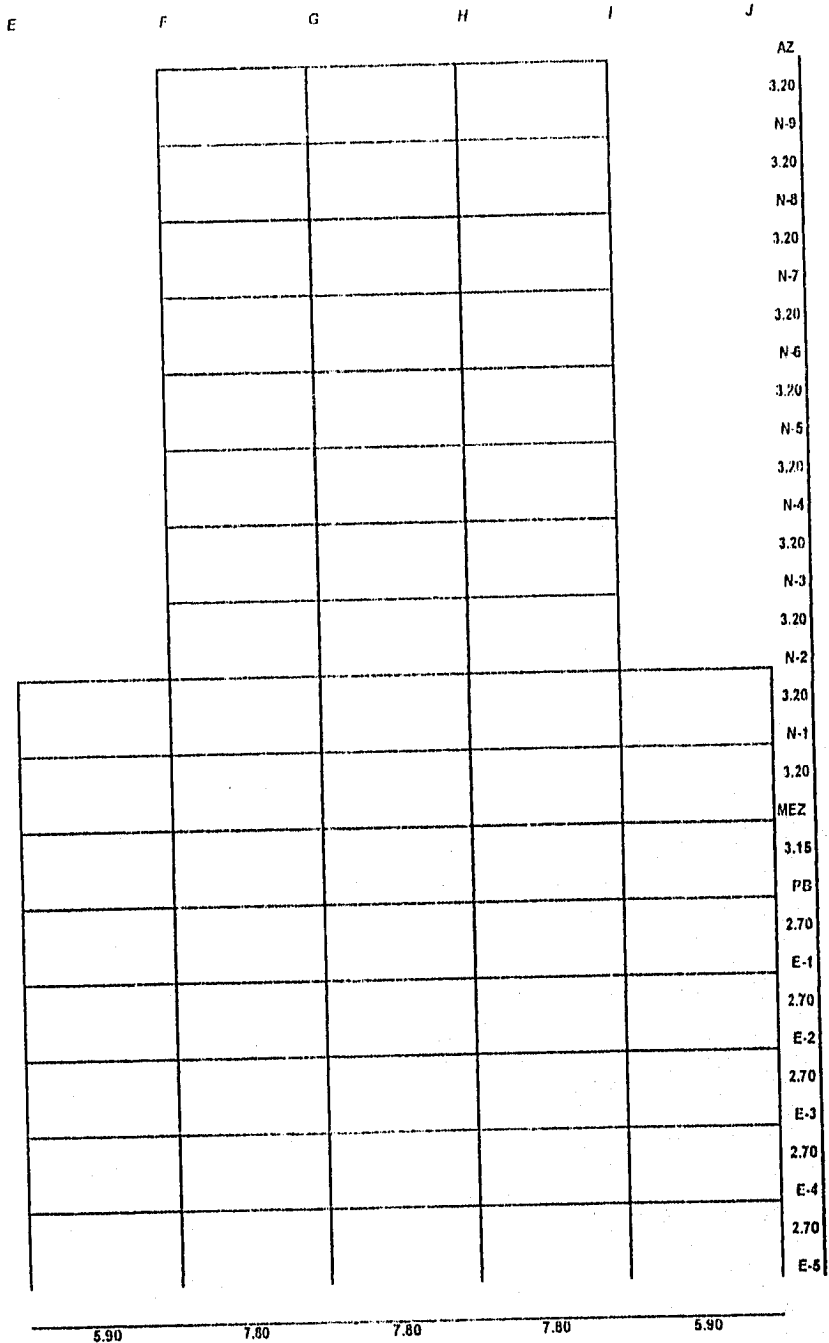
PLANTA TIPO PISOS 3 AL 9



Marco 01

E	F	G	H	I	J
					AZ 3.20
					N-9 3.20
					N-8 3.20
					N-7 3.20
					N-6 3.20
					N-5 3.20
					N-4 3.20
					N-3 3.20
					N-2 3.20
					N-1 3.20
					MEZ 3.15
					PB 2.70
					E-1 2.70
					E-2 2.70
					E-3 2.70
					E-4 2.70
					E-5 2.70
5.90	7.80	7.80	7.80	7.80	5.90

Marco 02



Marco 03

E

F

G

H

I

J

					AZ
					3.20
					N-9
					3.20
					N-8
					3.20
					N-7
					3.20
					N-6
					3.20
					N-5
					3.20
					N-4
					3.20
					N-3
					3.20
					N-2
					3.20
					N-1
					3.20
					MEZ
					3.16
					PB
					2.70
					E-1
					2.70
					E-2
					2.70
					E-3
					2.70
					E-4
					2.70
					E-5

5.90 7.80 7.80 7.80 5.90

Marco 04

E	F	G	H	I	J	
						N-2 3.20
						N-1 3.20
						MEZ 3.15
						PB 2.70
						E-1 2.70
						E-2 2.70
						E-3 2.70
						E-4 2.70
						E-5 2.70
5.90	7.80	7.80	7.80	7.80	5.90	

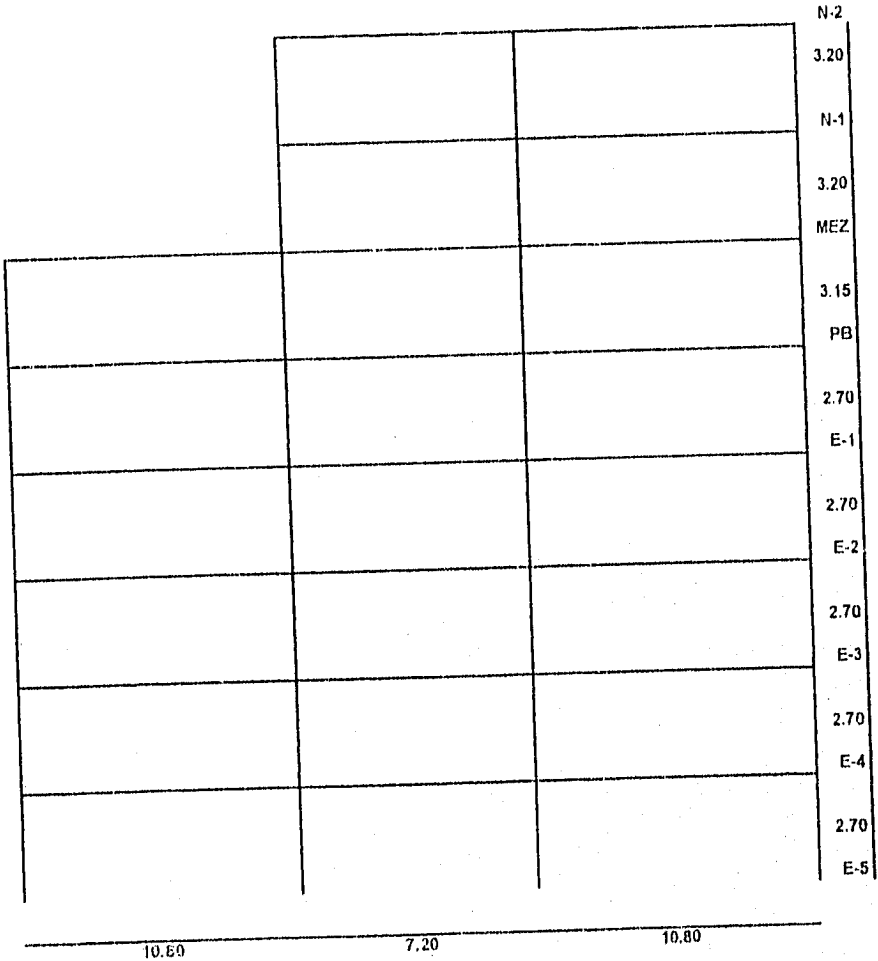
Marco E

1

2

3

4



Marco F

				AZ
				3.20
				N-0
				3.20
				N-6
				3.20
				N-7
				3.20
				N-6
				3.20
				N-5
				3.20
				N-4
				3.20
				N-3
				3.20
				N-2
				3.20
				N-1
				3.20
				MEZ
				3.15
				PB
				2.70
				E-1
				2.70
				E-2
				2.70
				E-2
				2.70
				E-4
				2.70
				E-5
10.80	7.20	10.80		

Marco G

				N/
				3.20
				N-9
				3.20
				N-8
				3.20
				N-7
				3.20
				N-6
				3.20
				N-5
				3.20
				N-4
				3.20
				N-3
				3.20
				N-2
				3.20
				N-1
				3.20
				MEZ
				3.15
				PB
				2.70
				E-1
				2.70
				E-2
				2.70
				E-3
				2.70
				E-4
				2.70
				E-5

10.80

7.20

10.80

Marco H

1	2	3	4
			AZ
			3.20
			N-9
			3.20
			N-8
			3.20
			N-7
			3.20
			N-6
			3.20
			N-5
			3.20
			N-4
			3.20
			N-3
			3.20
			N-2
			3.20
			N-1
			3.20
			MEZ
			3.15
			PB
			2.70
			E-1
			2.70
			E-2
			2.70
			E-3
			2.70
			E-4
			2.70
			E-5

10.80

7.20

10.60

Marco I

1	2	3	4
			AZ
			3.20
			N-9
			3.20
			N-8
			3.20
			N-7
			3.20
			N-6
			3.20
			N-5
			3.20
			N-4
			3.20
			N-3
			3.20
			N-2
			3.20
			N-1
			3.20
			MEZ
			3.15
			PB
			2.70
			E-1
			2.70
			E-2
			2.70
			E-3
			2.70
			E-4
			2.70
			E-5

10.80

7.20

10.00

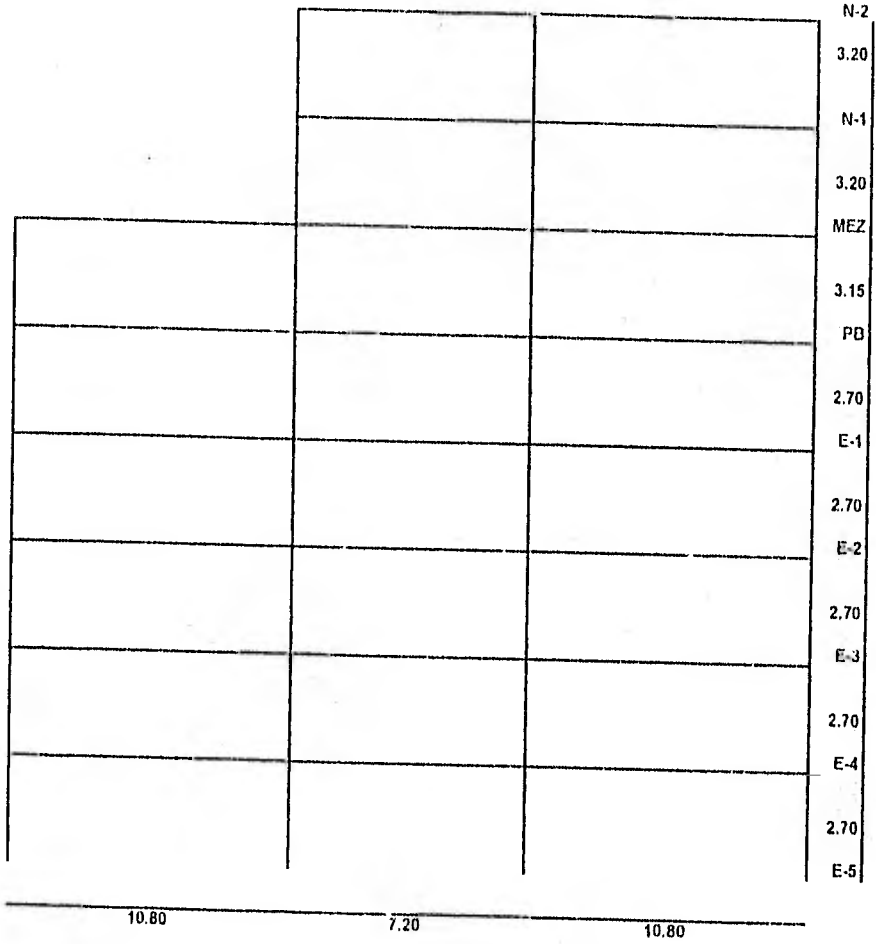
Marco J

1

2

3

4



II.- SOLICITACIONES

Carga muerta

Se llama carga muerta al conjunto de acciones que se producen por el peso propio de la construcción; incluye el peso de la estructura misma y el de los elementos no estructurales, como los muros divisorios, los revestimientos de pisos, muros y fachadas, la ventanería, las instalaciones y todos aquellos elementos que conservan una posición fija en la construcción, de manera que gravitan en forma constante sobre la estructura. Es así que la carga muerta es la principal acción permanente.

La evaluación de la carga muerta es en general sencilla. En su mayoría se representan por medio de cargas uniformemente distribuidas sobre las distintas áreas de la construcción, aunque hay casos de cargas lineales (muros divisorios) y concentradas (equipos fijos o trabes secundarias). Aunque éstas son las solicitaciones que presentan menor grado de incertidumbre, las diferencias que suele haber entre los valores de cálculo y los reales no son despreciables. Esto se debe a las diferencias entre las dimensiones especificadas en el proyecto y las que resultan en la construcción, a modificaciones y adiciones en los elementos no estructurales y a las variaciones en los pesos volumétricos de los materiales.

Carga viva

La carga viva es la que se debe a la operación y uso de la construcción. Incluye, por tanto, todo aquello que no tiene una posición fija y definitiva dentro de la misma y no puede considerarse como carga muerta; entran así en la carga viva el peso y las cargas debidos a muebles, mercancías, equipos y personas.

Dependiendo de la combinación de cargas que se esté revisando, pueden interesar distintos valores de la carga viva con respecto a su variación temporal. Para sus superposición con las cargas permanentes, interesa la carga viva máxima, o sea

II.- SOLICITACIONES

Carga muerta

Se llama carga muerta al conjunto de acciones que se producen por el peso propio de la construcción; incluye el peso de la estructura misma y el de los elementos no estructurales, como los muros divisorios, los revestimientos de pisos, muros y fachadas, la ventanería, las instalaciones y todos aquellos elementos que conservan una posición fija en la construcción, de manera que gravitan en forma constante sobre la estructura. Es así que la carga muerta es la principal acción permanente.

La evaluación de la carga muerta es en general sencilla. En su mayoría se representan por medio de cargas uniformemente distribuidas sobre las distintas áreas de la construcción, aunque hay casos de cargas lineales (muros divisorios) y concentradas (equipos fijos o trabes secundarias). Aunque éstas son las solicitaciones que presentan menor grado de incertidumbre, las diferencias que suele haber entre los valores de cálculo y los reales no son despreciables. Esto se debe a las diferencias entre las dimensiones especificadas en el proyecto y las que resultan en la construcción, a modificaciones y adiciones en los elementos no estructurales y a las variaciones en los pesos volumétricos de los materiales.

Carga viva

La carga viva es la que se debe a la operación y uso de la construcción. Incluye, por tanto, todo aquello que no tiene una posición fija y definitiva dentro de la misma y no puede considerarse como carga muerta; entran así en la carga viva el peso y las carga debidos a muebles, mercancías, equipos y personas.

Dependiendo de la combinación de cargas que se esté revisando, pueden interesar distintos valores de la carga viva con respecto a su variación temporal. Para sus superposición con las cargas permanentes, interesa la carga viva máxima, o sea

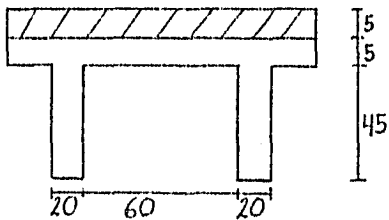
la máxima intensidad que ésta puede adquirir a lo largo de la vida esperada de la estructura. Para su superposición con una acción accidental, interesa la carga viva instantánea, o sea el valor que pueda adquirir en un instante cualquiera dentro de la vida de la estructura, esto es en el instante en que ocurra la acción accidental. Para fines de estimar efectos a largo plazo interesa la carga viva media; así como para calcular deformaciones diferidas en estructuras de concreto y hundimientos en suelos arcillosos saturados que reaccionan muy lentamente con el tiempo.

Para la evaluación de la carga muerta como de la carga viva, se elaboraron unos esquemas de cada entrepiso (estacionamiento, planta baja, mezzanine planta de oficinas y azotea) donde se muestra un perfil de cada una de las losas y sus componentes y la forma de como se obtuvo la carga muerta y carga viva de acuerdo con los artículos 196, 197, 198 y 199 del reglamento de construcciones para el distrito federal 1987.

En las hojas siguientes se presentan estos esquemas.

Análisis de cargas en losas de los entrepisos.

Entrepiso de estacionamiento, losa aligerada con casetones de Block hueco de concreto



$$\begin{aligned} \text{losa plana (v=.338m}^3/\text{m)} & \quad .881\text{T/m}^2 \\ \text{Recubrimiento (v=.05m}^3/\text{m)} & \quad .105\text{T/m}^2 \\ \text{Adicional Art. 197 RCDF} & \quad \underline{.040\text{T/m}^2} \\ W_{cm} & = .956\text{T/m}^2 \end{aligned}$$

W para diseño Gravitacional

$$\begin{aligned} W_{cm} & = 0.956\text{T/m}^2 \\ W_{cm \text{ max}} & = \underline{.250\text{T/m}^2} \\ W_G & = 1.206\text{T/m}^2 \end{aligned}$$

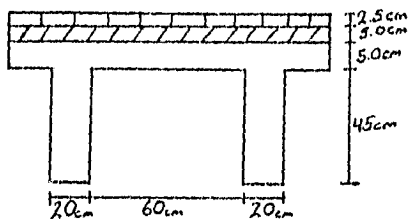
W para diseño Sísmico

$$\begin{aligned} W_{cm} & = 0.956\text{T/m}^2 \\ W_{cm \text{ insl}} & = \underline{.100\text{T/m}^2} \\ W_S & = 1.056\text{T/m}^2 \end{aligned}$$

W para flechas y asentamientos

$$\begin{aligned} W_{cm} & = 0.956\text{T/m}^2 \\ W_{cm \text{ med}} & = \underline{.040\text{T/m}^2} \\ W_A & = .996\text{T/m}^2 \end{aligned}$$

Entrepiso de planta baja, losa aligerada con casetones de Block hueco de concreto



Mosaico de marmol e=1"	.065 T/m ²
Firme	.105 T/m ²
losa plana (v=.338m ³ /m)	.881T/m ²
Instalaciones	.010T/m ²
Adicional Art. 197 RCDF	<u>.040T/m²</u>

$$W_{cm} = 1.031T/m^2$$

W para diseño Gravitacional

$$W_{cm} = 1.031T/m^2$$

$$W_{cm\ max} = \underline{.350T/m^2} \quad (\text{comercios})$$

$$W_G = 1.381T/m^2$$

W para diseño Sísmico

$$W_{cm} = 1.031T/m^2$$

$$W_{cm\ inst} = \underline{.315T/m^2}$$

$$W_S = 1.346T/m^2$$

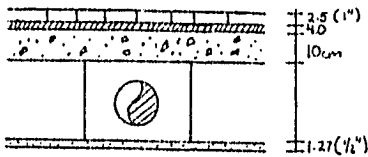
W para flechas y asentamientos

$$W_{cm} = 1.031T/m^2$$

$$W_{cm\ mod} = \underline{.280T/m^2}$$

$$W_A = 1.311T/m^2$$

Entrepiso Mezzanine, Losa h=10cm



Mosaico de marmol e=1"	.065T/m ²
Mortero	.084T/m ²
losa	.240T/m ²
Instalaciones	.010T/m ²
Plafón de yeso	.030T/m ²
Cancelería ligera	.050T/m ²
Adicional Art. 197 RCDF	<u>.040T/m²</u>
W_{cm}=	.520T/m²

W para diseño Gravitacional

W _{cm} =	.520T/m ²	
W _{cm max} =	<u>.350T/m²</u>	(comercios)
W _G =	.870T/m ²	

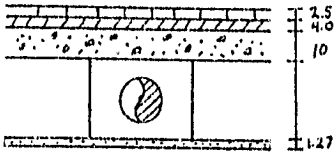
W para diseño Sísmico

W _{cm} =	.520T/m ²
W _{cm inst} =	<u>.315T/m²</u>
W _S =	.835T/m ²

W para flechas y asentamientos

W _{cm} =	.520T/m ²
W _{cm med} =	<u>.280T/m²</u>
W _A =	.800T/m ²

Entrepiso oficinas, Losa h=10cm



Mosaico de marmol e=1"	.065T/m ²
Mortero	.084T/m ²
losa	.240T/m ²
Instalaciones	.010T/m ²
Plafón de yeso	.030T/m ²
Cancelería ligera	.050T/m ²
Adicional Art. 197 RCDF	<u>.040T/m²</u>
W_{cm}	.520T/m²

W para diseño Gravitacional

$$W_{cm} = .520T/m^2$$

$$W_{cm \max} = \underline{.250T/m^2} \quad (\text{oficinas})$$

$$W_G = .770T/m^2$$

W para diseño Sísmico

$$W_{cm} = .520T/m^2$$

$$W_{cm \text{ inst}} = \underline{.130T/m^2}$$

$$W_S = .700T/m^2$$

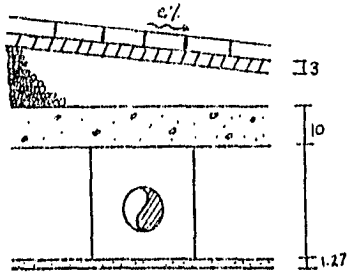
W para flechas y asentamientos

$$W_{cm} = .520T/m^2$$

$$W_{cm \text{ med}} = \underline{.100T/m^2}$$

$$W_A = .620T/m^2$$

Análisis de carga en losa de azotea, Losa h=10cm



Escobillado de cemento	.006T/m ²
Enladrillado	.022T/m ²
Mortero	.063T/m ²
Relleno de tezontle	.150T/m ²
losa	.240T/m ²
Instalaciones	.010T/m ²
Plafón de yeso	.030T/m ²
Adicional Art. 197 RCDF	<u>.040T/m²</u>
W_{cm}	.550T/m²

W para diseño Gravitacional

$$W_{cm} = .550T/m^2$$

$$W_{cm \max} = \underline{.100T/m^2} \quad (\text{azotea})$$

$$W_G = .650T/m^2$$

W para diseño Sismico

$$W_{cm} = .550T/m^2$$

$$W_{cm \text{ sisl}} = \underline{.070T/m^2}$$

$$W_S = .620T/m^2$$

W para flechas y asentamientos

$$W_{cm} = .550T/m^2$$

$$W_{cm \text{ mod}} = \underline{.015T/m^2}$$

$$W_A = .565T/m^2$$

Carga por sismo

La carga por sismo que se utilizó es la referida al artículo 203 de diseño por sismo del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal 1987 en el que se menciona que las estructuras se analizarán bajo la acción de dos componentes horizontales ortogonales no simultáneas del movimiento del terreno.

III.- ANÁLISIS DE COMPORTAMIENTO SÍSMICO

Existen diversos procedimientos para evaluar las sollicitaciones que el sismo de diseño introduce en la estructura. Los métodos aceptados por las normas tienen distinto nivel de refinamiento y se subdividen en dos grupos: los de tipo estático y los dinámicos. En los primeros se aplica a la estructura un sistema de cargas laterales cuyo efecto estático se supone equivalente al de la acción sísmica. En los segundos se realiza un análisis de la respuesta dinámica de un modelo generalmente muy simplificado.

El programa que se utilizó para hacer el análisis sísmico fue el ELMERgc y el método que emplea este es el siguiente:

- El análisis lo realiza en el plano, marco por marco.
- Para el análisis de los marcos emplea el método matricial de rigideces
- Los coeficientes de las matrices de rigidez de miembros de sección constante, así como las acciones de empotramiento de las cargas aplicadas, son calculadas por el programa de manera explícita.
- Para miembros de sección variable, los coeficientes de la matriz de rigidez individual de miembro, así como las acciones de empotramiento de las cargas aplicadas sobre ellos, son calculadas por ELMER realizando la integración numérica a lo largo del miembro.
- La matriz de rigidez de cada marco plano es ensamblada tomando únicamente en cuenta en cada renglón, del primer valor diferente de cero al valor sobre la diagonal, es decir se considera sólo el perfil de la matriz. La solución del sistema de ecuaciones así planteado se realiza con el método de Gauss adaptado para trabajar la matriz perfilada.
- El análisis sísmico lo realiza siguiendo los lineamientos del RDF-87: REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES DEL DISTRITO FEDERAL. julio 6 de 1987.
- Para el análisis sísmico dinámico, las frecuencias de vibración se obtienen resolviendo el sistema de ecuaciones de equilibrio dinámico, planteadas para

vibraciones libres no amortiguadas, empleando el método de Jacobi. De las frecuencias así calculadas, se obtienen los períodos y modos de vibración

A continuación se presentan el marco No.2 y el marco G con el propósito de mostrar todo lo referente a lo que el programa ejecuta para evaluar el sismo, todo esto tanto para el factor de comportamiento sísmico $Q=2$ como para $Q=3$.

DATOS ANALISIS SISMICO [para generar estados de carga 1 y 2]

NIVELES: 11
 ZONA: 2
 GRUPO: B
 Qx: 2.00
 Qy: 2.00
 No.MARCOS X: 04
 Y: 06
 REGULAR: N

Valores del Espectro:
 c=0.320 Ta=0.30 Tb=1.50 r=0.666667

NV	Wlot (T)	H (m)	Xcg (m)	Ycg (m)	Bx (m)	By (m)
11	206.40	3.20	17.60	9.14	23.40	18.00
10	261.50	3.20	17.60	9.17	23.40	18.00
09	261.50	3.20	17.60	9.17	23.40	18.00
08	261.50	3.20	17.60	9.17	23.40	18.00
07	268.20	3.20	17.60	9.18	23.40	18.00
06	268.20	3.20	17.60	9.18	23.40	18.00
05	268.20	3.20	17.60	9.18	23.40	18.00
04	347.40	3.20	17.60	9.20	23.40	18.00
03	586.60	3.20	17.80	13.69	23.40	18.00
02	695.20	3.20	17.83	15.71	35.20	28.80
01	772.30	3.15	17.68	14.40	35.20	28.80

POSICION DE MARCOS (m)

X01	X02	X03	X04	Y01	Y02	Y03	Y04	Y05	Y06
0.00	10.80	18.00	28.80	0.00	5.90	13.70	21.50	29.30	35.20

NUDOS EXTREMOS EN MARCOS

NV	X01		X02		X03		X04		Y01		Y02		Y03		Y04		Y05		Y06	
	Ni	Nj	Ni	Nj	Ni	Nj	Ni	Nj	Ni	Nj	Ni	Nj	Ni	Nj	Ni	Nj	Ni	Nj	Ni	Nj
11	79	82	83	86	83	86	0	0	0	0	58	60	57	59	57	59	58	60	0	0
10	75	78	79	82	79	82	0	0	0	0	55	57	54	56	54	56	55	57	0	0
09	71	74	75	78	75	78	0	0	0	0	52	54	51	53	51	53	52	54	0	0
08	67	70	71	74	71	74	0	0	0	0	49	51	48	50	48	50	49	51	0	0
07	63	66	67	70	67	70	0	0	0	0	46	48	45	47	45	47	46	48	0	0
06	59	62	63	66	63	66	0	0	0	0	43	45	42	44	42	44	43	45	0	0
05	55	58	59	62	59	62	0	0	0	0	40	42	39	41	39	41	40	42	0	0
04	51	54	55	58	55	58	0	0	0	0	37	39	36	38	36	38	37	39	0	0
03	47	50	49	54	49	54	49	52	32	34	33	36	33	35	33	35	33	36	32	34
02	43	46	43	48	43	48	43	48	29	31	29	32	29	32	29	32	29	32	29	31
01	37	42	37	42	37	42	37	42	25	28	25	28	25	28	25	28	25	28	25	28

ANALISIS SISMICO

RIGIDEZES CALCULADAS DE MARCOS (T/cm)

NV	X01	X02	X03	X04	Y01	Y02
11	89.319	94.153	95.008	0.000	0.000	48.934
10	113.530	117.174	116.979	0.000	0.000	72.814

09	118.753	121.389	121.101	0.000	0.000	80.134
08	123.290	125.438	125.200	0.000	0.000	85.792
07	125.597	127.350	127.111	0.000	0.000	90.833
06	128.899	130.659	130.485	0.000	0.000	97.305
05	139.616	142.337	143.021	0.000	0.000	109.708
04	157.600	182.038	192.107	0.000	0.000	135.038
03	143.360	302.139	282.563	194.176	153.422	170.309
02	186.463	295.593	285.224	297.592	206.244	178.410
01	433.295	317.438	328.391	394.872	317.883	309.288

NV	Y03	Y04	Y05	Y06
11	48.827	48.825	48.930	0.000
10	72.460	72.458	72.811	0.000
09	79.870	79.869	80.131	0.000
08	85.562	85.561	85.787	0.000
07	90.397	90.395	90.828	0.000
06	96.206	96.203	97.295	0.000
05	107.306	107.297	109.687	0.000
04	129.886	129.862	134.982	0.000
03	106.714	106.735	170.351	153.307
02	206.563	206.628	178.585	206.316
01	302.890	302.976	309.513	317.983

DIR:X MODO:01 Frecuencia (1/seg): 1.0 Periodo (seg): 0.9669
 Ordenada del espectro: 0.3200 factor ductilidad (Q'): 1.6000
 Acel. espectral diseño (cm/seg²): 196.2 Coef. de participacion: 0.0730

	FORMA DE	DzT/Q	DzR/Q	V
NV	VIBRAR	(m)	(m)	(T)
11	19.7030	0.066794	0.002131	59.35
10	19.0743	0.064663	0.003801	132.14
09	17.9532	0.060863	0.005555	200.66
08	16.3148	0.055308	0.007031	262.92
07	14.2407	0.048277	0.008384	318.66
06	11.7675	0.039893	0.009351	364.71
05	9.0093	0.030542	0.009412	399.98
04	6.2330	0.021130	0.008116	431.58
03	3.8389	0.013014	0.005037	464.55
02	2.3530	0.007977	0.004567	488.42
01	1.0000	0.003390	0.003390	499.69

DIR:X MODO:02 Frecuencia (1/seg): 2.6 Periodo (seg): 0.3795
 Ordenada del espectro: 0.3200 factor ductilidad (Q'): 1.6000
 Acel. espectral diseño (cm/seg²): 196.2 Coef. de participacion: 0.1886

	FORMA DE	DzT/Q	DzR/Q	V
NV	VIBRAR	(m)	(m)	(T)
11	-4.1161	-0.005558	-0.001151	-32.05
10	-3.2638	-0.004408	-0.001848	-64.25
09	-1.8954	-0.002560	-0.002296	-82.95
08	-0.1950	-0.000263	-0.002270	-84.87
07	1.4858	0.002006	-0.001838	-69.04
06	2.8465	0.003844	-0.001052	-41.04
05	3.6256	0.004896	-0.000102	-4.35
04	3.7015	0.004999	0.000830	44.16

03	3.0865	0.004168	0.001222	112.70
02	2.1816	0.002946	0.001596	169.92
01	1.0000	0.001350	0.001350	199.05

DIR:X MODO:03 Frecuencia (1/seg): 3.9 Periodo (seg): 0.2534
 Ordenada del espectro: 0.2827 factor ductilidad (Q'): 1.4756
 Acel. espectral diseño (cm/seg²): 187.9 Coef. de participacion: 0.1454

NV	FORMA DE VIBRAR	DzT/Q (m)	DzR/Q (m)	V (T)
11	3.5462	0.001576	0.000732	20.39
10	1.8985	0.000844	0.000984	34.22
09	-0.3163	-0.000141	0.000884	31.92
08	-2.3045	-0.001024	0.000405	15.13
07	-3.2149	-0.001429	-0.000234	-8.89
06	-2.6884	-0.001195	-0.000743	-28.98
05	-1.0165	-0.000452	-0.000861	-36.57
04	0.9201	0.000409	-0.000520	-27.67
03	2.0910	0.000929	0.000072	6.62
02	1.9295	0.000857	0.000413	43.99
01	1.0000	0.000444	0.000444	65.50

DIR:Y MODO:01 Frecuencia (1/seg): 1.0 Periodo (seg): 0.9704
 Ordenada del espectro: 0.3200 factor ductilidad (Q'): 1.6000
 Acel. espectral diseño (cm/seg²): 196.2 Coef. de participacion: 0.0548

NV	FORMA DE VIBRAR	DzT/Q (m)	DzR/Q (m)	V (T)
11	26.5501	0.068103	0.003073	60.07
10	25.3523	0.065031	0.004569	132.75
09	23.5711	0.060462	0.006260	200.32
08	21.1307	0.054202	0.007613	260.89
07	18.1628	0.046589	0.008671	314.29
06	14.7824	0.037918	0.009244	357.75
05	11.1786	0.028674	0.009000	390.62
04	7.6697	0.019674	0.007925	419.83
03	4.5803	0.011749	0.005220	449.38
02	2.5452	0.006529	0.003963	468.78
01	1.0000	0.002565	0.002565	477.24

DIR:Y MODO:02 Frecuencia (1/seg): 2.6 Periodo (seg): 0.3824
 Ordenada del espectro: 0.3200 factor ductilidad (Q'): 1.6000
 Acel. espectral diseño (cm/seg²): 196.2 Coef. de participacion: 0.1337

NV	FORMA DE VIBRAR	DzT/Q (m)	DzR/Q (m)	V (T)
11	-6.3115	-0.006135	-0.001782	-34.84
10	-4.4781	-0.004353	-0.002277	-66.16
09	-2.1354	-0.002076	-0.002534	-81.10
08	0.4718	0.000459	-0.002270	-77.80
07	2.8073	0.002729	-0.001591	-57.66
06	4.4439	0.004319	-0.000666	-25.78
05	5.1293	0.004986	0.000254	11.01
04	4.8682	0.004732	0.001062	56.24
03	3.7760	0.003670	0.001344	115.69

02 2.3934 0.002326 0.001354 160.19
 01 1.0000 0.000972 0.000972 180.84

DIR:Y MODO:03 Frecuencia (1/seg): 3.9 Periodo (seg): 0.2580
 Ordenada del espectro: 0.2864 factor ductilidad (Q'): 1.4881
 Acel. espectral diseño (cm/seg²): 188.8 Coef. de participacion: 0.1345

	FORMA DE	DzT/Q	DzR/Q	V
NV	VIBRAR	(m)	(m)	(T)
11	4.6055	0.001973	0.001259	24.62
10	1.6671	0.000714	0.001236	35.91
09	-1.2171	-0.000522	0.000864	27.66
08	-3.2347	-0.001386	0.000168	5.76
07	-3.6268	-0.001554	-0.003536	-19.43
06	-2.3756	-0.001018	-0.000928	-35.93
05	-0.2088	-0.000089	-0.000861	-37.38
04	1.8014	0.000772	-0.000400	-21.18
03	2.7342	0.001172	0.000238	20.50
02	2.1784	0.000933	0.000505	59.72
01	1.0000	0.000428	0.000428	79.72

	Klx	Kly	J	Xct	Yct
NV	(T/cm)	(T/cm)	(T*m ² /cm)	(m)	(m)
11	278.5	195.5	29,942.6	17.60	9.79
10	347.7	290.5	41,021.3	17.60	9.70
09	361.2	320.0	44,030.8	17.60	9.66
08	373.9	342.7	46,466.5	17.60	9.65
07	380.1	362.5	48,344.2	17.60	9.64
06	390.0	387.0	50,839.3	17.60	9.64
05	425.0	434.0	56,458.3	17.60	9.67
04	531.7	529.8	69,063.9	17.60	10.20
03	922.2	860.8	221,987.3	17.60	15.12
02	1,064.9	1,182.7	288,555.1	17.60	15.87
01	1,474.0	1,860.5	470,808.3	17.60	14.05

Wt: 4,199.00

	Vdx	Vdy	PCx	PCy	EXx	EXy
NV	(T)	(T)	(m)	(m)	(m)	(m)
11	89.413	98.356	17.600	9.140	-0.652	-0.000
10	187.607	198.804	17.600	9.156	-0.540	-0.000
09	272.012	283.099	17.600	9.160	-0.503	-0.000
08	343.022	354.031	17.600	9.162	-0.488	-0.000
07	404.554	415.949	17.600	9.165	-0.474	-0.000
06	456.089	468.006	17.600	9.167	-0.473	-0.000
05	497.563	509.755	17.600	9.168	-0.507	-0.001
04	538.829	551.084	17.600	9.170	-1.030	-0.001
03	592.520	603.274	17.617	9.580	-5.537	-0.019
02	642.827	647.883	17.632	10.059	-5.808	-0.029
01	671.840	671.840	17.634	10.247	-3.804	-0.031

Cortante basal minimo (RDF-87/NTC Sec.9.3): Dir X=671.84 (T) Dir Y=671.84 (T)

*Los Cortantes y Desplazamientos en direccion X se multiplicaron por 1.2383 para cumplir con RDF-87/NTC seccion 9.3

*Los Cortantes y Desplazamientos en direccion Y se multiplicaron por 1.2976 para cumplir con RDF-87/NTC seccion 9.3

	Mt1x	Mt2x	Mt1y	Mt2y
NV	(T*m)	(T*m)	(T*m)	(T*m)
11	-259.7	259.7	-230.2	230.1
10	-544.8	544.8	-465.3	465.2
09	-790.0	790.0	-662.5	662.4
08	-996.2	996.2	-828.5	828.4
07	-1,174.9	1,174.9	-973.4	973.2
06	-1,324.5	1,324.5	-1,095.4	1,095.0
05	-1,445.0	1,445.0	-1,193.3	1,192.5
04	-1,802.4	1,564.8	-1,290.7	1,288.8
03	-5,988.0	-2,214.4	-1,428.8	1,400.2
02	-7,451.9	-1,882.3	-2,308.7	2,261.8
01	-5,768.9	-1,107.2	-2,396.2	2,344.0

	Dx	Dy	Fax	Fay	Dx*Fax	Dy*Fay
NV	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
11	0.1660	0.1775	1.0047	1.0067	0.1668	0.1787
10	0.1605	0.1692	1.0085	1.0102	0.1619	0.1709
09	0.1509	0.1570	1.0128	1.0145	0.1528	0.1593
08	0.1370	0.1407	1.0169	1.0185	0.1393	0.1433
07	0.1197	0.1212	1.0212	1.0223	0.1223	0.1239
06	0.0993	0.0991	1.0252	1.0254	0.1018	0.1016
05	0.0766	0.0755	1.0273	1.0267	0.0787	0.0776
04	0.0538	0.0526	1.0260	1.0261	0.0552	0.0539
03	0.0339	0.0321	1.0189	1.0203	0.0346	0.0327
02	0.0212	0.0182	1.0206	1.0185	0.0216	0.0185
01	0.0091	0.0072	1.0185	1.0146	0.0093	0.0073

X01	Vd	Vtx	Vty	Vd+Vtx	0.3(Vd+Vtx)	Fsx	Fsy
NV	(T)	(T)	(T)	+0.3Vty	+Vty	(T)	(T)
11	28.68	7.59	6.72	38.28	17.60	38.28	17.60
10	61.26	14.62	12.48	79.63	35.25	41.35	17.65
09	89.42	20.59	17.27	115.19	50.27	35.56	15.02
08	113.10	25.51	21.21	144.97	62.80	29.78	12.53
07	133.69	29.42	24.38	170.43	73.31	25.46	10.52
06	150.73	32.37	26.77	191.13	81.70	20.70	8.39
05	163.46	34.57	28.55	206.60	87.96	15.47	6.26
04	159.70	41.95	30.04	210.67	90.54	4.07	2.58
03	92.11	58.46	13.95	154.75	59.12	-55.92	-31.42
02	112.56	76.41	23.67	196.07	80.36	41.32	21.24
01	197.49	74.60	30.99	281.39	112.62	85.32	32.25

X02	Vd	Vtx	Vty	Vd+Vtx	0.3(Vd+Vtx)	Fsx	Fsy
NV	(T)	(T)	(T)	+0.3Vty	+Vty	(T)	(T)
11	30.23	0.82	0.73	31.27	10.05	31.27	10.05
10	63.23	1.72	1.47	65.38	20.95	34.11	10.91
09	91.40	2.48	2.08	94.50	30.24	29.12	9.29
08	115.07	3.09	2.57	118.93	38.02	24.43	7.78
07	135.56	3.59	2.98	140.04	44.72	21.11	6.70
06	152.78	3.95	3.27	157.71	50.29	17.67	5.56
05	166.65	4.10	3.38	171.76	54.61	14.05	4.32
04	184.46	2.47	2.04	187.55	58.12	15.79	3.51
03	194.12	35.18	8.40	231.82	77.19	44.27	19.06

	M1x	M2x	M1y	M2y
NV	(T*m)	(T*m)	(T*m)	(T*m)
11	-259.7	259.7	-230.2	230.1
10	-544.8	544.8	-465.3	465.2
09	-790.0	790.0	-662.5	662.4
08	-996.2	996.2	-828.5	828.4
07	-1,174.9	1,174.9	-973.4	973.2
06	-1,324.5	1,324.5	-1,095.4	1,095.0
05	-1,445.0	1,445.0	-1,193.3	1,192.5
04	-1,802.4	1,564.8	-1,290.7	1,288.8
03	-5,988.0	-2,214.4	-1,428.8	1,400.2
02	-7,451.9	-1,882.3	-2,308.7	2,261.8
01	-5,768.9	-1,107.2	-2,396.2	2,344.0

	Dx	Dy	Fax	Fay	Dx*Fax	Dy*Fay
NV	(m)	(m)			(m)	(m)
11	0.1660	0.1775	1.0047	1.0067	0.1668	0.1787
10	0.1605	0.1692	1.0085	1.0102	0.1619	0.1709
09	0.1509	0.1570	1.0128	1.0145	0.1528	0.1593
08	0.1370	0.1407	1.0169	1.0185	0.1393	0.1433
07	0.1197	0.1212	1.0212	1.0223	0.1223	0.1239
06	0.0993	0.0991	1.0252	1.0254	0.1018	0.1016
05	0.0766	0.0755	1.0273	1.0267	0.0787	0.0776
04	0.0538	0.0526	1.0260	1.0261	0.0552	0.0539
03	0.0339	0.0321	1.0189	1.0203	0.0346	0.0327
02	0.0212	0.0182	1.0206	1.0185	0.0216	0.0185
01	0.0091	0.0072	1.0185	1.0146	0.0093	0.0073

X01	Vd	Vtx	Vty	Vd+Vtx	0.3(Vd+Vtx)	Fsx	Fsy
NV	(T)	(T)	(T)	+0.3Vty	+Vty	(T)	(T)
11	28.68	7.59	6.72	38.28	17.60	38.28	17.60
10	61.26	14.62	12.48	79.63	35.25	41.35	17.65
09	89.42	20.59	17.27	115.19	50.27	35.56	15.02
08	113.10	25.51	21.21	144.97	62.80	29.78	12.53
07	133.69	29.42	24.38	170.43	73.31	25.46	10.52
06	150.73	32.37	26.77	191.13	81.70	20.70	8.39
05	163.46	34.57	28.55	206.60	87.96	15.47	6.26
04	159.70	41.95	30.04	210.67	90.54	4.07	2.58
03	92.11	58.46	13.95	154.75	59.12	-55.92	-31.42
02	112.56	76.41	23.67	196.07	80.36	41.32	21.24
01	197.49	74.60	30.99	281.39	112.62	85.32	32.25

X02	Vd	Vtx	Vty	Vd+Vtx	0.3(Vd+Vtx)	Fsx	Fsy
NV	(T)	(T)	(T)	+0.3Vty	+Vty	(T)	(T)
11	30.23	0.82	0.73	31.27	10.05	31.27	10.05
10	63.23	1.72	1.47	65.38	20.95	34.11	10.91
09	91.40	2.48	2.08	94.50	30.24	29.12	9.29
08	115.07	3.09	2.57	118.93	38.02	24.43	7.78
07	135.56	3.59	2.98	140.04	44.72	21.11	6.70
06	152.78	3.95	3.27	157.71	50.29	17.67	5.56
05	166.65	4.10	3.38	171.76	54.61	14.05	4.32
04	184.46	2.47	2.04	187.55	58.12	15.79	3.51
03	194.12	35.18	8.40	231.82	77.19	44.27	19.06

02	178.44	38.68	11.99	220.72	77.12	-11.10	-0.06
01	144.69	12.65	5.25	158.91	52.45	-61.81	-24.67

X03	Vd	Vtx	Vly	Vd+Vtx	0.3(Vd+Vtx)	Fsx	Fsy
NV	(T)	(T)	(T)	+0.3Vly	+Vly	(T)	(T)
11	30.50	6.76	5.99	39.07	17.17	39.07	17.17
10	63.12	12.90	11.02	79.33	33.02	40.26	16.65
09	91.19	18.11	15.19	113.66	47.98	34.53	14.16
08	114.85	22.41	18.64	142.86	59.82	29.00	11.84
07	135.30	25.83	21.40	167.55	69.74	24.69	9.92
06	152.58	28.42	23.50	188.05	77.80	20.50	8.07
05	167.45	30.47	25.17	205.47	84.54	17.42	6.74
04	194.67	33.95	28.00	237.02	96.59	31.54	12.04
03	181.54	-8.13	5.24	174.99	57.27	-62.03	-39.32
02	172.18	-3.97	4.87	169.67	55.33	-5.32	-1.94
01	149.68	-3.05	6.60	148.61	50.59	-21.06	-4.74

X04	Vd	Vtx	Vly	Vd+Vtx	0.3(Vd+Vtx)	Fsx	Fsy
NV	(T)	(T)	(T)	+0.3Vly	+Vly	(T)	(T)
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
03	124.75	-26.50	17.10	103.38	46.58	103.38	46.58
02	179.65	-25.11	30.79	163.78	77.15	60.40	30.58
01	179.98	-13.70	29.64	175.18	79.53	11.40	2.37

Y01	Vd	Vly	Vtx	Vd+Vly	0.3(Vd+Vly)	Fsy	Fsx
NV	(T)	(T)	(T)	+0.3Vtx	+Vtx	(T)	(T)
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
03	107.52	17.03	72.83	146.40	110.19	146.40	110.19
02	112.98	28.46	93.76	169.56	136.19	23.16	25.99
01	114.79	27.86	68.56	163.21	111.36	-6.35	-24.83

Y02	Vd	Vly	Vtx	Vd+Vly	0.3(Vd+Vly)	Fsy	Fsx
NV	(T)	(T)	(T)	+0.3Vtx	+Vtx	(T)	(T)
11	24.62	4.40	4.96	30.51	13.67	30.51	13.67
10	49.82	9.66	11.31	62.88	29.16	32.37	15.49
09	70.89	14.10	16.82	90.04	42.32	27.17	13.16
08	88.63	17.89	21.52	112.98	53.48	22.93	11.16
07	104.24	21.39	25.83	133.38	63.52	20.40	10.04
06	117.67	24.52	29.66	151.09	72.32	17.71	8.80
05	128.86	27.11	32.85	165.82	79.64	14.74	7.32
04	140.47	29.48	41.23	182.32	92.21	16.50	12.57

03	119.35	12.57	53.74	148.04	93.32	-34.28	1.10
02	97.73	16.37	53.92	130.27	88.15	-17.77	-5.17
01	111.68	18.02	44.35	143.01	83.26	12.74	-4.89

Y03	Vd	Vly	Vlx	Vd+Vly	0.3(Vd+Vly)	sy	Fsx
NV	(T)	(T)	(T)	+0.3Vlx	+Vlx	(T)	(T)
11	24.56	1.46	1.65	26.52	9.46	26.52	9.46
10	49.58	3.20	3.75	53.91	19.59	27.39	10.13
09	70.66	4.69	5.59	77.02	28.19	23.11	8.60
08	88.39	5.95	7.15	96.49	35.46	19.46	7.26
07	103.74	7.10	8.57	113.41	41.82	16.92	6.36
06	116.34	8.08	9.77	127.35	47.10	13.95	5.28
05	126.04	8.84	10.71	138.09	51.17	10.73	4.07
04	135.11	9.45	13.22	148.53	56.50	10.44	5.41
03	74.78	2.62	11.22	80.78	34.44	-67.75	-22.14
02	113.15	6.32	20.82	125.72	56.66	44.94	22.22
01	109.37	5.88	14.48	119.60	49.06	-6.11	-7.60

Y04	Vd	Vly	Vlx	Vd+Vly	0.3(Vd+Vly)	Fsy	Fsx
NV	(T)	(T)	(T)	+0.3Vlx	+Vlx	(T)	(T)
11	24.56	1.46	1.65	26.52	9.46	26.52	9.46
10	49.58	3.21	3.75	53.91	19.59	27.39	10.13
09	70.66	4.69	5.59	77.02	28.19	23.11	8.60
08	88.39	5.95	7.15	96.49	35.46	19.46	7.26
07	103.74	7.10	8.57	113.41	41.82	16.92	6.36
06	116.34	8.08	9.78	127.35	47.10	13.95	5.28
05	126.03	8.85	10.71	138.09	51.17	10.73	4.07
04	135.09	9.47	13.22	148.52	56.59	10.44	5.42
03	74.80	2.68	11.23	80.85	34.48	-67.67	-22.11
02	113.19	6.44	20.79	125.87	56.68	45.02	22.21
01	109.40	6.01	14.47	119.76	49.09	-6.11	-7.59

Y05	Vd	Vly	Vlx	Vd+Vly	0.3(Vd+Vly)	Fsy	Fsx
NV	(T)	(T)	(T)	+0.3Vlx	+Vlx	(T)	(T)
11	24.61	4.40	4.96	30.51	13.67	30.51	13.67
10	49.82	9.66	11.31	62.88	29.16	32.37	15.49
09	70.89	14.11	16.82	90.04	42.32	27.17	13.16
08	88.62	17.90	21.52	112.98	53.47	22.93	11.16
07	104.23	21.40	25.83	133.38	63.52	20.40	10.04
06	117.66	24.53	29.66	151.08	72.31	17.70	8.80
05	128.83	27.13	32.85	165.81	79.64	14.73	7.32
04	140.41	29.52	41.22	182.30	92.20	16.48	12.57
03	119.38	12.83	53.77	148.34	93.43	-33.95	1.23
02	97.82	16.71	53.95	130.72	88.31	-17.62	-5.13
01	111.77	18.43	44.36	143.50	83.42	12.78	-4.89

Y06	Vd	Vly	Vlx	Vd+Vly	0.3(Vd+Vly)	Fsy	Fsx
NV	(T)	(T)	(T)	+0.3Vlx	+Vlx	(T)	(T)
11	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
09	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
08	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
07	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
06	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
05	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

04	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
03	107.44	17.37	72.79	146.64	110.23	146.64	110.23
02	113.02	29.05	93.76	170.19	136.38	23.55	26.15
01	114.82	28.48	68.56	163.87	111.56	-6.32	-24.82

RESUMEN DE VALORES DE DISEÑO

FUERZAS (T). SISMO EN DIRECCION X.

NV	X01	X02	X03	X04	Y01	Y02
11	38.281	31.272	39.066	0.000	0.000	13.670
10	41.345	34.113	40.262	0.000	0.000	15.490
09	35.562	29.118	34.530	0.000	0.000	13.160
08	29.782	24.432	28.999	0.000	0.000	11.156
07	25.456	21.109	24.695	0.000	0.000	10.041
06	20.703	17.670	20.501	0.000	0.000	8.800
05	15.472	14.049	17.420	0.000	0.000	7.323
04	4.066	15.786	31.543	0.000	0.000	12.573
03	-55.918	44.273	-62.029	103.381	110.195	1.104
02	41.322	-11.101	-5.315	60.397	25.992	-5.169
01	85.320	-61.811	-21.063	11.399	-24.830	-4.888

NV	Y03	Y04	Y05	Y06
11	9.459	9.459	13.670	0.000
10	10.129	10.130	15.490	0.000
09	8.603	8.603	13.160	0.000
08	7.264	7.264	11.155	0.000
07	6.363	6.363	10.041	0.000
06	5.283	5.283	8.799	0.000
05	4.070	4.071	7.321	0.000
04	5.412	5.415	12.566	0.000
03	-22.140	-22.111	1.233	110.231
02	22.218	22.206	-5.128	26.145
01	-7.600	-7.590	-4.886	-24.821

FUERZAS (T). SISMO EN DIRECCION Y.

NV	X01	X02	X03	X04	Y01	Y02
11	17.603	10.045	17.175	0.000	0.000	30.506
10	17.646	10.906	16.649	0.000	0.000	32.372
09	15.020	9.289	14.157	0.000	0.000	27.165
08	12.526	7.781	11.839	0.000	0.000	22.934
07	10.516	6.701	9.919	0.000	0.000	20.404
06	8.389	5.564	8.065	0.000	0.000	17.706
05	6.261	4.322	6.738	0.000	0.000	14.736
04	2.578	3.512	12.044	0.000	0.000	16.496
03	-31.420	19.065	-39.319	46.577	146.397	-34.277
02	21.244	-0.064	-1.938	30.577	23.163	-17.770
01	32.253	-24.669	-4.741	2.373	-6.346	12.738

NV	Y03	Y04	Y05	Y06
11	26.521	26.521	30.505	0.000
10	27.389	27.389	32.372	0.000
09	23.111	23.111	27.165	0.000
08	19.464	19.464	22.934	0.000
07	16.921	16.921	20.403	0.000
06	13.948	13.948	17.704	0.000

05	10.733	10.732	14.731	0.000
04	10.439	10.436	16.484	0.000
03	-67.751	-67.672	-33.955	146.643
02	44.942	45.017	-17.622	23.547
01	-6.113	-6.112	12.780	-6.317

DATOS ANALISIS SISMICO [para generar estados de carga 1 y 2]

NIVELES: 11
 ZONA: 2
 GRUPO: B
 Qx: 3.00
 Qy: 3.00
 No.MARCOS X: 04
 Y: 06
 REGULAR: N

Valores del Espectro:
 c=0.320 Ta=0.30 Tb=1.50 r=0.666667

NV	Wtot (T)	H (m)	Xcg (m)	Ycg (m)	Bx (m)	By (m)
11	206.40	3.20	17.60	9.14	23.40	18.00
10	261.50	3.20	17.60	9.17	23.40	18.00
09	261.50	3.20	17.60	9.17	23.40	18.00
08	261.50	3.20	17.60	9.17	23.40	18.00
07	268.20	3.20	17.60	9.18	23.40	18.00
06	268.20	3.20	17.60	9.18	23.40	18.00
05	268.20	3.20	17.60	9.18	23.40	18.00
04	347.40	3.20	17.60	9.20	23.40	18.00
03	588.60	3.20	17.80	13.69	23.40	18.00
02	695.20	3.20	17.83	15.71	35.20	28.80
01	772.30	3.15	17.68	14.40	35.20	28.80

POSICION DE MARCOS (m)

X01	X02	X03	X04	Y01	Y02	Y03	Y04
0.00	10.80	18.00	28.80	0.00	5.90	13.70	21.50
Y05	Y06						
29.30	35.20						

NUDOS EXTREMOS EN MARCOS

NV	X01		X02		X03		X04		Y01		Y02		Y03		Y04	
	Ni	Nj	Ni	Nj	Ni	Nj	Ni	Nj	Ni	Nj	Ni	Nj	Ni	Nj	Ni	Nj
11	79	82	83	86	83	86	0	0	0	0	58	60	57	59	57	59
10	75	78	79	82	79	82	0	0	0	0	55	57	54	56	54	56
09	71	74	75	78	75	78	0	0	0	0	52	54	51	53	51	53
08	67	70	71	74	71	74	0	0	0	0	49	51	48	50	48	50
07	63	66	67	70	67	70	0	0	0	0	46	48	45	47	45	47
06	59	62	63	66	63	66	0	0	0	0	43	45	42	44	42	44
05	55	58	59	62	59	62	0	0	0	0	40	42	39	41	39	41
04	51	54	55	58	55	58	0	0	0	0	37	39	36	38	36	38
03	47	50	49	54	49	54	49	52	32	34	33	36	33	35	33	35
02	43	46	43	48	43	48	43	48	29	31	29	32	29	32	29	32
01	37	42	37	42	37	42	37	42	25	28	25	28	25	28	25	28

NV	Y05		Y06	
	Ni	Nj	Ni	Nj
11	58	60	0	0

10 55 57 0 0
 09 52 54 0 0
 08 49 51 0 0
 07 46 48 0 0
 06 43 45 0 0
 05 40 42 0 0
 04 37 39 0 0
 03 33 36 32 34
 02 29 32 29 31
 01 25 28 25 28

ANALISIS SISMICO

RIGIDEZES CALCULADAS DE MARCOS (T/cm)

NV	X01	X02	X03	X04	Y01	Y02
11	89.319	94.153	95.008	0.000	0.000	48.934
10	113.530	117.174	116.979	0.000	0.000	72.814
09	118.753	121.389	121.101	0.000	0.000	80.134
08	123.290	125.438	125.200	0.000	0.000	85.792
07	125.597	127.350	127.111	0.000	0.000	90.833
06	128.899	130.659	130.485	0.000	0.000	97.305
05	139.616	142.337	143.021	0.000	0.000	109.708
04	157.600	182.038	192.107	0.000	0.000	135.038
03	143.360	302.139	282.563	194.176	153.422	170.309
02	186.463	295.593	285.224	297.592	206.244	178.410
01	433.295	317.438	328.391	394.872	317.863	309.288

NV	Y03	Y04	Y05	Y06
11	48.827	48.825	48.930	0.000
10	72.460	72.458	72.811	0.000
09	79.870	79.869	80.131	0.000
08	85.562	85.561	85.787	0.000
07	90.397	90.395	90.828	0.000
06	96.206	96.203	97.295	0.000
05	107.306	107.297	109.687	0.000
04	129.886	129.862	134.982	0.000
03	106.714	106.735	170.351	153.307
02	206.563	206.628	178.585	206.316
01	302.890	302.976	309.513	317.983

DIR:X MODO:01 Frecuencia (1/seg): 1.0 Periodo (seg): 0.9669
 Ordenada del espectro: 0.3200 factor ductilidad (Q): 2.4000
 Acel. espectral diseño (cm/seg²): 130.8 Coef. de participacion: 0.0730

FORMA DE	DzT/Q	DzR/Q	V	
NV	VIBRAR	(m)	(T)	
11	19.7030	0.044530	0.001421	39.57
10	19.0743	0.043109	0.002534	88.09
09	17.9532	0.040575	0.003703	133.77
08	16.3148	0.036872	0.004687	175.28
07	14.2407	0.032185	0.005590	212.44
06	11.7675	0.026595	0.006234	243.14
05	9.0093	0.020361	0.006275	266.65
04	6.2330	0.014087	0.005411	287.72
03	3.8389	0.008676	0.003358	309.70

02 2.3530 0.005318 0.003058 325.62
 01 1.0000 0.002260 0.002260 333.13

DIR:X MODO:02 Frecuencia (1/seg): 2.6 Periodo (seg): 0.3795
 Ordenada del espectro: 0.3200 factor ductilidad (Q'): 2.4000
 Acel. espectral diseño (cm/seg2): 130.8 Coef. de participacion: 0.1886

NV	FORMA DE VIBRAR	DzT/Q (m)	DzR/Q (m)	V (T)
11	-4.1161	-0.003706	-0.000767	-21.37
10	-3.2638	-0.002938	-0.001232	-42.83
09	-1.8954	-0.001706	-0.001531	-55.30
08	-0.1950	-0.000176	-0.001513	-56.58
07	1.4858	0.001338	-0.001225	-46.56
06	2.8465	0.002563	-0.000701	-27.36
05	3.6256	0.003264	-0.000068	-2.90
04	3.7015	0.003332	0.000554	29.44
03	3.0865	0.002779	0.000815	75.13
02	2.1816	0.001964	0.001064	113.28
01	1.0000	0.000900	0.000900	132.70

DIR:X MODO:03 Frecuencia (1/seg): 3.9 Periodo (seg): 0.2534
 Ordenada del espectro: 0.2827 factor ductilidad (Q'): 2.1513
 Acel. espectral diseño (cm/seg2): 128.9 Coef. de participacion: 0.1454

NV	FORMA DE VIBRAR	DzT/Q (m)	DzR/Q (m)	V (T)
11	3.5462	0.001081	0.000502	13.99
10	1.8985	0.000579	0.000675	23.47
09	-0.3163	-0.000096	0.000606	21.89
08	-2.3045	-0.000702	0.000278	10.38
07	-3.2149	-0.000980	-0.000160	-6.10
06	-2.6884	-0.000819	-0.000510	-19.88
05	-1.0165	-0.000310	-0.000590	-25.09
04	0.9201	0.000280	-0.000357	-18.98
03	2.0910	0.000637	0.000049	4.54
02	1.9295	0.000588	0.000283	30.17
01	1.0000	0.000305	0.000305	-44.93

DIR:Y MODO:01 Frecuencia (1/seg): 1.0 Periodo (seg): 0.9704
 Ordenada del espectro: 0.3200 factor ductilidad (Q'): 2.4000
 Acel. espectral diseño (cm/seg2): 130.8 Coef. de participacion: 0.0548

NV	FORMA DE VIBRAR	DzT/Q (m)	DzR/Q (m)	V (T)
11	26.5501	0.045402	0.002048	40.05
10	25.3523	0.043354	0.003046	88.50
09	23.5711	0.040308	0.004173	133.54
08	21.1307	0.036135	0.005075	173.93
07	18.1628	0.031059	0.005781	209.53
06	14.7824	0.025279	0.006163	238.50
05	11.1786	0.019116	0.006000	260.41
04	7.6697	0.013116	0.005283	279.88
03	4.5803	0.007833	0.003480	299.59
02	2.5452	0.004352	0.002642	312.52

01 1.0000 0.001710 0.001710 318.16

DIR:Y MODO:02 Frecuencia (1/seg): 2.6 Periodo (seg): 0.3824
 Ordenada del espectro: 0.3200 factor ductilidad (Q'): 2.4000
 Acel. espectral diseño (cm/seg²): 130.8 Coef. de participacion: 0.1337

NV	FORMA DE VIBRAR	DzT/Q (m)	DzR/Q (m)	V (T)
11	-6.3115	-0.004090	-0.001188	-23.23
10	-4.4781	-0.002902	-0.001518	-44.11
09	-2.1354	-0.001384	-0.001689	-54.06
08	0.4718	0.000306	-0.001513	-51.86
07	2.8073	0.001819	-0.001061	-38.44
06	4.4439	0.002880	-0.000444	-17.19
05	5.1293	0.003324	0.000169	7.34
04	4.8682	0.003155	0.000708	37.50
03	3.7760	0.002447	0.000896	77.12
02	2.3934	0.001551	0.000903	106.79
01	1.0000	0.000648	0.000648	120.56

DIR:Y MODO:03 Frecuencia (1/seg): 3.9 Periodo (seg): 0.2580
 Ordenada del espectro: 0.2864 factor ductilidad (Q'): 2.1762
 Acel. espectral diseño (cm/seg²): 129.1 Coef. de participacion: 0.1315

NV	FORMA DE VIBRAR	DzT/Q (m)	DzR/Q (m)	V (T)
11	4.6055	0.001349	0.000861	16.83
10	1.6671	0.000488	0.000845	24.55
09	-1.2171	-0.000357	0.000591	18.92
08	-3.2347	-0.000948	0.000115	3.94
07	-3.6268	-0.001063	-0.000367	-13.29
06	-2.3756	-0.000696	-0.000635	-24.57
05	-0.2088	-0.000061	-0.000589	-25.56
04	1.8014	0.000528	-0.000273	-14.48
03	2.7342	0.000801	0.000163	14.02
02	2.1784	0.000638	0.000345	40.84
01	1.0000	0.000293	0.000293	54.51

NV	Klx (T/cm)	Kly (T/cm)	J (T*m ² /cm)	Xct (m)	Yct (m)
11	278.5	195.5	29,942.6	17.60	9.79
10	347.7	290.5	41,021.3	17.60	9.70
09	361.2	320.0	44,030.8	17.60	9.66
08	373.9	342.7	46,466.5	17.60	9.65
07	380.1	362.5	48,344.2	17.60	9.64
06	390.0	387.0	50,839.3	17.60	9.64
05	425.0	434.0	56,458.3	17.60	9.67
04	531.7	529.8	69,063.9	17.60	10.20
03	922.2	860.8	221,987.3	17.60	15.12
02	1,064.9	1,182.7	288,555.1	17.60	15.87
01	1,474.0	1,860.5	470,808.3	17.60	14.05

Wt: 4,199.00

Vdx Vdy PCx PCy EXx EXy

NV	(T)	(T)	(m)	(m)	(m)	(m)
11	60.060	66.055	17.600	9.140	-0.652	-0.000
10	125.281	132.693	17.600	9.156	-0.540	-0.000
09	181.373	188.661	17.600	9.160	-0.503	-0.000
08	228.594	235.843	17.600	9.162	-0.488	-0.000
07	269.572	277.081	17.600	9.165	-0.474	-0.000
06	303.922	311.769	17.600	9.167	-0.473	-0.000
05	331.572	339.574	17.600	9.168	-0.507	-0.001
04	359.070	367.088	17.600	9.170	-1.030	-0.001
03	394.821	401.846	17.617	9.579	-5.538	-0.019
02	428.351	431.648	17.632	10.059	-5.808	-0.029
01	447.893	447.893	17.634	10.249	-3.803	-0.031

Cortante basal mínimo [RDF-87/NTC Sec.9.3]: Dir X=447.89 (T) Dir Y=447.89 (T)

*Los Cortantes y Desplazamientos en direccion X se multiplicaron pcr 1.2373 para cumplir con RDF-87/NTC seccion 9.3

*Los Cortantes y Desplazamientos en direccion Y se multiplicaron por 1.2961 para cumplir con RDF-87/NTC seccion 9.3

NV	Mt1x (T*m)	Mt2x (T*m)	Mt1y (T*m)	Mt2y (T*m)
11	-174.4	174.4	-154.6	154.6
10	-363.8	363.8	-310.5	310.5
09	-526.7	526.7	-441.5	441.4
08	-663.9	663.9	-551.9	551.8
07	-782.9	782.9	-648.5	648.3
06	-882.7	882.7	-729.7	729.4
05	-963.0	963.0	-794.9	794.4
04	-1,201.1	1,042.8	-859.8	858.5
03	-3,990.2	-1,475.7	-951.8	932.7
02	-4,965.7	-1,254.4	-1,538.2	1,506.9
01	-3,844.7	-737.8	-1,597.5	1,562.6

NV	Dx (m)	Dy (m)	Fax	Fay	Dx*Fax (m)	Dy*Fay (m)
11	0.1659	0.1773	1.0070	1.0100	0.1671	0.1791
10	0.1604	0.1690	1.0128	1.0154	0.1625	0.1716
09	0.1508	0.1568	1.0194	1.0219	0.1537	0.1603
08	0.1369	0.1406	1.0256	1.0280	0.1404	0.1445
07	0.1196	0.1210	1.0323	1.0339	0.1235	0.1251
06	0.0992	0.0990	1.0384	1.0387	0.1030	0.1028
05	0.0766	0.0755	1.0416	1.0407	0.0797	0.0785
04	0.0537	0.0525	1.0396	1.0397	0.0559	0.0546
03	0.0339	0.0321	1.0287	1.0308	0.0349	0.0331
02	0.0212	0.0182	1.0313	1.0281	0.0218	0.0187
01	0.0091	0.0072	1.0280	1.0221	0.0094	0.0074

X01	Vd (T)	Vlx (T)	Vly (T)	Vd+Vlx +0.3Vly	0.3(Vd+Vlx) +Vly	Fsx (T)	Fsy (T)
NV							
11	19.26	5.10	4.52	25.71	11.82	25.71	11.82
10	40.91	9.76	8.33	53.17	23.53	27.46	11.71
09	59.62	13.73	11.51	76.80	33.51	23.63	9.98
08	75.37	17.00	14.13	96.61	41.84	19.80	8.33
07	89.08	19.61	16.24	113.56	48.85	16.95	7.00
06	100.44	21.57	17.83	127.36	54.44	13.80	5.59
05	108.93	23.04	19.02	137.68	58.61	10.31	4.17

04	106.42	27.96	20.01	140.38	60.33	2.71	1.72
03	61.37	38.96	9.29	103.12	39.39	-37.27	-20.94
02	75.01	50.92	15.77	130.65	53.55	27.54	14.16
01	131.66	49.72	20.66	187.58	75.07	56.93	21.53

X02	Vd	Vtx	Vty	Vd+Vtx	0.3(Vd+Vtx)	Fsx	Fsy
NV	(T)	(T)	(T)	+0.3Vty	+Vty	(T)	(T)
11	20.31	0.55	0.49	21.01	6.75	21.01	6.75
10	42.22	1.15	0.90	43.66	13.99	22.66	7.24
09	60.95	1.65	1.38	63.01	20.16	19.35	6.17
08	76.68	2.06	1.71	79.26	25.34	16.25	5.17
07	90.33	2.39	1.98	93.32	29.80	14.06	4.46
06	101.81	2.63	2.18	105.10	33.51	11.78	3.71
05	111.05	2.73	2.25	114.46	36.39	9.37	2.88
04	122.92	1.65	1.36	124.98	38.73	10.52	2.34
03	129.35	23.45	5.59	154.47	51.43	29.49	12.70
02	118.90	25.78	7.99	147.08	51.39	-7.39	-0.04
01	96.46	8.43	3.50	105.94	34.97	-41.14	-16.42

X03	Vd	Vtx	Vty	Vd+Vtx	0.3(Vd+Vtx)	Fsx	Fsy
NV	(T)	(T)	(T)	+0.3Vty	+Vty	(T)	(T)
11	20.49	4.54	4.03	26.24	11.54	26.24	11.54
10	42.15	8.62	7.35	52.97	22.58	26.73	11.05
09	60.80	12.08	10.12	75.92	31.99	22.94	9.40
08	76.54	14.94	12.42	95.20	39.86	19.28	7.87
07	90.16	17.21	14.26	111.65	46.47	16.45	6.61
06	101.67	18.94	15.66	125.31	51.84	13.67	5.38
05	111.59	20.31	16.76	136.92	56.33	11.61	4.49
04	129.72	22.62	18.65	157.94	64.36	21.02	8.02
03	120.97	-5.42	3.49	116.60	38.16	-41.34	-26.20
02	114.73	-2.64	3.24	113.06	36.87	-3.54	-1.29
01	99.79	-2.03	4.40	99.07	33.73	-13.99	-3.14

X04	Vd	Vtx	Vty	Vd+Vtx	0.3(Vd+Vtx)	Fsx	Fsy
NV	(T)	(T)	(T)	+0.3Vty	+Vty	(T)	(T)
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
03	83.13	-17.66	11.39	68.68	31.03	68.68	31.03
02	119.71	-16.73	20.51	109.13	51.41	40.25	20.38
01	119.99	-9.13	19.76	116.79	53.02	7.66	1.61

Y01	Vd	Vty	Vtx	Vd+Vty	0.3(Vd+Vty)	Fsy	Fsx
NV	(T)	(T)	(T)	+0.3Vtx	+Vtx	(T)	(T)
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
03	71.62	11.34	48.53	97.52	73.42	97.52	73.42
02	75.27	18.96	62.48	112.97	90.75	15.45	17.32
01	76.53	18.57	45.69	108.81	74.22	-4.17	-16.52

Y02	Vd	Vty	Vtx	Vd+Vty	0.3(Vd+Vty)	Fsy	Fsx
NV	(T)	(T)	(T)	+0.3Vtx	+Vtx	(T)	(T)
11	16.53	2.96	3.34	20.49	9.18	20.49	9.18
10	33.25	6.45	7.56	41.97	19.47	21.48	10.29
09	47.24	9.40	11.22	60.01	28.21	18.04	8.74
08	59.04	11.92	14.34	75.26	35.63	15.26	7.42
07	69.44	14.25	17.21	88.85	42.32	13.59	6.69
06	78.39	16.33	19.77	100.65	48.18	11.80	5.86
05	85.84	18.06	21.89	110.47	53.06	9.82	4.88
04	93.57	19.64	27.47	121.45	61.44	10.98	8.38
03	79.50	8.37	35.81	98.62	62.17	-22.83	0.74
02	65.11	10.90	35.93	86.79	58.74	-11.82	-3.44
01	74.46	12.01	29.56	95.34	55.50	8.54	-3.24

Y03	Vd	Vty	Vtx	Vd+Vty	0.3(Vd+Vty)	Fsy	Fsx
NV	(T)	(T)	(T)	+0.3Vtx	+Vtx	(T)	(T)
11	16.50	0.98	1.11	17.81	6.35	17.81	6.35
10	33.09	2.14	2.51	35.98	13.08	18.17	6.72
09	47.09	3.12	3.73	51.33	18.79	15.35	5.71
08	58.88	3.96	4.77	64.28	23.62	12.95	4.83
07	69.11	4.73	5.71	75.55	27.86	11.27	4.24
06	77.50	5.38	6.51	84.84	31.38	9.29	3.52
05	83.96	5.89	7.14	91.99	34.09	7.15	2.71
04	90.00	6.29	8.81	98.94	37.70	6.95	3.60
03	49.81	1.75	7.48	53.81	22.95	-45.13	-14.75
02	75.39	4.21	13.87	83.76	37.75	29.95	14.81
01	72.92	3.92	9.65	79.73	32.70	-4.02	-5.05

Y04	Vd	Vty	Vtx	Vd+Vty	0.3(Vd+Vty)	Fsy	Fsx
NV	(T)	(T)	(T)	+0.3Vtx	+Vtx	(T)	(T)
11	16.50	0.98	1.11	17.81	6.35	17.81	6.35
10	33.09	2.14	2.51	35.98	13.08	18.17	6.72
09	47.09	3.12	3.73	51.33	18.79	15.35	5.71
08	58.88	3.96	4.77	64.28	23.62	12.95	4.83
07	69.10	4.73	5.71	75.55	27.86	11.27	4.24
06	77.50	5.39	6.51	84.84	31.38	9.29	3.52
05	83.96	5.89	7.14	91.99	34.09	7.15	2.71
04	89.98	6.31	8.81	98.93	37.70	6.95	3.61
03	49.82	1.79	7.49	53.86	22.97	-45.08	-14.73
02	75.41	4.29	13.86	83.86	37.77	30.00	14.80
01	72.94	4.01	9.64	79.84	32.73	-4.02	-5.04

Y05	Vd	Vty	Vtx	Vd+Vty	0.3(Vd+Vty)	Fsy	Fsx
NV	(T)	(T)	(T)	+0.3Vtx	+Vtx	(T)	(T)
11	16.53	2.96	3.33	20.49	9.18	20.49	9.18
10	33.25	6.45	7.56	41.97	19.47	21.48	10.29
09	47.24	9.40	11.22	60.01	28.21	18.04	8.74
08	59.04	11.92	14.34	75.26	35.63	15.26	7.42

07	69.43	14.25	17.21	88.85	42.32	13.59	6.69
06	78.38	16.34	19.76	100.65	48.18	11.80	5.86
05	85.82	18.07	21.89	110.46	53.06	9.81	4.88
04	93.53	19.66	27.47	121.44	61.43	10.98	8.37
03	79.52	8.55	35.83	98.82	62.25	-22.62	0.82
02	65.18	11.13	35.95	87.09	58.84	-11.72	-3.41
01	74.51	12.29	29.57	95.67	55.60	8.57	-3.24

Y06	Vd	Vty	Vtx	Vd+Vty	0.3(Vd+Vty)	Fsy	Fsx
NV	(T)	(T)	(T)	+0.3Vtx	+Vtx	(T)	(T)
11	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
09	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
08	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
07	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
06	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
05	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
04	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
03	71.56	11.57	48.50	97.69	73.45	97.69	73.45
02	75.30	19.35	62.48	113.39	90.87	15.71	17.43
01	76.55	18.99	45.70	109.25	74.36	-4.15	-16.52

RESUMEN DE VALORES DE DISEÑO

FUERZAS (T). SISMO EN DIRECCION X.

NV	X01	X02	X03	X04	Y01	Y02
11	25.713	21.005	26.241	0.000	0.000	9.181
10	27.458	22.657	26.732	0.000	0.000	10.286
09	23.632	19.350	22.944	0.000	0.000	8.742
08	19.805	16.247	19.283	0.000	0.000	7.420
07	16.953	14.058	16.446	0.000	0.000	6.688
06	13.799	11.778	13.665	0.000	0.000	5.865
05	10.315	9.366	11.613	0.000	0.000	4.880
04	2.709	10.519	21.019	0.000	0.000	8.376
03	-37.268	29.492	-41.343	66.884	73.421	0.737
02	27.537	-7.394	-3.539	40.248	17.325	-3.438
01	56.926	-41.142	-13.988	7.656	-16.522	-3.237

NV	Y03	Y04	Y05	Y06
11	6.353	6.353	9.181	0.000
10	6.723	6.723	10.286	0.000
09	5.714	5.714	8.742	0.000
08	4.832	4.832	7.420	0.000
07	4.238	4.238	6.687	0.000
06	3.520	3.521	5.864	0.000
05	2.712	2.712	4.878	0.000
04	3.605	3.607	8.371	0.000
03	-14.749	-14.730	0.823	73.445
02	14.807	14.799	-3.411	17.427
01	-5.049	-5.042	-3.236	-16.515

FUERZAS (T). SISMO EN DIRECCION Y.

NV	X01	X02	X03	X04	Y01	Y02
11	11.823	6.747	11.536	0.000	0.000	20.488
10	11.711	7.243	11.048	0.000	0.000	21.482

09	9.978	6.173	9.404	0.000	0.000	18.038
08	8.330	5.175	7.873	0.000	0.000	15.255
07	7.003	4.463	6.606	0.000	0.000	13.590
06	5.592	3.709	5.376	0.000	0.000	11.798
05	4.173	2.881	4.491	0.000	0.000	9.815
04	1.716	2.341	8.024	0.000	0.000	10.984
03	-20.936	12.700	-26.199	31.031	97.522	-22.834
02	14.158	-0.041	-1.290	20.377	15.450	-11.822
01	21.525	-16.422	-3.143	1.611	-4.167	8.542

NV	Y03	Y04	Y05	Y06
11	17.812	17.811	20.487	0.000
10	18.172	18.172	21.482	0.000
09	15.345	15.345	18.038	0.000
08	12.947	12.947	15.255	0.000
07	11.270	11.270	13.589	0.000
06	9.294	9.294	11.797	0.000
05	7.149	7.148	9.812	0.000
04	6.949	6.947	10.976	0.000
03	-45.131	-45.079	-22.619	97.686
02	29.953	30.003	-11.723	15.706
01	-4.024	-4.023	8.571	-4.147

IV.-Análisis Estructural.

En este punto se realizó todo lo que el programa requería como fue el número de marcos, el número de marcos en dirección X, el número de marcos en dirección Y, el número y tipo de secciones, los estados de carga que son:

- los gravitacionales
- los sísmicos en sus dos direcciones
- la carga de los marcos.

Todo lo referente a la geometría de marcos y cada uno de sus elementos, los datos sísmicos y ubicación de cada nivel, así como el peso de cada nivel, la altura de los entresijos y su centro de carga.

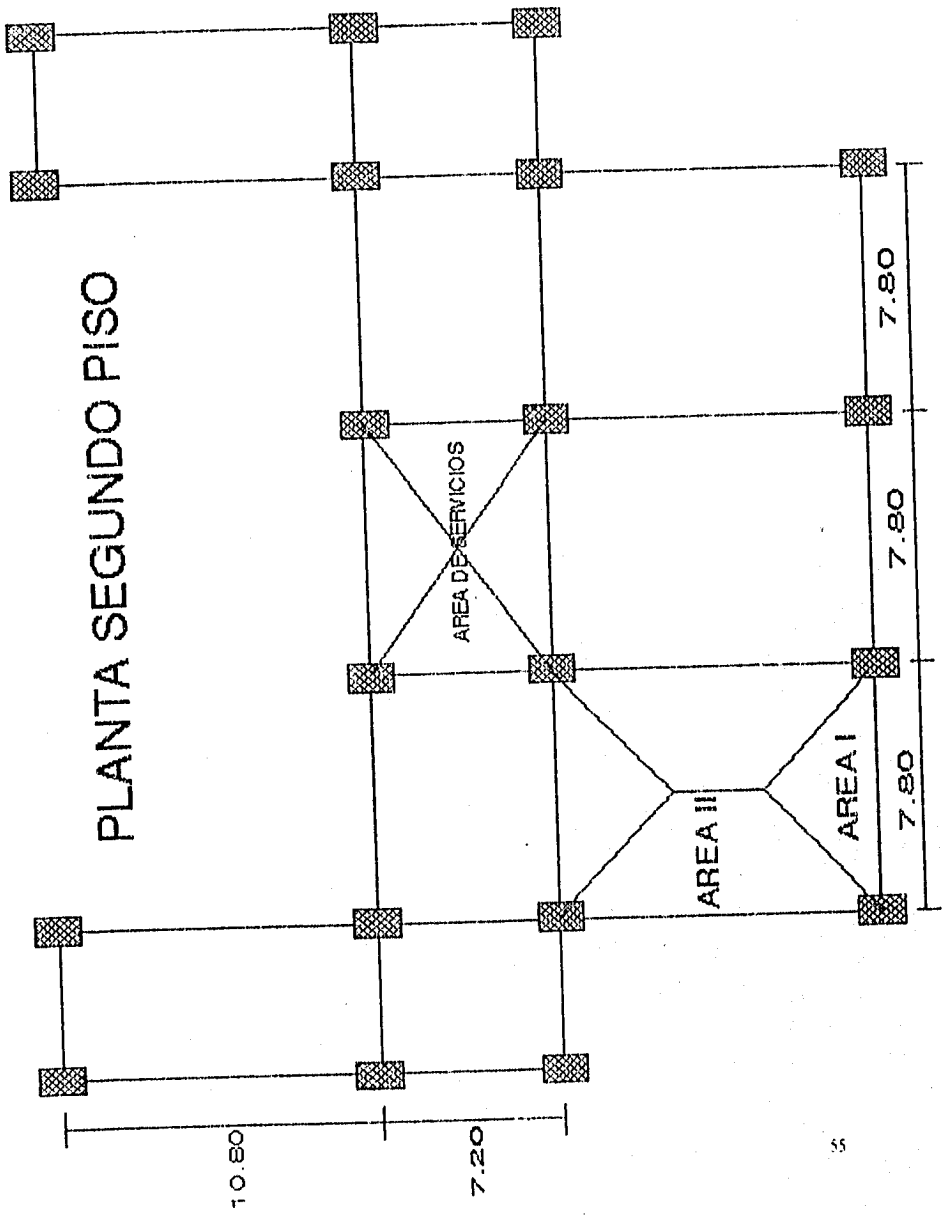
El número de marcos en cada dirección es el que sigue: los marcos con identificación del 1 al 4 son paralelos a la dirección X, y los marcos que son identificados del E al J son paralelos a la dirección Y.

El número y tipo de secciones se presentan en la tabla siguiente:

No sección	Tipo	Dimensiones	Función
1	T	B=0.6 H=1.2 p=1.2 e=0.25	Columna
2	Rectangular	B=1.2 H=0.6	Columna
3	Rectangular	B=1.1 H=0.6	Columna
4	Rectangular	B=1.0 H=0.6	Columna
5	Te	B=1.08 H=0.5 p=4.8 e=0.05	Trabe
6	Rectangular	B=50 H=0.8	Trabe
7	Rectangular	B=40 H=0.8	Trabe
8	Te	B=0.7 H=0.5 p=4.2 e=0.05	Trabe

Para las cargas gravitacionales se utilizaron las que se obtuvieron en la sección de solicitaciones, las cargas de sismo el programa de ELMER las genera y las cargas de los marcos se obtuvieron por medio del método de las áreas tributarias de las vigas. Que consiste en tomar una sección rectangular delimitada por cuatro trabes, trazando rectas a cuarenta y cinco grados en cada uno de los vertices, de esta forma se obtienen cuatro figuras que son dos triangulos y dos trapezios, esto lo podemos observar en la figura 1.

PLANTA SEGUNDO PISO



Ya teniendo estas figuras se obtienen sus areas y estas se multiplican por el peso gravitacional del entrepiso que obtuvimos en la sección de solicitaciones, el producto obtenido lo dividiremos entre el largo de la trabe y asi tendremos el peso distribuido que le corresponde a esa trabe. Haciendolo analiticamente seria:

$$A_j = \frac{b \times h}{2} \Rightarrow \frac{7.8 \times 3.9}{2} = 15.21m^2 \times 0.77ton/m^2 = 11.71ton$$

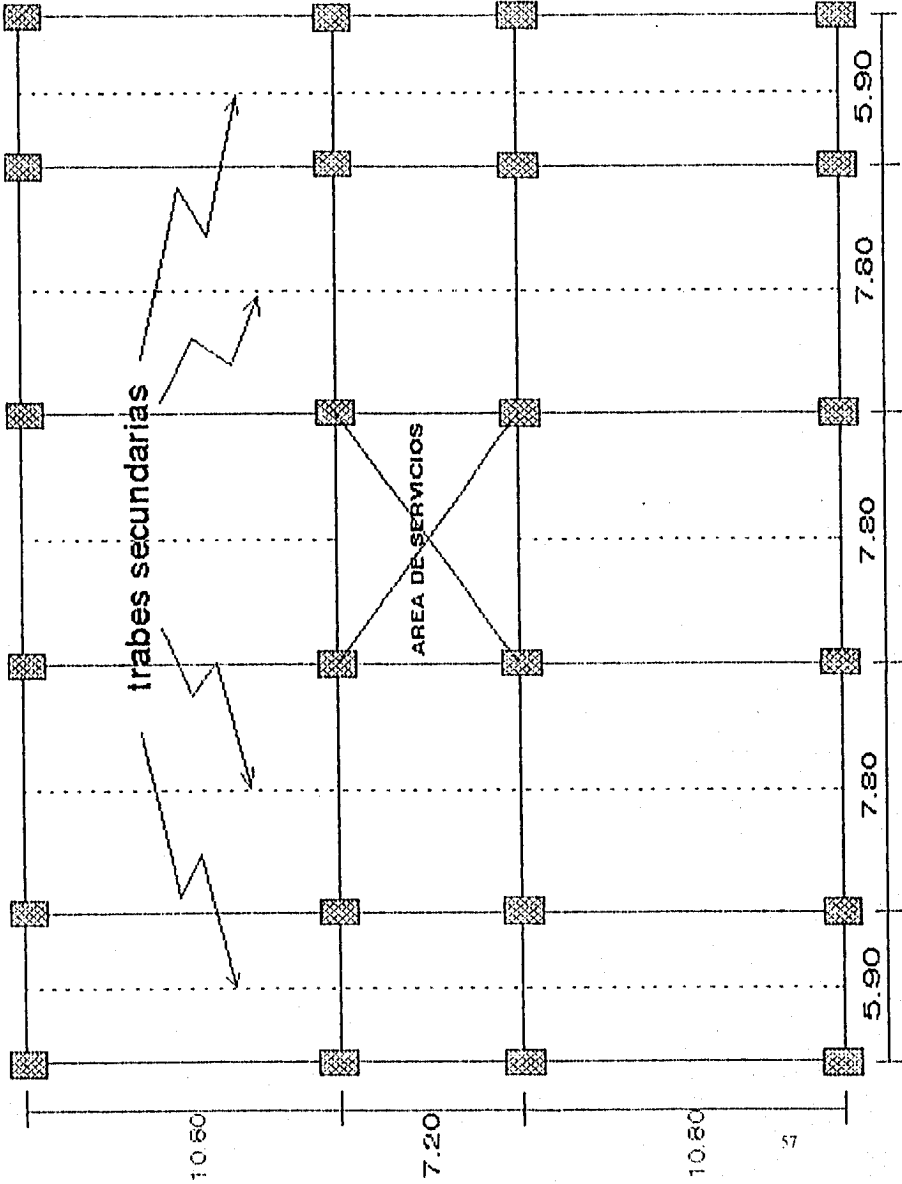
$$W_{ml} = 11.71ton \div 7.8m = 1.5ton/m$$

Esta carga distribuida la podemos observar en el marco numero 1 en la segunda planta entre los marcos G y H.

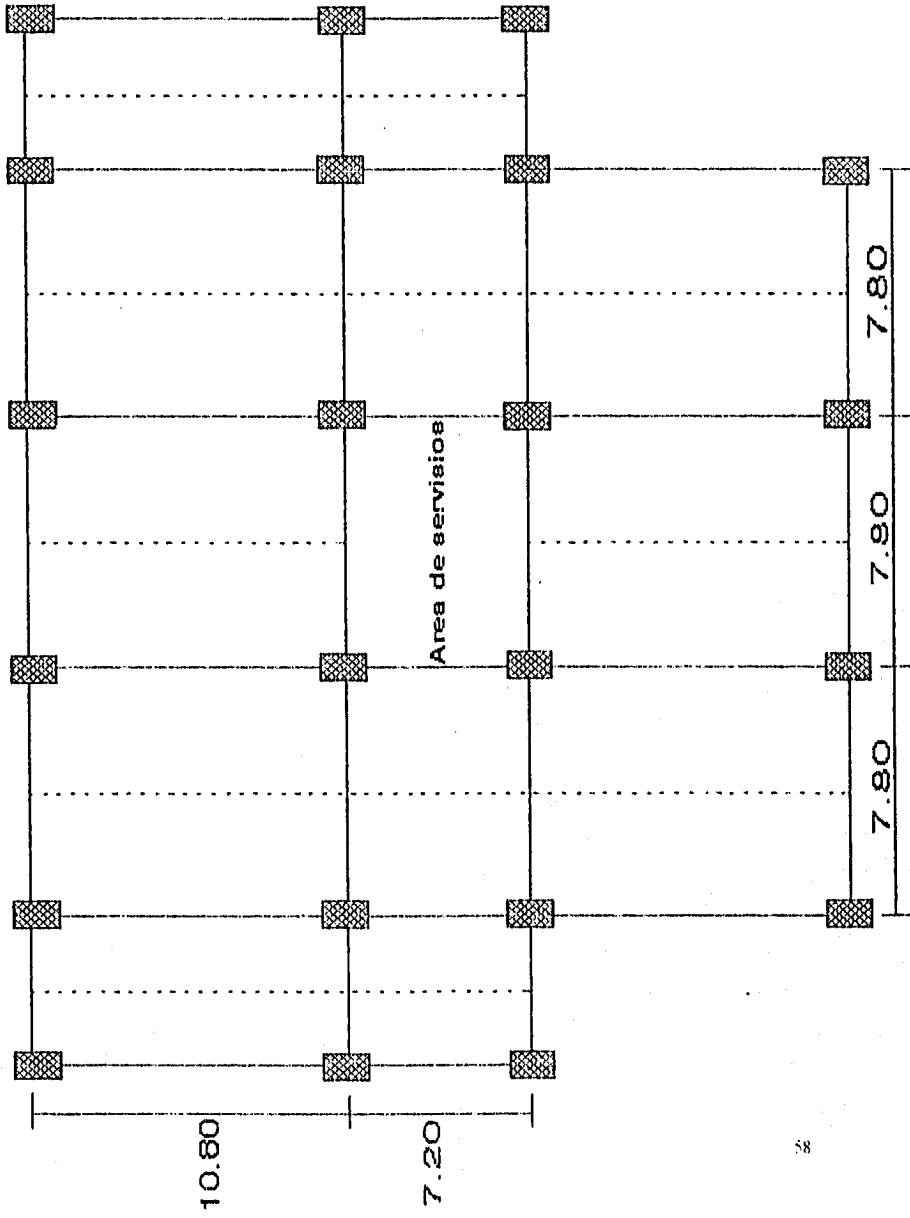
Las cargas puntuales que aparecen en los marcos son las cargas que se producen por las vigas secundarias apoyadas en las principales estas se valoraron con el método de Cross.

En las siguientes hojas se muestran los marcos ya cargados, así como el numero de elementos que los constituyen.

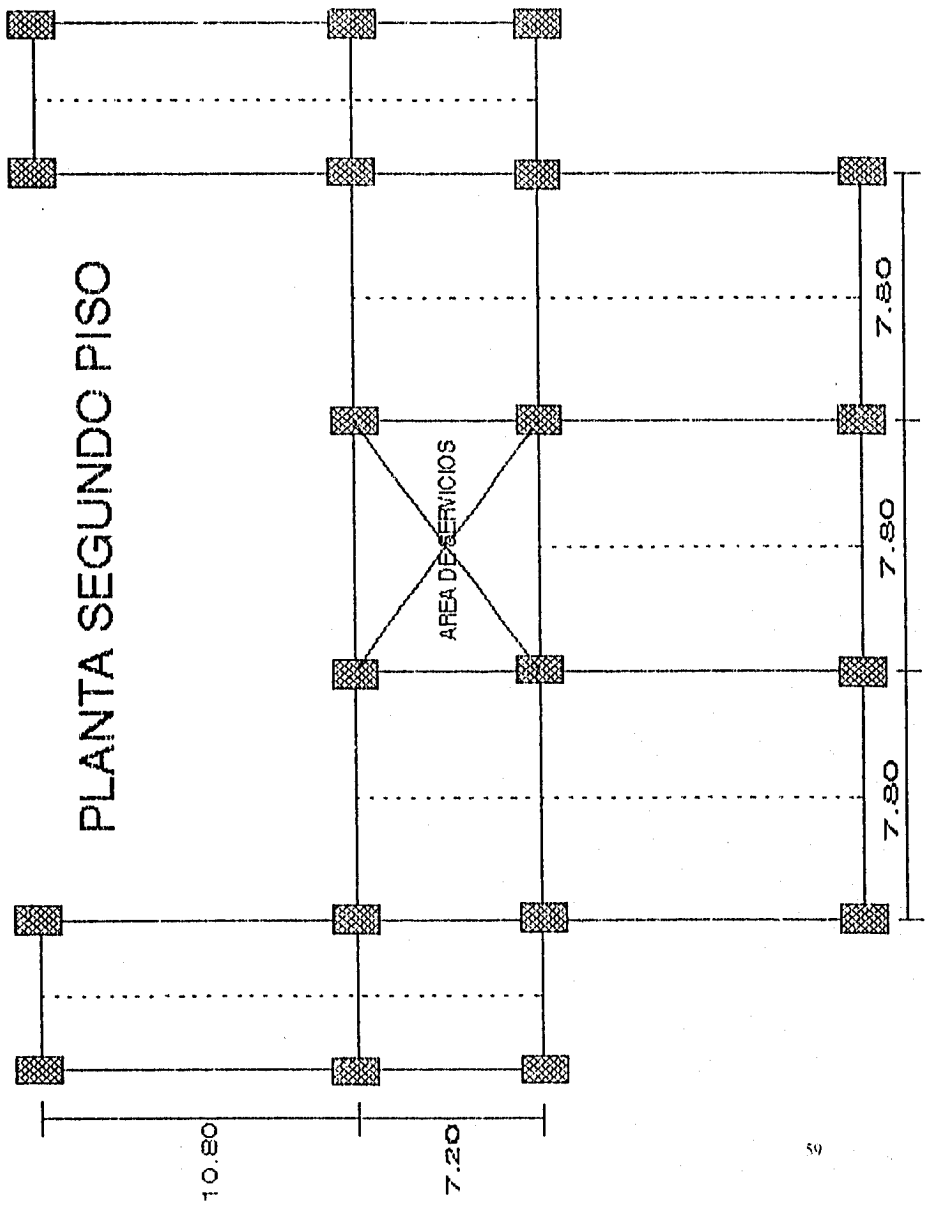
PLANTA MEZZANINE



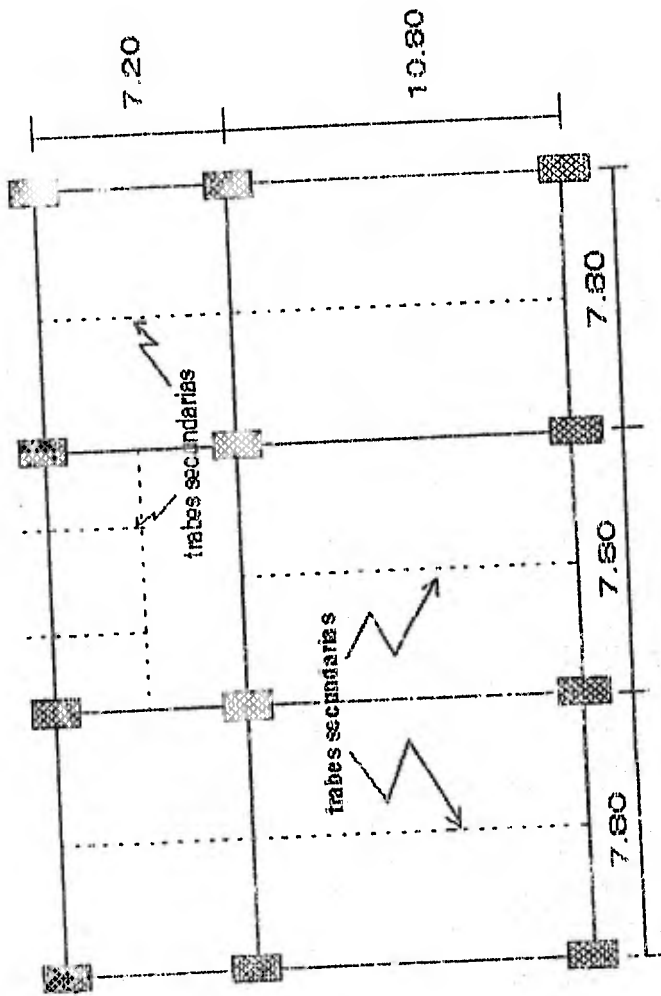
PRIMER PISO



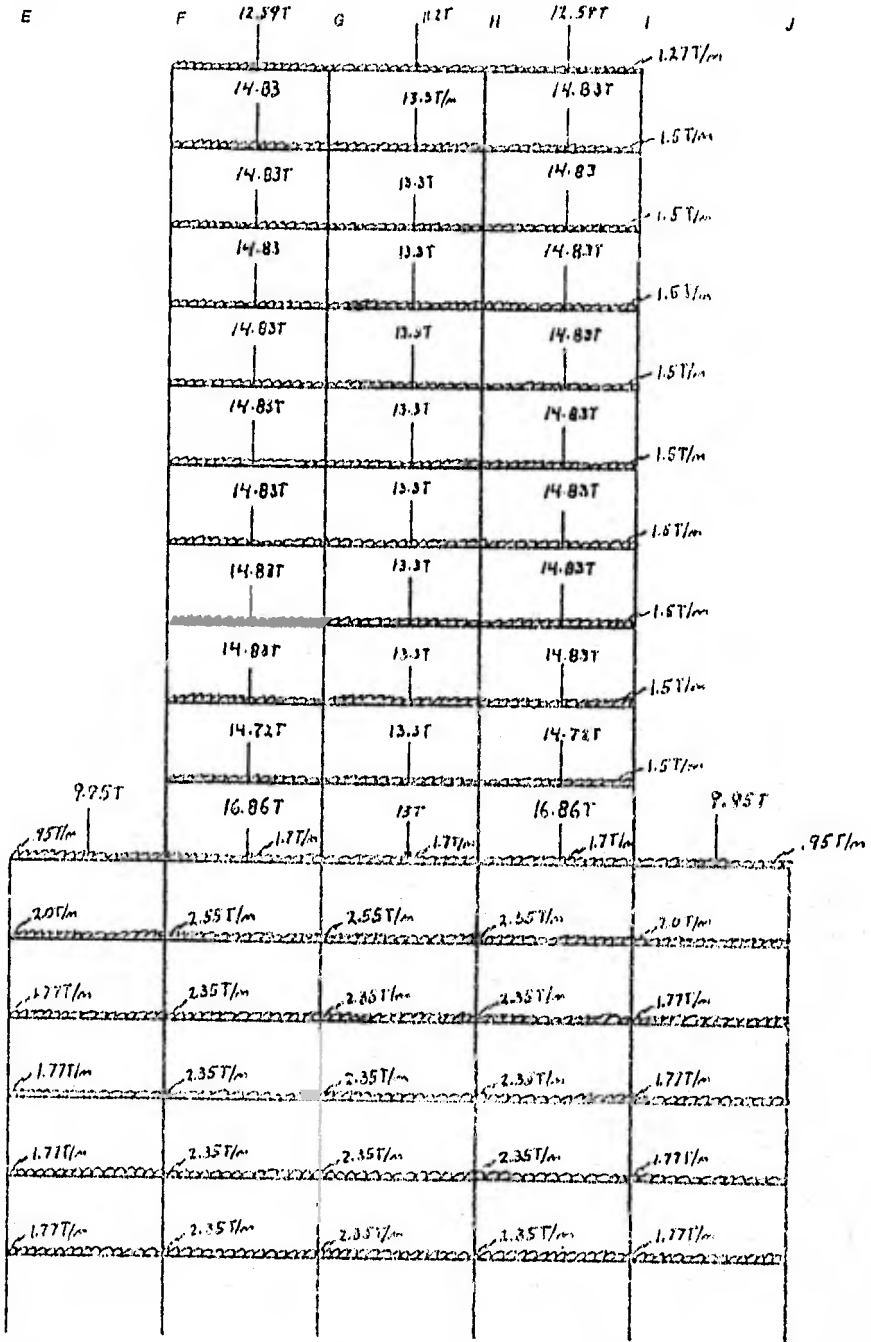
PLANTA SEGUNDO PISO



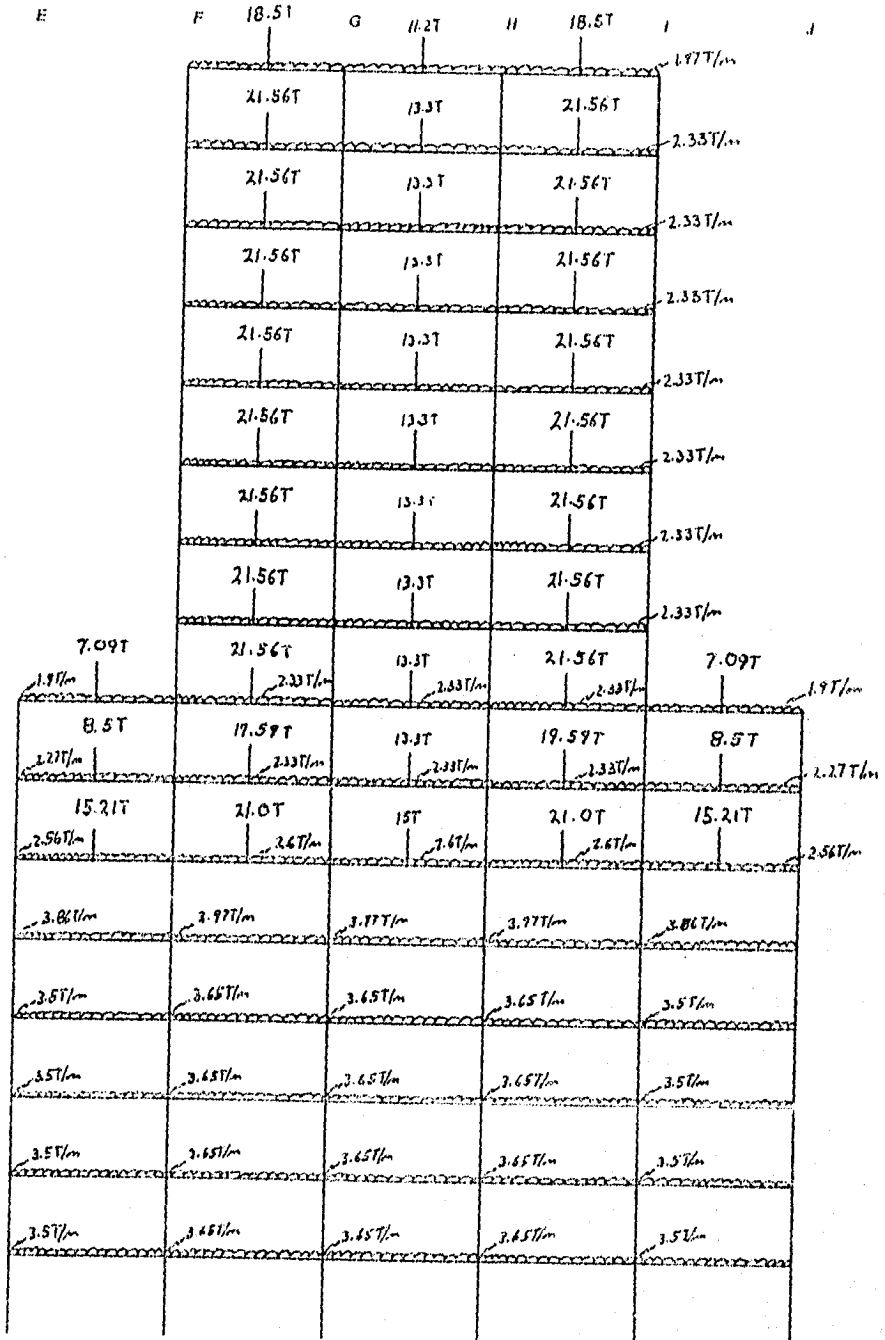
PLANTA TIPO PISOS 3 AL 9



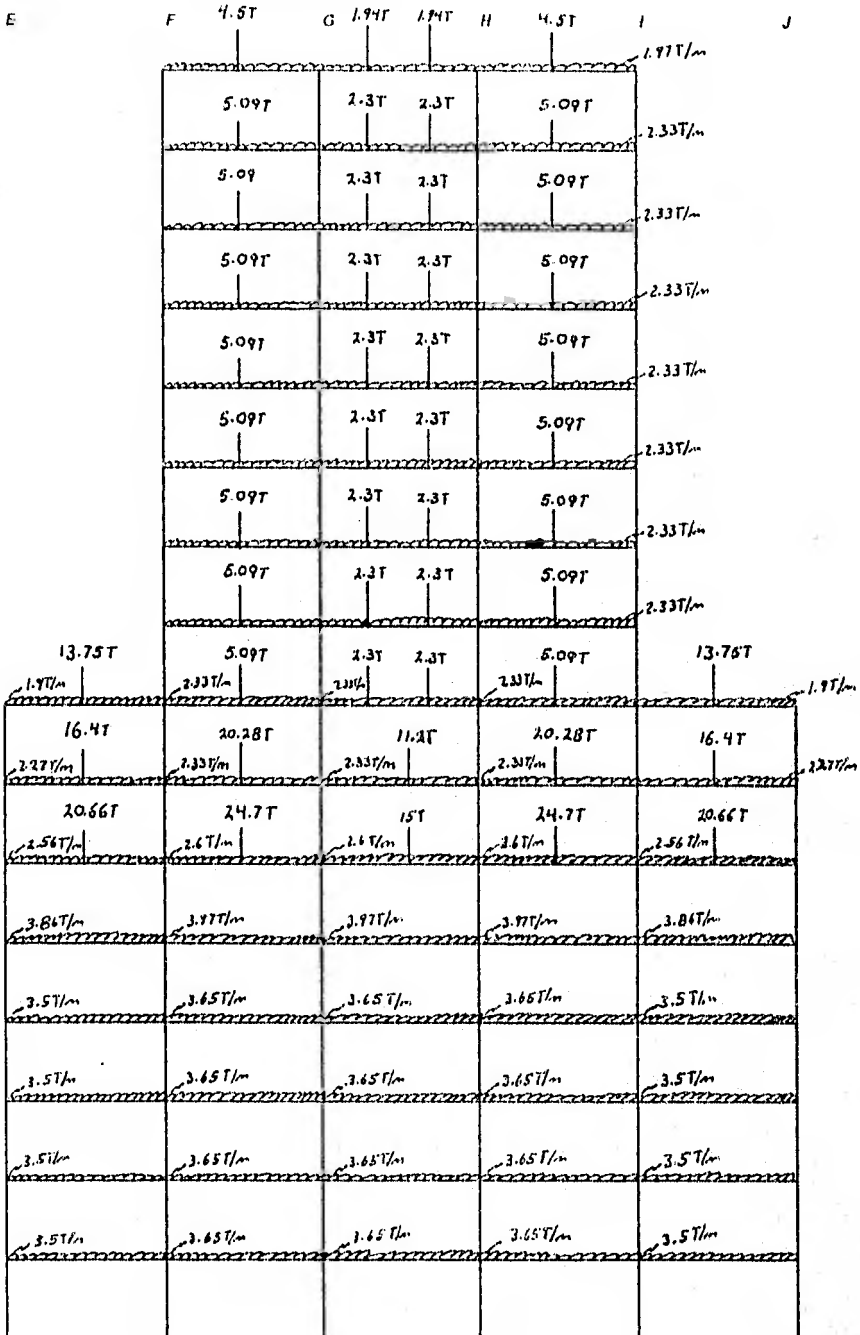
Alarco 01



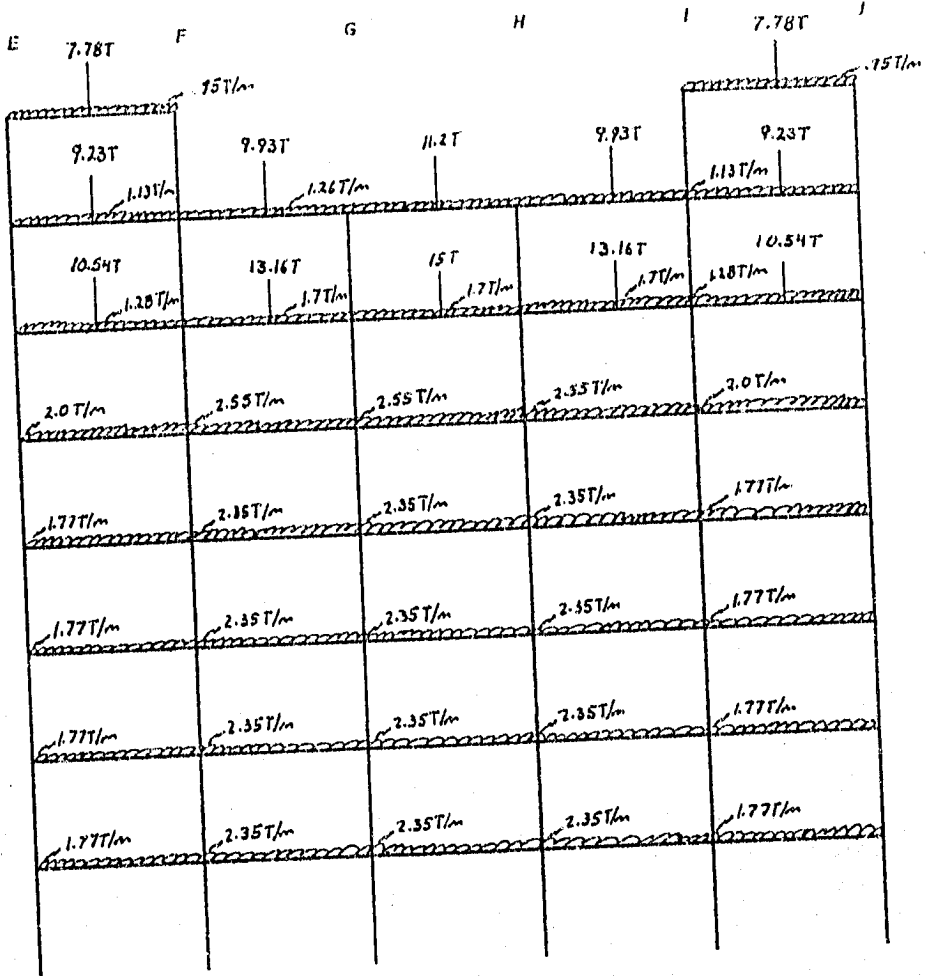
Marco 02



Marco 03



Marco 04



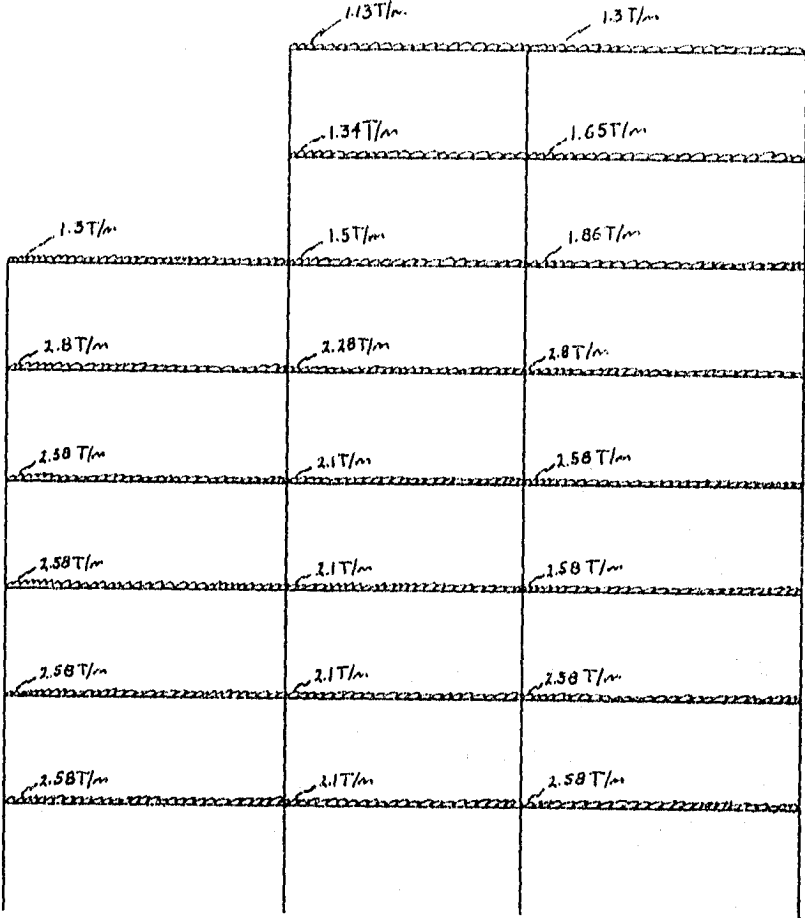
Marco E

1

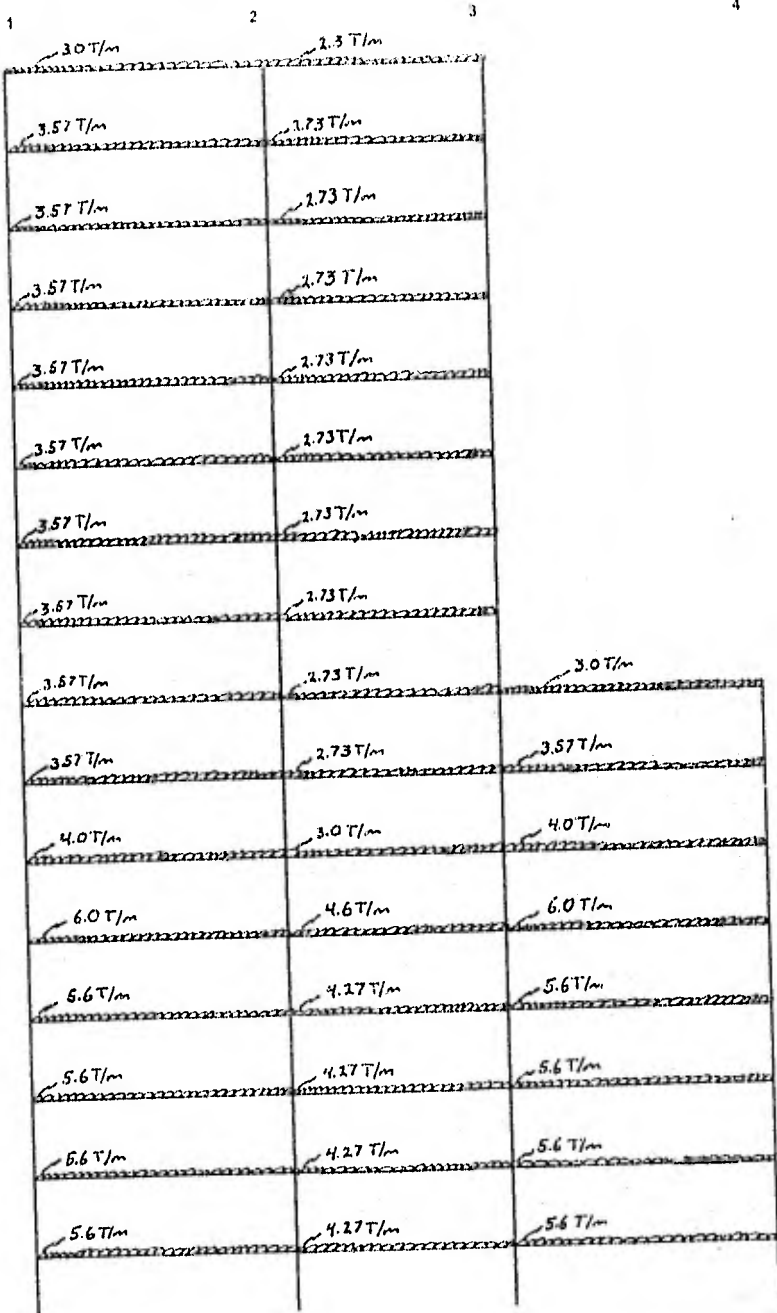
2

3

4



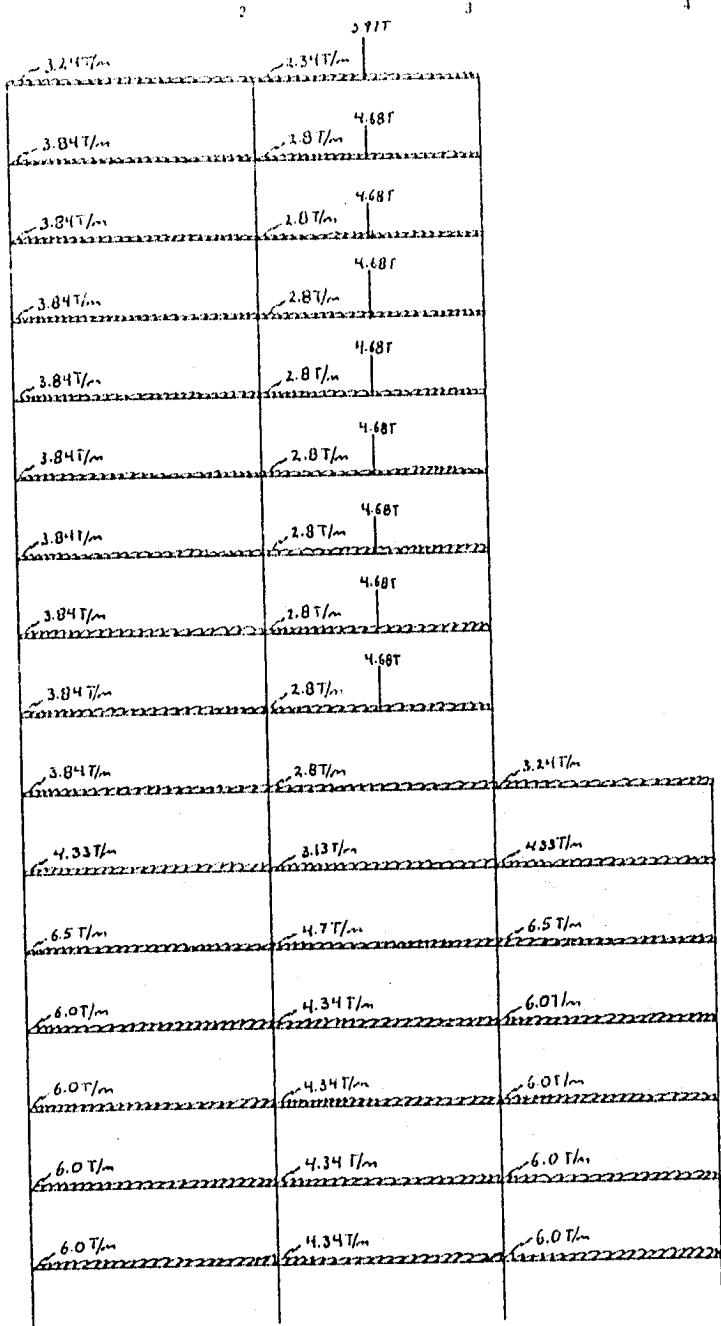
Marco F



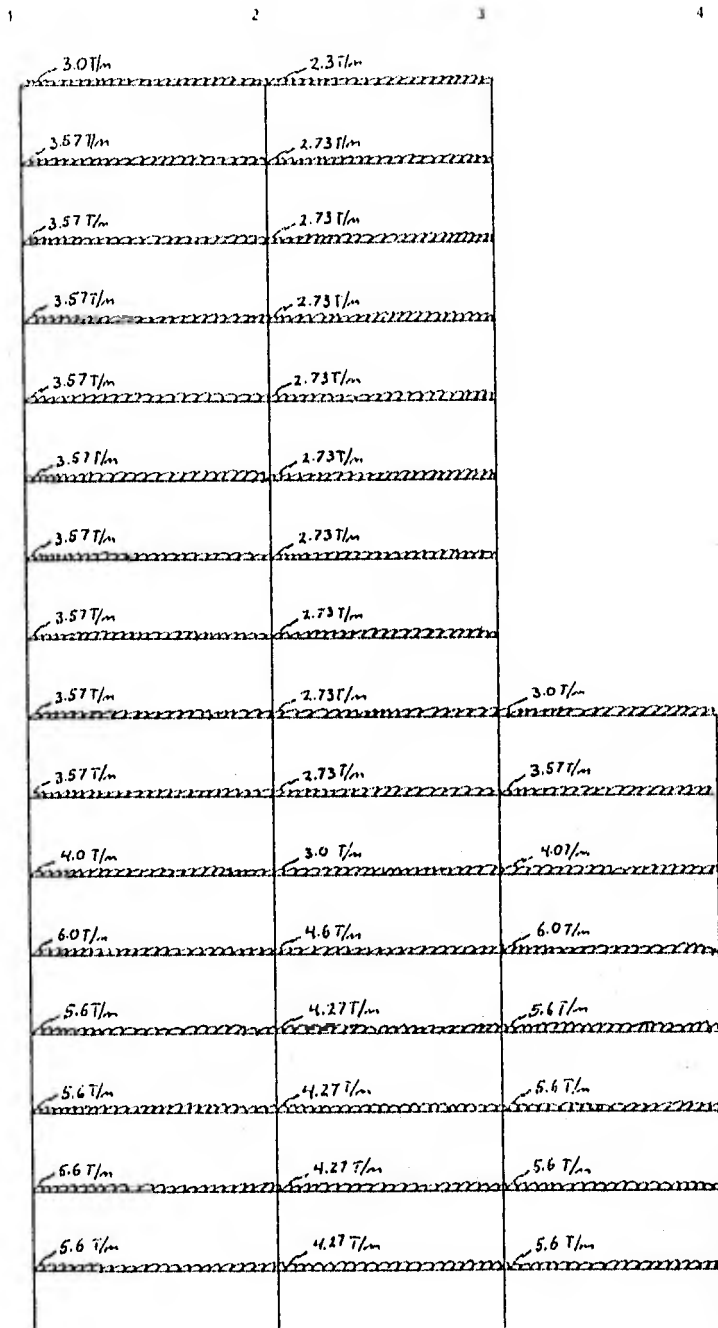
Marco G

1	2	3	4
		3.97T	
3.24T/m	2.34T/m		
3.84T/m	2.8T/m	4.68T	
3.84T/m	2.8T/m	4.68T	
3.84T/m	2.8T/m	4.68T	
3.84T/m	2.8T/m	4.68T	
3.84T/m	2.8T/m	4.68T	
3.84T/m	2.8T/m	4.68T	
3.84T/m	2.8T/m	4.68T	
3.84T/m	2.8T/m	4.68T	
3.84T/m	2.8T/m	4.68T	3.24T/m
4.33T/m	3.13T/m		4.33T/m
6.5T/m	4.7T/m		6.5T/m
6.0T/m	4.34T/m		6.0T/m
6.0T/m	4.34T/m		6.0T/m
6.0T/m	4.34T/m		6.0T/m
6.0T/m	4.34T/m		6.0T/m

Marco H



Marco I



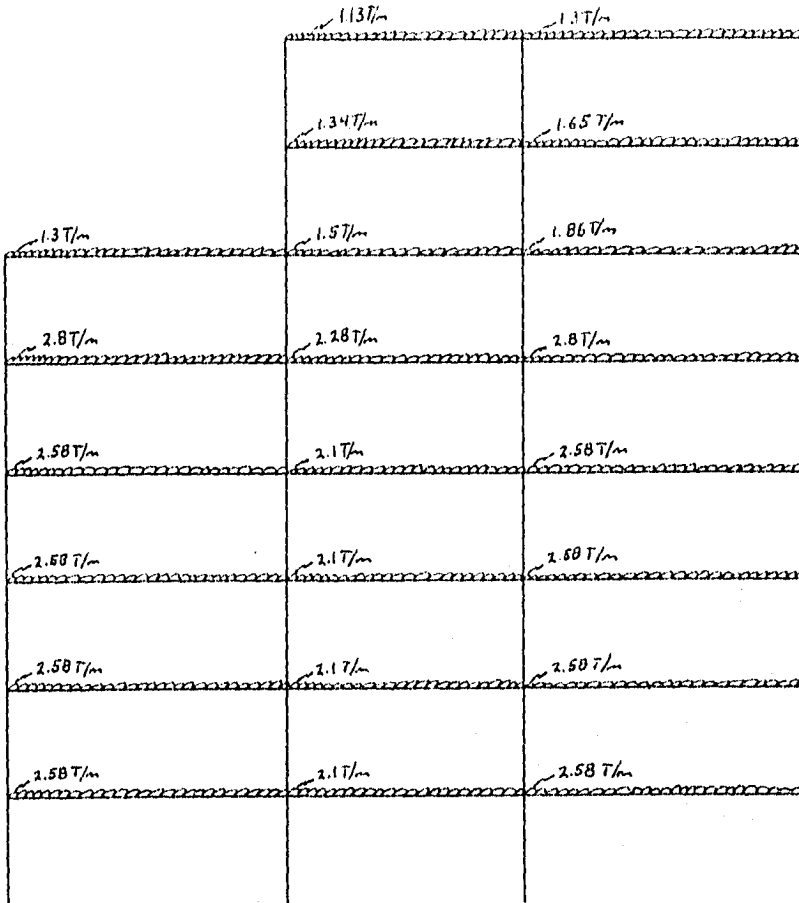
Marco J

1

2

3

4



Marco 01

E F G H I J

		58	59	60		
		82	98	114		130
		55	56	57		
		81	97	113		129
		52	53	54		
		80	96	112		128
		49	50	51		
		79	95	111		127
		46	47	48		
		78	94	110		126
		43	44	45		
		77	93	109		125
		40	41	42		
		76	92	108		124
		37	38	39		
		75	91	107		123
		34	35	36		
		74	90	106		122
		31	32	33		
		73	89	105		121
		27	28	29		
26					30	
66		72	88	104	120	136
21		22	23	24	25	
65		71	87	103	119	135
16		17	18	19	20	
64		70	86	102	118	134
11		12	13	14	15	
63		69	85	101	117	133
6		7	8	9	10	
62		68	84	100	116	132
1		2	3	4	5	
61		67	83	99	115	131

E F G H I J

		52	63	64		
88	59	104	60	120	61	136
87	56	103	57	119	58	135
86	53	102	54	118	55	134
85	50	101	51	117	52	133
84	47	100	48	116	49	132
83	44	99	45	115	46	131
82	41	98	42	114	43	130
81	37	97	38	113	39	129
72	31	80	32	96	33	128
						40
						144
71	26	79	27	95	28	127
						143
78	21	78	22	94	23	126
						142
69	16	77	17	93	18	125
						141
68	11	76	12	92	13	124
						140
67	6	75	7	91	8	123
						139
66	1	74	2	90	3	122
						138
65		73		89		121
						137

Marco 03

E

F

G

H

I

J

		62	63	64						
88	59	104	60	120	61	136				
87	56	103	57	119	58	135				
86	53	102	54	118	55	134				
85	50	101	51	117	52	133				
84	47	100	48	116	49	132				
83	44	99	45	115	46	131				
82	41	98	42	114	43	130				
81	37	97	38	113	39	129				
72	31	80	32	96	33	112	34	120	35	144
71	26	79	27	95	28	111	29	127	30	143
70	21	78	22	94	23	110	24	126	25	142
69	16	77	17	93	18	109	19	125	20	141
68	11	76	12	92	13	108	14	124	15	140
67	6	75	7	91	8	107	9	123	10	139
66	1	74	2	90	3	106	4	122	5	138
65		73		89		105		121		137

Marco 04

E F G H I J

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

Marco E

1

2

3

4

		21		22	
		36		44	52
			19		20
		35		43	51
	16		17		18
28		34		42	50
	13		14		15
27		33		41	49
	10		11		12
26		32		40	48
	7		8		9
25		31		39	47
	4		5		6
24		30		38	46
	1		2		3
23		29		37	45

Marco F

1

2

3

4

	39	40	
56	37	72	38
55	35	71	36
54	33	70	34
53	31	69	32
52	29	68	30
51	27	67	28
50	25	66	26
49	22	65	23
48	19	64	20
47	16	63	17
46	13	62	14
45	10	61	11
44	7	60	8
43	4	59	5
42	1	58	2
41		57	
			24
			21
			18
			15
			12
			9
			6
			3

Marco G

1

2

3

4

38		39		
55	36	71	37	87
54	34	70	35	86
53	32	69	33	85
52	30	68	31	84
51	28	67	29	83
50	26	66	27	82
49	24	65	25	81
48	22	64	23	80
47	19	63	20	79
46	16	62	17	78
45	13	61	14	77
44	10	60	11	76
43	7	59	8	75
42	4	58	5	74
41	1	57	2	73
40		56		72
			21	79
			18	78
			15	77
			12	76
			9	75
			6	74
			3	73
				72
				71
				70
				69
				68
				67
				66
				65
				64
				63
				62
				61
				60
				59
				58
				57
				56
				55
				54
				53
				52
				51
				50
				49
				48
				47
				46
				45
				44
				43
				42
				41
				40
				39
				38
				37
				36
				35
				34
				33
				32
				31
				30
				29
				28
				27
				26
				25
				24
				23
				22
				21
				20
				19
				18
				17
				16
				15
				14
				13
				12
				11
				10
				9
				8
				7
				6
				5
				4
				3
				2
				1
				0

Marco H

1

2

3

4

	30	39	
55	36	71	87
54	34	70	86
53	32	69	85
52	30	68	84
51	28	67	83
50	26	66	82
49	24	65	81
48	22	64	80
47	19	63	79
46	16	62	78
45	13	61	77
44	10	60	76
43	7	59	75
42	4	58	74
41	1	57	73
40		56	72
			21
			18
			15
			12
			9
			6
			3
			94
			93
			92
			91
			90
			89
			88

Marco H

1

2

3

4

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

Marco 1

1

2

3

56	39	40	80
	37	72	38
55		71	36
	35		
54		70	34
	33		
53		69	32
	31		
52		68	30
	29		
51		67	28
	27		
50		66	26
	25		
49		65	24
	22		
48		64	21
	19		
47		63	18
	16		
46		62	15
	13		
45		61	12
	10		
44		60	9
	7		
43		59	6
	4		
42		58	3
	1		
41		57	

4
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030

Marco 3

1

2

3

4

	21	22	
36		44	52
	19		20
35		43	51
	17		18
16		42	50
28	34		
	14		15
13		41	49
27	33		
	11		12
10		40	48
26	32		
	8		9
7		39	47
25	31		
	5		6
4		38	46
24	30		
	2		3
1		37	45
23	29		

Para obtener el peso de cada nivel y su centro de carga se hizo por medio de una hoja de cálculo en la cual, los elementos que conforman la carga muerta como son: el peso de la losa, el peso de las trabes principales así como de las secundarias, los muros y el peso de las columnas, son tomados para obtener el peso de cada nivel también se tomo en cuenta el peso de la carga viva que nos indica el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal que son: la carga viva máxima que se emplea para el diseño por fuerzas gravitacionales y para calcular asentamientos inmediatos; la carga viva instantánea que se usa para el diseño sísmico y la carga viva media que se emplea en el cálculo de asentamientos y flechas.

Para llevar de una forma sencilla el cálculo del peso de cada entepiso así como el cálculo de su centroide, se procedió de la siguiente forma; Se tomó una columna y se le dio una descripción de acuerdo a los marcos a que pertenecía, esto se puede ver en la hoja de cálculo en la primera columna. Después se obtuvo el área tributaria de cada columna, así como, sus coordenadas respecto a un marco de referencia, lo cual se puede ver en las columnas cinco, dos y tres. A continuación se calculó la longitud de viga principal que abarcaba el área tributaria, se hizo lo mismo para el caso de vigas secundarias y muros, que es lo que aparece en las columnas seis, siete y nueve de la hoja de cálculo.

Después se obtuvo el peso de la losa, el peso de las trabes, el peso de las columnas y el peso de los muros, que corresponden a las columnas diez a la trece de la hoja de cálculo, luego se realizó la sumatoria de cada uno de los elementos y se le sumó también el peso por carga viva, multiplicando el área tributaria ya mencionada por el peso que encontramos en el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, que es lo que aparece en las columnas catorce, quince y dieciséis de la hoja, después se hizo una suma de todas las áreas tributarias para obtener los pesos totales por carga gravitacional, por sismo y por asentamiento. Para calcular el centriode de cada entepiso se multiplico la carga gravitacional que se obtuvo por todos los elementos de carga muerta, así como, la carga viva gravitacional de cada una de las áreas tributarias por su distancia respecto al eje X, como también del eje Y, que corresponden a las dos ultimas columnas de la hoja,

de cálculo, después se hizo una suma para obtener el total y se dividió entre el total de la carga gravitacional y así se obtuvo el centroide respecto al eje X y respecto al eje Y. En las hojas subsiguientes se acumula el peso del entrepiso anterior para poder sacar el peso total del edificio y así poder hacer el diseño de la cimentación. En las hojas posteriores se presentan las hojas de cálculo con sus respectivos resultados que se utilizarán para cada uno de los entrepisos.

BAJADA DE CARGAS NIVEL : AZOTEA

w losa = 0.24 ton/m²
 w pretil = 0.18 ton/m
 w col 4 = 0.43 ton/m

w tra 7 = 0.432 ton/m
 w tra Sec= 0.144 ton/m

c.v. Grav. 0.1
 c.v. Sismc 0.07
 c.v. Asent 0.015

Elemento	X	Y	A losa	L tra 1	L tra 2	L pretil	H col	w losa	w pretil	w tra	w col	Grav	Sismo	Asent.	Xi * Wi	Yi * Wi
	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton-m)	(ton-m)
ANTERIOR																
F-4	7.85	16.20	14.04	7.50	3.60	7.50	2.30	3.37	1.35	3.76	0.99	9.88	9.85	9.79	77.53	160.01
F-2	7.85	9.90	35.10	9.00	9.00	9.00	2.30	8.42	1.62	5.18	0.99	16.63	16.60	16.54	120.52	164.81
F-1	7.85	2.70	21.06	9.30	5.40	9.30	2.30	5.05	1.67	4.80	0.99	12.92	12.89	12.84	101.44	34.89
G-4	13.70	16.20	26.09	11.40	7.20	7.80	2.30	6.74	1.40	5.95	0.99	15.50	15.47	15.42	212.40	251.16
G-2	13.70	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	9.85	0.99	28.10	28.07	28.01	354.92	278.16
G-1	13.70	2.70	42.12	13.20	10.90	7.80	2.30	10.11	1.40	7.25	0.99	20.17	20.14	20.08	276.32	54.48
H-4	21.50	16.20	28.08	11.40	7.20	7.80	2.30	6.74	1.40	5.95	0.99	15.50	15.47	15.42	333.33	251.16
H-2	21.50	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.95	0.00	9.85	0.99	28.10	28.07	28.01	604.08	278.16
H-1	21.50	2.70	42.12	13.20	10.80	7.80	2.30	10.11	1.40	7.25	0.99	20.17	20.14	20.08	423.64	54.48
I-4	27.35	16.20	14.04	7.50	3.60	7.50	2.30	3.37	1.35	3.76	0.99	9.88	9.85	9.79	270.14	160.01
I-2	27.35	9.90	35.10	9.00	9.00	9.00	2.30	8.42	1.62	5.18	0.99	16.63	16.60	16.54	454.75	164.81
I-1	27.35	2.70	21.06	9.30	5.40	9.30	2.30	5.05	1.67	4.80	0.99	12.92	12.89	12.84	353.43	34.89
Sumatoria												206.3928	206.0328	205.3728	3632.513	1955.562
Acumulado												206.3928	206.0328	205.3728	3632.513	1886.562
Centroide												X= 17.600		Y= 9.141		

BAJADA DE CARGAS NIVEL : 09

w losa = 0.24 ton/m²
 w muro = 0.828 ton/m
 w col 4 = 0.43 ton/m

w tra 7 = 0.432 ton/m
 w tra Sec= 0.144 ton/m

c.v. Grav. 0.25 ton/m
 c.v. Sismo 0.18 ton/m
 c.v. Asent 0.1 ton/m

Elemento	X (m)	Y (m)	A losa (m ²)	L tra 1 (m)	L tra 2 (m)	L muro (m)	H col (m)	w losa (ton)	w muro (ton)	w tra (ton)	w col (ton)	Grav (ton)	Sismo (ton)	Asent. (ton)	Xi * Wi (ton-m)	Yi * Wi (ton-m)
ANTERIOR	17.600	9.141										206.3928	206.0328	205.3728	3632.513	1926.962
F-4	7.85	16.20	14.04	7.50	3.60	7.50	2.30	3.37	6.21	3.76	0.99	14.86	14.79	14.71	116.63	240.66
F-2	7.85	9.90	35.10	9.00	9.00	9.00	2.30	8.42	7.45	5.18	0.99	22.58	22.51	22.43	177.25	223.53
F-1	7.85	2.70	21.06	9.30	5.40	9.30	2.30	5.05	7.70	4.80	0.99	19.07	19.00	18.92	149.69	51.49
G-4	13.70	16.20	28.08	11.40	7.20	7.80	2.30	6.74	6.46	5.96	0.99	20.66	20.61	20.53	283.29	334.96
G-2	13.70	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.65	0.00	9.85	0.99	28.22	28.15	28.07	366.57	379.34
G-1	13.70	2.70	42.12	13.20	10.80	7.80	2.30	10.11	6.46	7.26	0.99	25.34	25.27	25.19	347.21	68.43
H-4	21.50	16.20	28.08	11.40	7.20	7.80	2.30	6.74	6.46	5.96	0.99	20.66	20.61	20.53	444.56	334.96
H-2	21.50	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.65	0.00	9.85	0.99	28.22	28.15	28.07	606.66	279.34
H-1	21.50	2.70	42.12	13.20	10.80	7.80	2.30	10.11	6.46	7.26	0.99	25.34	25.27	25.19	544.99	68.43
I-4	27.35	16.20	14.04	7.50	3.60	7.50	2.30	3.37	6.21	3.76	0.99	14.86	14.79	14.71	408.34	240.66
I-2	27.35	9.90	35.10	9.00	9.00	9.00	2.30	8.42	7.45	5.18	0.99	22.58	22.51	22.43	617.54	323.53
I-1	27.35	2.70	21.06	9.30	5.40	9.30	2.30	5.05	7.70	4.80	0.99	19.07	19.00	18.92	521.54	51.49
Sumatoria												251.4872	250.6472	259.6872	4602.175	2396.922
Acumulado												467.86	466.68	465.05	8234.69	4253.48
Centroide													X= 17.600		Y= 9.167	

BAJADA DE CARGAS NIVEL : 08

w losa = 0.24 ton/m²
 w muro = 0.828 ton/m
 w col = 0.43 ton/m

w tra 7 = 0.432 ton/m
 w tra Sec= 0.144 ton/m

c.v. Grav. 0.25 ton/m
 c.v. Sismo 0.18 ton/m
 c.v. Asent 0.1 ton/m

Elemento	X (m)	Y (m)	A losa (m ²)	L tra 1 (m)	L tra 2 (m)	L muro (m)	H col (m)	w losa (ton)	w muro (ton)	w tra (ton)	w col (ton)	Grav (ton)	Sismo (ton)	Asent (ton)	Xi * Wi (ton-m)	Yi * Wi (ton-m)
ANTERIOR	17.600	9.167										467.68	456.65	465.06	8234.658	4283.454
F-4	7.85	16.20	14.04	7.50	3.60	7.50	2.30	3.37	6.21	3.76	0.99	14.86	14.79	14.71	116.63	240.56
F-2	7.85	9.90	35.10	9.00	9.00	9.00	2.30	8.42	7.45	5.18	0.99	22.58	22.51	22.43	177.25	223.53
F-1	7.85	2.70	21.06	9.30	5.40	9.30	2.30	5.05	7.70	4.80	0.99	19.07	19.00	18.92	149.69	51.49
G-4	13.70	16.20	28.08	11.40	7.20	7.80	2.30	6.74	6.46	5.96	0.99	20.68	20.61	20.53	283.29	334.99
G-2	13.70	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	9.85	0.99	28.22	28.15	28.07	386.57	279.34
G-1	13.70	2.70	42.12	13.20	10.80	7.80	2.30	10.11	6.46	7.26	0.99	25.34	25.27	25.19	347.21	68.43
H-4	21.50	16.20	28.08	11.40	7.20	7.80	2.30	6.74	6.46	5.96	0.99	20.68	20.61	20.53	444.55	324.99
H-2	21.50	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	9.85	0.99	28.22	28.15	28.07	606.66	279.34
H-1	21.50	2.70	42.12	13.20	10.80	7.80	2.30	10.11	6.46	7.26	0.99	25.34	25.27	25.19	544.89	68.43
I-4	27.35	16.20	14.04	7.50	3.60	7.50	2.30	3.37	6.21	3.76	0.99	14.86	14.79	14.71	406.34	240.56
I-2	27.35	9.90	35.10	9.00	9.00	9.00	2.30	8.42	7.45	5.18	0.99	22.58	22.51	22.43	617.54	223.53
I-1	27.35	2.70	21.06	9.30	5.40	9.30	2.30	5.05	7.70	4.80	0.99	19.07	19.00	18.92	521.54	51.49
Sumatoria												261.4872	260.6472	259.6872	4602.175	2396.922
Acumulado												729.37	727.33	724.75	12836.86	6680.41
Centroide												X= 17.600		Y= 9.167		

BAJADA DE CARGAS NIVEL : 07

w losa = 0.24 ton/m²
 w muro = 0.828 ton/m
 w col = 0.43 ton/m

w tra 7 = 0.432 ton/m
 w tra Sec= 0.144 ton/m

c.v. Grav. 0.25 ton/m
 c.v. Sismo 0.16 ton/m
 c.v. Asent 0.1 ton/m

Elemento	X	Y	A losa	L tra 1	L tra 2	L muro	H col	w losa	w muro	w tra	w col	Grav	Sismo	Asent	Xi * Wi	Yi * Wi
	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton-m)	(ton-m)
ANTERIOR	17.600	9.167										729.3672	727.3272	724.7472	12936.66	6630.407
F-4	7.35	16.20	14.04	7.50	3.60	7.50	2.30	3.37	6.21	3.76	0.99	14.86	14.79	14.71	116.63	240.69
F-2	7.35	9.90	35.10	9.00	9.00	9.00	2.30	8.42	7.45	5.18	0.99	22.58	22.51	22.43	177.25	223.53
F-1	7.35	2.70	21.06	9.30	5.40	9.30	2.30	5.05	7.70	4.80	0.99	19.07	19.00	18.92	149.99	51.49
G-4	13.70	16.20	28.08	11.40	7.20	7.80	2.30	6.74	6.46	5.96	0.99	20.68	20.61	20.53	283.29	334.99
G-2	13.70	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	9.85	0.99	28.22	28.15	28.07	355.57	279.34
G-1	13.70	2.70	42.12	13.20	10.80	7.80	2.30	10.11	6.46	7.26	0.99	25.34	25.27	25.19	347.21	65.43
H-4	21.50	16.20	28.08	11.40	7.20	7.80	2.30	6.74	6.46	5.96	0.99	20.68	20.61	20.53	444.58	334.99
H-2	21.50	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	9.85	0.99	28.22	28.15	28.07	606.66	279.34
H-1	21.50	2.70	42.12	13.20	10.80	7.80	2.30	10.11	6.46	7.26	0.99	25.34	25.27	25.19	544.99	65.43
I-4	27.35	16.20	14.04	7.50	3.60	7.50	2.30	3.37	6.21	3.76	0.99	14.86	14.79	14.71	406.34	240.69
I-2	27.35	9.90	35.10	9.00	9.00	9.00	2.30	8.42	7.45	5.18	0.99	22.58	22.51	22.43	617.54	223.53
I-1	27.35	2.70	21.06	9.30	5.40	9.30	2.30	5.05	7.70	4.80	0.99	19.07	19.00	18.92	521.54	51.49
Sumatoria												261.4872	259.6872	259.6872	4502.175	2396.922
Acumulado												990.65	987.97	984.43	17439.04	9077.35
Centroide													X= 17.600		Y= 9.167	

BAJADA DE CARGAS NIVEL : 06

w losa = 0.24 ton/m²
 w muro = 0.828 ton/m
 w col 3 = 0.67 ton/m

w tra 7 = 0.432 ton/m
 w tra Sec= 0.144 ton/m

c.v. Grav. 0.25 ton/m
 c.v. Sismo 0.18 ton/m
 c.v. Asent 0.1 ton/m

Elemento	X	Y	A losa	L tra 1	L tra 2	L muro	H col	w losa	w muro	w tra	w col	Grav	Sismo	Asent.	Xi * Wi	Yi * Wi	
	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton-m)	(ton-m)	
ANTERIOR	17.600	9.167										990.8544	987.9744	984.4344	17439.04	9077.329	
F-4	7.85	16.20	14.04	7.50	3.60	7.50	2.30	3.37	6.21	3.76	1.55	15.41	15.34	15.26	121.00	249.70	
F-2	7.85	9.90	35.10	9.00	9.00	9.00	2.30	8.42	7.45	5.18	1.55	23.14	23.07	22.99	181.61	229.04	
F-1	7.85	2.70	21.06	9.30	5.40	9.30	2.30	5.05	7.70	4.80	1.55	19.63	19.56	19.48	154.06	52.99	
G-4	13.70	16.20	28.08	11.40	7.20	7.80	2.30	6.74	6.46	5.95	1.55	21.23	21.16	21.08	290.92	344.00	
G-2	13.70	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	9.85	1.55	28.77	28.70	28.62	394.19	264.85	
G-1	13.70	2.70	42.12	13.20	10.80	7.80	2.30	10.11	6.46	7.26	1.55	25.90	25.93	25.75	354.84	69.93	
H-4	21.50	16.20	28.08	11.40	7.20	7.80	2.30	6.74	6.46	5.96	1.55	21.23	21.16	21.08	458.65	344.00	
H-2	21.50	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	9.85	1.55	28.77	28.70	28.62	618.62	284.65	
H-1	21.50	2.70	42.12	13.20	10.80	7.80	2.30	10.11	6.46	7.26	1.55	25.90	25.83	25.75	556.86	89.93	
I-4	27.35	16.20	14.04	7.50	3.60	7.50	2.30	3.37	6.21	3.76	1.55	15.41	15.34	15.26	421.58	249.70	
I-2	27.35	9.90	35.10	9.00	9.00	9.00	2.30	8.42	7.45	5.18	1.55	23.14	23.07	22.99	632.76	229.04	
I-1	27.35	2.70	21.06	9.30	5.40	9.30	2.30	5.05	7.70	4.80	1.55	19.63	19.56	19.48	536.76	52.99	
												Sumatoria	268.1664	267.3264	265.3664	4719.729	2461.043
												Acumulado	1259.02	1255.30	1250.80	22158.77	11635.37
												Centroide	X= 17.600		Y= 9.177		

BAJADA DE CARGAS NIVEL : 05

w losa = 0.24 ton/m²
 w muro = 0.828 ton/m
 w col 3 = 0.67 ton/m

w tra 7 = 0.432 ton/m
 w tra Sec= 0.144 ton/m

c.v. Grav. 0.25 ton/m
 c.v. Sismo 0.18 ton/m
 c.v. Asent 0.1 ton/m

Elemento	X (m)	Y (m)	A losa (m ²)	L tra 1 (m)	L tra 2 (m)	L muro (m)	H coi (m)	w losa (ton)	w muro (ton)	w tra (ton)	w col (ton)	Grav (ton)	Sismo (ton)	Asent. (ton)	Xi * Wi (ton-m)	Yi * Wi (ton-m)
ANTERIOR	17.600	9.177										1259.021	1255.301	1250.801	22153.77	11538.37
F-4	7.85	16.20	14.04	7.50	3.60	7.50	2.30	3.37	6.21	3.76	1.55	15.41	15.34	15.26	121.00	249.70
F-2	7.85	9.90	35.10	9.00	9.00	9.00	2.30	8.42	7.45	5.18	1.55	23.14	23.07	22.99	181.61	229.04
F-1	7.85	2.70	21.06	9.30	5.40	9.30	2.30	5.05	7.70	4.80	1.55	19.63	19.56	19.48	154.06	52.99
G-4	13.70	16.20	28.08	11.40	7.20	7.80	2.30	6.74	6.48	5.66	1.55	21.23	21.16	21.08	290.92	344.60
G-2	13.70	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	9.85	1.55	28.77	28.70	28.62	384.19	284.85
G-1	13.70	2.70	42.12	13.20	10.80	7.80	2.30	10.11	6.46	7.26	1.55	25.90	25.83	25.75	354.84	69.93
H-4	21.50	16.20	28.08	11.40	7.20	7.80	2.30	6.74	6.48	5.66	1.55	21.23	21.16	21.09	456.55	344.00
H-2	21.50	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	9.85	1.55	28.77	28.70	28.62	618.62	284.85
H-1	21.50	2.70	42.12	13.20	10.80	7.80	2.30	10.11	6.46	7.26	1.55	25.90	25.83	25.75	598.88	69.93
I-4	27.35	16.20	14.04	7.50	3.60	7.50	2.30	3.37	6.21	3.76	1.55	15.41	15.34	15.26	421.56	249.70
I-2	27.35	9.90	35.10	9.00	9.00	9.00	2.30	8.42	7.45	5.18	1.55	23.14	23.07	22.99	632.78	229.04
I-1	27.35	2.70	21.06	9.30	5.40	9.30	2.30	5.05	7.70	4.80	1.55	19.63	19.56	19.48	536.76	52.99

Sumatoria 268.1664 | 267.3264 | 266.3664 | 4719.729 | 2481.043
 Acumulado | 1527.19 | 1522.63 | 1517.17 | 26878.49 | 13999.42

Centroide X= 17.600 Y= 9.177

BAJADA DE CARGAS NIVEL : 05

w losa = 0.24 ton/m2
w muro = 0.825 ton/m
w col 3 = 0.67 ton/m

w tra 7 = 0.432 ton/m
w tra Sec= 0.144 ton/m

c.v. Grav. 0.25 ton/m
c.v. Sismo 0.18 ton/m
c.v. Asent 0.1 ton/m

Elemento	X (m)	Y (m)	A losa (m2)	L tra 1 (m)	L tra 2 (m)	L muro (m)	H col (m)	w losa (ton)	w muro (ton)	w tra (ton)	w col (ton)	Grav (ton)	Sismo (ton)	Asent. (ton)	Xi * Wi (ton-m)	Yi * Wi (ton-m)
ANTERIOR	17.600	9.177										1259.021	1255.301	1250.801	22158.77	11535.07
F-4	7.85	16.20	14.04	7.50	3.60	7.50	2.30	3.37	6.21	3.76	1.55	15.41	15.34	15.26	121.00	249.70
F-2	7.85	9.90	35.10	9.00	9.00	9.00	2.30	8.42	7.45	5.18	1.55	23.14	23.07	22.99	181.61	229.04
F-1	7.85	2.70	21.06	9.30	5.40	9.30	2.30	5.05	7.70	4.80	1.55	19.63	19.56	19.48	154.06	52.99
G-4	13.70	16.20	28.08	11.40	7.20	7.80	2.30	6.74	6.46	5.95	1.55	21.23	21.16	21.08	290.92	344.00
G-2	13.70	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	9.85	1.55	28.77	28.70	28.62	354.19	284.85
G-1	13.70	2.70	42.12	13.20	10.80	7.80	2.30	10.11	6.46	7.26	1.55	25.90	25.83	25.75	354.84	69.93
H-4	21.50	16.20	28.08	11.40	7.20	7.80	2.30	6.74	6.46	5.95	1.55	21.23	21.16	21.08	456.66	344.00
H-2	21.50	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	9.85	1.55	28.77	28.70	28.62	618.62	284.85
H-1	21.50	2.70	42.12	13.20	10.80	7.80	2.30	10.11	6.46	7.26	1.55	25.90	25.83	25.75	556.66	69.93
I-4	27.35	16.20	14.04	7.50	3.60	7.50	2.30	3.37	6.21	3.76	1.55	15.41	15.34	15.26	421.56	249.70
I-2	27.35	9.90	35.10	9.00	9.00	9.00	2.30	8.42	7.45	5.18	1.55	23.14	23.07	22.99	632.76	229.04
I-1	27.35	2.70	21.06	9.30	5.40	9.30	2.30	5.05	7.70	4.80	1.55	19.63	19.56	19.48	536.76	52.99
Sumatoria												268.1654	267.3264	266.3664	4719.729	2461.043
Acumulado												1527.19	1522.63	1517.17	28878.48	13995.42
Centroide															X= 17.600	Y= 9.177

BAJADA DE CARGAS NIVEL : 04

w losa = 0.24 ton/m²
w muro = 0.828 ton/m
w col 3 = 0.67 ton/m

w tra 7 = 0.432 ton/m
w tra Sec= 0.144 ton/m

c.v. Grav. 0.25 ton/m
c.v. Sismo 0.18 ton/m
c.v. Asent 0.1 ton/m

Elemento	X	Y	A losa	L tra 1	L tra 2	L muro	H col	w losa	w muro	w tra	w col	Grav	Sismo	Asent.	Xi * Wi	Yi * Wi
	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton-m)	(ton-m)
ANTERIOR	17.600	9.177										1527.187	1522.627	1517.167	25578.49	13999.42
F-4	7.85	16.20	14.04	7.50	3.60	7.50	2.30	3.37	6.21	3.76	1.55	15.41	15.34	15.26	121.00	249.70
F-2	7.85	9.90	35.10	9.00	9.00	9.00	2.30	8.42	7.45	6.18	1.55	23.14	23.07	22.99	181.61	229.54
F-1	7.85	2.70	21.06	9.30	5.40	9.30	2.30	5.05	7.70	4.80	1.55	19.63	19.56	19.48	154.06	52.99
G-4	13.70	16.20	28.08	11.40	7.20	7.80	2.30	5.74	6.46	5.96	1.55	21.23	21.16	21.08	290.92	344.00
G-2	13.70	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	9.85	1.55	28.77	29.70	28.62	394.19	254.86
G-1	13.70	2.70	42.12	13.20	10.80	7.80	2.30	10.11	6.46	7.26	1.55	25.90	25.83	25.75	354.84	69.90
H-4	21.50	16.20	28.08	11.40	7.20	7.80	2.30	6.74	6.46	5.96	1.55	21.23	21.16	21.08	456.56	344.00
H-2	21.50	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	9.85	1.55	29.77	26.70	28.62	618.62	264.86
H-1	21.50	2.70	42.12	13.20	10.80	7.80	2.30	10.11	6.46	7.26	1.55	25.90	25.83	25.75	556.96	69.90
I-4	27.35	16.20	14.04	7.50	3.60	7.50	2.30	3.37	6.21	3.76	1.55	15.41	15.34	15.26	421.56	249.70
I-2	27.35	9.90	35.10	9.00	9.00	9.00	2.30	8.42	7.45	6.18	1.55	23.14	23.07	22.99	632.76	229.04
I-1	27.35	2.70	21.06	9.30	5.40	9.30	2.30	5.05	7.70	4.80	1.55	19.63	19.56	19.48	536.76	52.99
Sumatoria												268.1664	267.3264	266.3664	4719.729	2461.043
Acumulado												1795.35	1789.95	1783.53	31599.22	15460.46
Centroide													X= 17.600	Y= 9.177		

BAJADA DE CARGAS NIVEL : 03

w losa = 0.24 ton/m²
 w muro = 0.928 ton/m
 w coi 2 = 0.97 ton/m

w tra 6 = 0.96 ton/m
 w tra Seco 0.144 ton/m

c.v. Grav. 0.25 ton/m
 c.v. Sismo 0.16 ton/m
 c.v. Asent 0.1 ton/m

Elemento	X (m)	Y (m)	A losa (m ²)	L tra 1 (m)	L tra 2 (m)	L muro (m)	H coi (m)	w losa (ton)	w muro (ton)	w tra (ton)	w coi (ton)	Grav (ton)	Sismo (ton)	Asent. (ton)	Xi * Wi (ton-m)	Yi * Wi (ton-m)
ANTERIOR	17.600	9.177										1795.354	1789.954	1783.534	31599.22	16460.46
F-4	7.85	16.20	14.04	7.50	3.60	7.50	2.30	3.37	6.21	7.72	2.24	20.06	19.99	19.91	157.50	325.03
F-2	7.85	9.90	35.10	9.00	9.00	9.00	2.30	8.42	7.45	9.94	2.24	28.58	28.51	28.43	224.33	292.92
F-1	7.85	2.70	21.06	9.30	5.40	9.30	2.30	5.05	7.70	9.71	2.24	25.23	25.16	25.06	199.02	68.11
G-4	13.70	16.20	28.08	11.40	7.20	7.80	2.30	6.74	6.46	11.98	2.24	27.94	27.87	27.79	382.83	452.69
G-2	13.70	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	18.72	2.24	38.33	38.26	38.18	525.17	379.50
G-1	13.70	2.70	42.12	13.20	10.80	7.80	2.30	10.11	6.46	14.23	2.24	33.56	33.49	33.41	459.77	90.61
H-4	21.50	16.20	28.08	11.40	7.20	7.80	2.30	6.74	6.46	11.98	2.24	27.94	27.87	27.79	600.80	452.69
H-2	21.50	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	18.72	2.24	38.33	38.26	38.18	824.17	379.50
H-1	21.50	2.70	42.12	13.20	10.80	7.80	2.30	10.11	6.46	14.23	2.24	33.56	33.49	33.41	721.54	90.61
I-4	27.35	16.20	14.04	7.50	3.60	7.50	2.30	3.37	6.21	7.72	2.24	20.06	19.99	19.91	548.74	325.03
I-2	27.35	9.90	35.10	9.00	9.00	9.00	2.30	8.42	7.45	9.94	2.24	28.58	28.51	28.43	781.60	262.92
I-1	27.35	2.70	21.06	9.30	5.40	9.30	2.30	5.05	7.70	9.71	2.24	25.23	25.16	25.06	689.93	68.11
Sumatoria												347.4096	346.5696	345.6096	6114.409	3197.732
Acumulado												2142.75	2136.52	2129.14	37712.63	19658.19
Centroide												X= 17.600		Y= 9.205		

LAJADA DE CARGAS NIVEL : 02

w losa = 0.24 ton/m
w muros = 0.828 ton/m
w col 2 = 0.97 ton/m

w tra 6 = 0.96 ton/m
w tra Sec= 0.144 ton/m

c.v. Grav. 0.25 ton/m
c.v. Sismo 0.1 ton/m
c.v. Asent 0.04 ton/m

Elemento	X (m)	Y (m)	A losa (m2)	L tra 1 (m)	L tra 2 (m)	L muro (m)	H col (m)	w losa (ton)	w muro (ton)	w tra (ton)	w col (ton)	Grav (ton)	Sismo (ton)	Asent. (ton)	Xi * Wi (ton-m)	Yi * Wi (ton-m)
INTERIOR	17.600	9.205										2142.75	2136.52	2129.14	37712.83	19658.19
E-6	1.475	26.1	15.93	8.35	5.40	8.35	2.30	3.82	6.91	8.79	2.24	22.30	22.23	22.15	32.89	581.93
E-4	1.475	18.9	26.55	11.95	9.00	9.00	2.30	6.37	7.45	12.77	2.24	29.36	29.29	29.21	43.30	554.86
E-1	1.475	12.6	14.04	8.35	5.40	6.55	2.30	3.37	5.42	8.79	2.24	20.35	20.28	20.20	30.02	256.44
F-6	4.425	26.1	15.93	8.35	5.40	8.35	2.30	3.82	6.91	8.79	2.24	22.30	22.23	22.15	98.66	591.92
F-4	5.10	17.96	40.59	15.85	12.60	9.30	2.30	9.74	7.70	17.03	2.24	37.24	37.17	37.09	189.91	688.79
F-2	7.05	10.51	45.72	15.85	12.60	8.35	2.30	10.97	6.91	17.03	2.24	37.68	37.61	37.53	265.66	356.04
F-1	7.65	2.70	21.06	9.30	5.40	9.30	2.30	5.05	7.70	9.71	2.24	25.23	25.16	25.08	198.02	66.11
G-4	13.70	16.25	29.08	11.40	7.20	7.80	2.30	6.74	6.46	11.98	2.24	27.94	27.87	27.79	382.83	452.69
G-2	13.70	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	18.72	2.24	38.33	38.26	38.18	525.17	379.50
G-1	13.70	2.70	42.12	13.20	10.80	7.80	2.30	10.11	6.46	14.23	2.24	33.56	33.49	33.41	459.77	90.61
H-4	21.50	16.25	26.08	11.40	7.20	7.80	2.30	6.74	6.46	11.98	2.24	27.94	27.87	27.79	600.80	452.69
H-2	21.50	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	18.72	2.24	38.33	38.26	38.18	824.17	379.50
H-1	21.50	2.70	42.12	13.20	10.80	7.80	2.30	10.11	6.46	14.23	2.24	33.56	33.49	33.41	721.54	90.61
I-6	30.77	26.10	15.93	8.35	5.40	8.35	2.30	3.82	6.91	8.79	2.24	22.30	22.23	22.15	686.05	581.93
I-4	29.60	17.96	40.59	15.85	12.60	9.30	2.30	9.74	7.70	17.03	2.24	37.24	37.17	37.09	1102.24	688.79
I-2	31.70	10.51	45.72	15.85	12.60	8.35	2.30	10.97	6.91	17.03	2.24	37.68	37.61	37.53	1194.54	356.04
I-1	27.35	2.70	21.06	9.30	5.40	9.30	2.30	5.05	7.70	9.71	2.24	25.23	25.16	25.08	689.93	63.11
J-6	33.725	26.1	15.93	8.35	5.40	8.35	2.30	3.82	6.91	8.79	2.24	22.30	22.23	22.15	751.94	581.93
J-4	33.725	18.9	26.55	11.95	9.00	9.00	2.30	6.37	7.45	12.77	2.24	29.26	29.29	29.21	950.09	554.96
J-2	33.725	12.6	14.04	8.35	5.40	6.55	2.30	3.37	5.42	8.79	2.24	20.35	20.28	20.20	685.38	256.44

Sumatoria 588.5728 597.1728 565.5728 10473.92 8051.825
Acumulado {2731.336} {2723.696} {2714.716} {48185.56} {27720.02}

Centroide X= 17.795 Y= 13.697

BAJADA DE CARGAS NIVEL : 01

w losa = 0.24 ton/m
w muros = 0.828 ton/m
w col 2 = 0.97 ton/m

w tra 6 = 0.96 ton/m
w tra Sec= 0.144 ton/m

c.v. Grav. 0.25 ton/m
c.v. Sismc 0.18 ton/m
c.v. Asem 0.04 ton/m

Elemento	X	Y	A losa	L tra 1	L tra 2	L muro	H col	w losa	w muro	w tra	w col	Grav	Sismo	Asent.	Xi * Wi	Yi * Wi
	(m)	(m)	(m2)	(m)	(m)	(m)	(m)	(ton)	(m)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton-m)	(ton-m)
ANTERIOR	17.795	13.697										2731.336	2723.695	2714.716	43186.56	27720.02
E-6	1.48	26.1	15.93	8.35	5.40	8.35	2.30	3.52	6.91	8.79	2.24	22.30	22.23	22.15	32.89	581.53
E-4	1.48	18.9	26.55	11.95	9.00	9.00	2.30	6.37	7.45	12.77	2.24	29.36	29.29	29.21	43.30	554.56
E-2	1.48	12.6	14.04	8.35	5.40	6.55	2.30	3.37	5.42	8.79	2.24	20.35	20.28	20.20	30.02	256.44
F-6	6.38	26.1	36.99	12.25	15.85	6.85	2.30	8.88	5.67	14.04	2.24	31.36	31.29	31.21	195.90	618.43
F-4	6.38	18.90	61.65	15.85	18.00	0.00	2.30	14.80	0.00	17.81	2.24	35.37	35.30	35.22	225.49	669.49
F-2	7.05	10.51	45.72	15.85	12.60	8.35	2.30	10.97	6.91	17.03	2.24	37.68	37.61	37.53	265.66	396.04
F-1	7.85	2.70	21.06	9.30	5.40	9.30	2.30	5.05	7.70	9.71	2.24	25.23	25.16	25.08	198.02	68.11
G-6	13.70	26.10	42.12	13.20	15.85	7.80	2.30	10.11	6.45	14.95	2.24	34.29	34.22	34.14	469.73	894.90
G-4	13.70	18.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	18.72	2.24	38.33	38.26	38.18	525.17	724.51
G-2	13.70	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	18.72	2.24	38.33	38.26	38.18	525.17	379.50
G-1	13.70	2.70	42.12	13.20	10.80	7.80	2.30	10.11	6.45	14.23	2.24	33.56	33.49	33.41	459.77	90.61
H-6	21.50	26.10	42.12	13.20	15.85	7.80	2.30	10.11	6.46	14.95	2.24	34.29	34.22	34.14	737.17	894.90
H-4	21.50	18.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	18.72	2.24	38.33	38.26	38.18	824.17	724.51
H-2	21.50	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	18.72	2.24	38.33	38.26	38.18	824.17	379.50
H-1	21.50	2.70	42.12	13.20	10.80	7.80	2.30	10.11	6.45	14.23	2.24	33.56	33.49	33.41	721.54	90.61
I-6	28.82	26.10	36.99	12.25	15.85	6.85	2.30	8.88	5.67	14.04	2.24	31.36	31.29	31.21	903.72	518.43
I-4	29.82	19.90	61.65	18.90	18.00	0.00	2.30	14.80	0.00	20.74	2.24	38.30	38.23	38.15	1103.74	723.82
I-2	31.70	10.51	45.72	15.85	12.60	8.35	2.30	10.97	6.91	17.03	2.24	37.68	37.61	37.53	1184.64	396.04
I-1	27.35	2.70	21.06	9.30	5.40	9.30	2.30	5.05	7.70	9.71	2.24	25.23	25.16	25.08	659.93	68.11
J-6	33.73	26.1	15.93	8.35	5.40	8.35	2.30	3.52	6.91	8.79	2.24	22.30	22.23	22.15	751.94	581.53
J-4	33.73	18.9	26.55	11.95	9.00	9.00	2.30	6.37	7.45	12.77	2.24	29.36	29.29	29.21	990.09	554.56
J-2	33.73	12.6	14.04	8.35	5.40	6.55	2.30	3.37	5.42	8.79	2.24	20.35	20.28	20.20	656.38	256.44
Sumatoria												695.24	693.7	691.94	12402.52	10922.96
Acumulado												3426.576	3417.396	3406.656	60589.07	33942.93
Centroide												X= 17.839			Y= 15.711	

BAJADA DE CARGAS NIVEL : MEZZ

w losa = 0.24 ton/m
w muros = 0.826 ton/m
w col 2 = 0.97 ton/m

w tra 6 = 0.96 ton/m
w tra Sec= 0.144 ton/m

c.v. Grav. 0.35 ton/m
c.v. Sismo 0.315 ton/m
c.v. Asent 0.28 ton/m

Elemento	X	Y	A losa	L tra 1	L tra 2	L muro	H col	w losa	w muro	w tra	w col	Grav	Sismo	Asent.	Xi * Wi	Yi * Wi
	(m)	(m)	(m ²)	(m)	(m)	(m)	(m)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton-m)	(ton-m)
ANTERIOR	17.839	15.711										3426.576	3417.395	3406.656	60595.07	38642.96
E-6	1.48	26.10	15.93	8.35	5.40	8.35	2.30	3.82	6.91	8.79	2.24	22.40	22.36	22.33	33.03	584.54
E-4	1.48	18.90	25.55	11.95	9.00	9.00	2.30	6.37	7.45	12.77	2.24	29.46	29.42	29.39	43.45	556.75
E-2	1.48	9.90	29.55	11.95	9.00	9.00	2.30	6.37	7.45	12.77	2.24	29.46	29.42	29.39	43.45	291.63
E-1	1.48	2.70	15.93	8.35	5.40	8.35	2.30	3.82	6.91	8.79	2.24	22.40	22.36	22.33	33.03	60.47
F-6	6.38	26.10	36.99	12.25	15.85	6.85	2.30	8.88	5.67	14.04	2.24	31.46	31.42	31.39	200.54	821.34
F-4	6.38	18.90	61.65	15.85	18.00	0.00	2.30	14.80	0.00	17.81	2.24	35.47	35.43	35.40	226.12	670.38
F-2	6.38	9.90	61.65	15.85	18.00	0.00	2.30	14.80	0.00	17.81	2.24	35.47	35.43	35.40	226.12	351.15
F-1	6.38	2.70	36.99	12.25	15.85	6.85	2.30	8.88	5.67	14.04	2.24	31.46	31.42	31.39	200.54	84.93
G-6	13.70	26.10	42.12	13.20	15.85	7.80	2.30	10.11	6.46	14.95	2.24	34.39	34.35	34.32	471.10	857.51
G-4	13.70	18.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	18.72	2.24	38.43	38.40	38.36	526.54	726.40
G-2	13.70	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	18.72	2.24	38.43	38.40	38.36	526.54	390.49
G-1	13.70	2.70	42.12	13.20	15.85	7.80	2.30	10.11	6.46	14.95	2.24	34.39	34.35	34.32	471.10	92.85
H-6	21.50	26.10	42.12	13.20	15.85	7.80	2.30	10.11	6.46	14.95	2.24	34.39	34.35	34.32	739.32	957.51
H-4	21.50	18.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	18.72	2.24	38.43	38.40	38.36	826.32	726.40
H-2	21.50	9.90	70.20	16.80	18.00	0.00	2.30	16.85	0.00	18.72	2.24	38.43	38.40	38.36	826.32	380.49
H-1	21.50	2.70	42.12	13.20	15.85	7.80	2.30	10.11	6.46	14.95	2.24	34.39	34.35	34.32	739.32	92.85
I-6	28.82	26.10	36.99	12.25	15.85	6.85	2.30	8.88	5.67	14.04	2.24	31.46	31.42	31.39	906.60	821.04
I-4	28.82	18.90	61.65	15.85	18.00	0.00	2.30	14.80	0.00	20.74	2.24	38.40	38.36	38.33	1106.62	725.71
I-2	28.82	9.90	61.65	15.85	18.00	0.00	2.30	14.80	0.00	20.74	2.24	38.40	38.36	38.33	1106.62	580.14
I-1	28.82	2.70	36.99	12.25	15.85	6.85	2.30	8.88	5.67	14.04	2.24	31.46	31.42	31.39	906.60	84.93
J-6	33.73	26.10	15.93	8.35	5.40	8.35	2.30	3.82	6.91	8.79	2.24	22.40	22.36	22.33	755.31	584.54
J-4	33.73	18.90	25.55	11.95	9.00	9.00	2.30	6.37	7.45	12.77	2.24	29.46	29.42	29.39	993.46	556.75
J-2	33.73	9.90	25.55	11.95	9.00	9.00	2.30	6.37	7.45	12.77	2.24	29.46	29.42	29.39	993.46	291.63
J-1	33.73	2.70	15.93	8.35	5.40	8.35	2.30	3.82	6.91	8.79	2.24	22.40	22.36	22.33	755.42	60.47
Sumatoria												772.2624	771.4224	770.5824	13656.97	11120.59
Acumulado												4198.836	4188.818	4177.238	74246.04	45753.56
Centroide												X= 17.684			Y= 14.400	

V.- DIMENSIONAMIENTO.

Para llevar a cabo este punto y de acuerdo con el objetivo de esta tesis se eligieron solo cuatro trabes y cuatro columnas de cada análisis sísmico, es decir ocho elementos para el coeficiente sísmico igual a $Q=2$ y los mismos ocho elementos pero del análisis sísmico con $Q=3$.

Los elementos que se tomaron fueron los siguientes:

- | | |
|----------|---|
| Trabes | -elemento 40 marco 1
-elemento 57 marco 1
-elemento 17 marco F
-elemento 26 marco G |
| Columnas | 1.-elemento 90 marco 1(Dirección X)
elemento 47 marco G(Dirección Y)
2.-elemento 111 marco 2(Dirección X)
elemento 62 marco H (Dirección Y)
3.-elemento 132 marco 4 (Dirección X)
elemento 84 marco Y (Dirección Y)
4.-elemento 113 marco 1(Dirección X)
elemento 54 marco H (Dirección Y) |

A continuación se presentara el procedimiento que se siguió para la obtención de los elementos mecánicos obtenidos del análisis sísmico de la primera trabe y de la primer columna, así como el proceso que se siguió para cada una de estas para su diseño por flexión y cortante con el coeficiente sísmico $Q=2$ y con el coeficiente sísmico $Q=3$; el de los otros elementos solo se presentaran los resultados para poder compararlos dado que el procedimiento para el diseño es el mismo.

Elemento 40 Marco 1(Q=2)

Nudo 55	Axial	Cortante	Momento
Carga Sismo en X	-0.391	-25.730	-103.122
Carga Sismo en Y	-0.168	-10.978	-44.001
Carga Gravitacional	-0.127	18.456	31.851

Nudo 56	Axial	Cortante	Momento
Carga Sismo en X	-0.391	-25.730	97.569
Carga Sismo en Y	-0.168	-10.978	41.631
Carga Gravitacional	-0.127	-15.664	20.960

Elemento 40 Marco 1(Q=3)

Nudo 55	Axial	Cortante	Momento
Carga Sismo en X	-0.261	-17.145	-68.717
Carga Sismo en Y	-0.112	-7.315	-29.319
Carga Gravitacional	-0.127	18.456	31.851

Nudo 56	Axial	Cortante	Momento
Carga Sismo en X	-0.261	-17.145	65.017
Carga Sismo en Y	-0.112	-7.315	27.739
Carga Gravitacional	-0.127	-15.664	20.960

Columna No. 1(Q=2)

Dirección X(marco 1)

Nudo 44	Axial	Cortante	Momento
Carga Sismo en X	-6.657	53.358	91.011
Carga Sismo en Y	-2.839	20.686	35.771
Carga Gravitacional	273.644	-1.686	-2.656

Nudo 48	Axial	Cortante	Momento
Carga Sismo en X	-6.657	53.358	-79.734
Carga Sismo en Y	-2.839	20.686	-30.425
Carga Gravitacional	273.644	-1.686	2.739

Dirección Y(Marco G)

Nudo 29	Axial	Cortante	Momento
Carga Sismo en X	-40.195	5.782	23.285
Carga Sismo en Y	-107.147	12.915	62.679
Carga Gravitacional	312.563	-21.706	-35.520

Nudo 33	Axial	Cortante	Momento
Carga Sismo en X	-40.195	5.782	4.781
Carga Sismo en Y	-107.147	12.915	21.352
Carga Gravitacional	312.563	-21.706	33.939

Columna No. 1(Q=3)

Dirección X(marco1)

Nudo 44	Axial	Cortante	Momento
Carga Sismo en X	-4.438	35.556	60.646
Carga Sismo en Y	-1.892	13.784	23.834
Carga Gravitacional	273.644	-1.686	-2.656

Nudo 48	Axial	Cortante	Momento
Carga Sismo en X	-4.438	35.556	-53.131
Carga Sismo en Y	-1.892	13.784	-20.273
Carga Gravitacional	273.644	-1.686	2.739

Dirección Y(marco G)

Nudo 29	Axial	Cortante	Momento
Carga Sismo en X	-26.788	3.852	15.509
Carga Sismo en Y	-71.410	8.603	41.748
Carga Gravitacional	312.563	-21.706	-35.520

Nudo 33	Axial	Cortante	Momento
Carga Sismo en X	-26.788	3.852	3.184
Carga Sismo en Y	-71.410	8.603	14.220
Carga Gravitacional	312.563	-21.706	33.939

Diseño por Flexión

A partir de estos datos obtenidos se prosiguió a el diseño de la trabe con $Q=2$. Primero se obtuvieron los diagramas de momento y el de cortante, se obtuvo también la acción del sismo en sus dos direcciones y con esto se obtuvieron las envolventes de donde se saco el momento ultimo en todo lo largo de la trabe, así como, el cortante ultimo: en la pagina siguiente se muestran estos diagramas.

Obtenidos los momentos últimos se prosiguió a obtener el momento resistente:

$$\frac{Mu}{bd^2} = \frac{140.8 \times 10^5}{40 \times 75^3} = 62.6$$

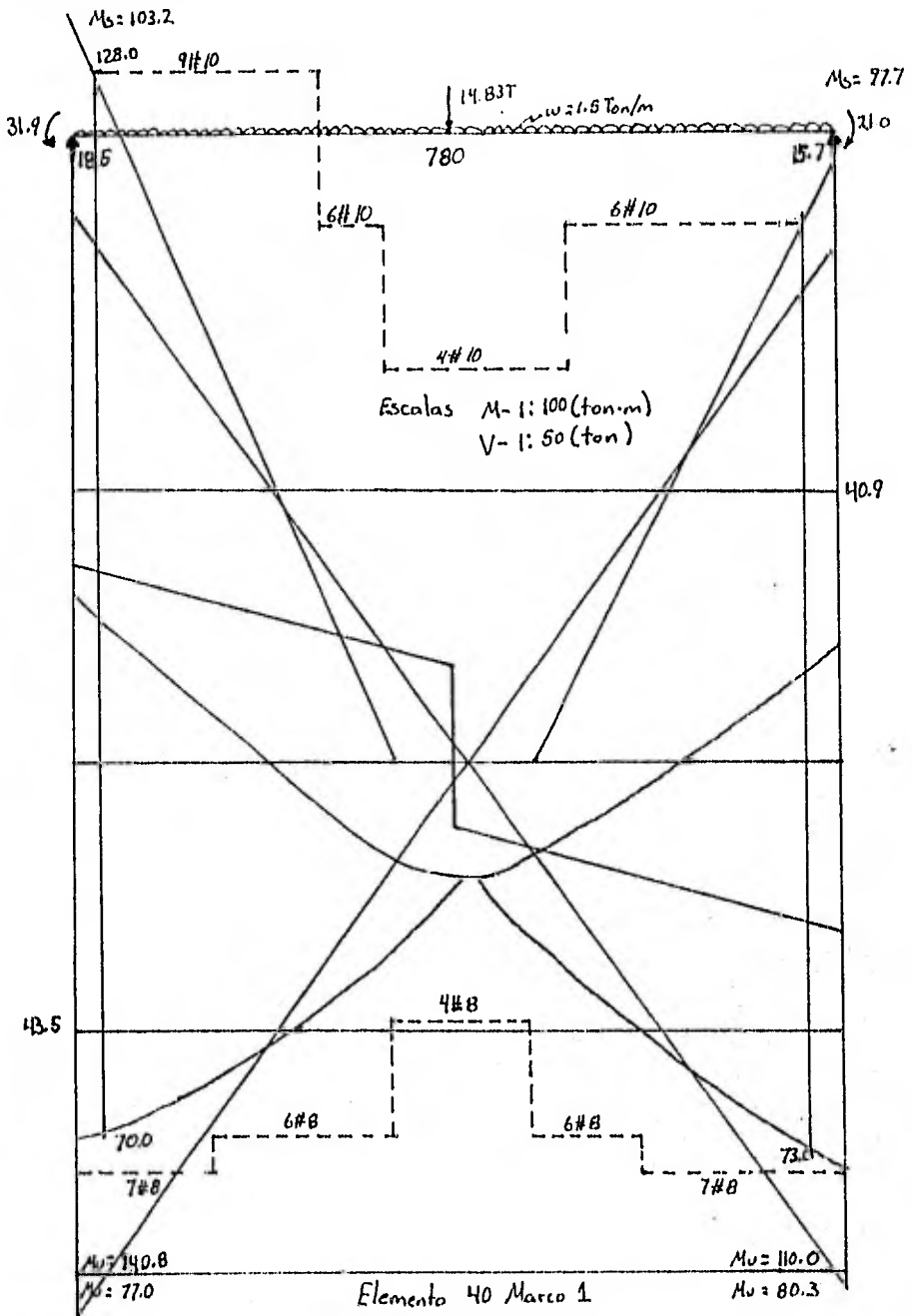
Como esta más allá de la falla balanceada se aumento el ancho de la sección transversal a $b=50\text{cm}$.

$$\frac{Mu}{bd^2} = \frac{140.8 \times 10^5}{50 \times 75^2} = 50$$

se obtuvieron las constantes de diseño.

$$f^*c = 0.8ft = 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$fv = 0.85f^*c = 170 \text{ kg/cm}^2$$



Elemento 40 Marco 1
 Sección 50 x 80
 Q = 2

A continuación se calculó el porcentaje balanceado para poder determinar el porcentaje máximo, así como, el q_{max} .

$$p_b = \frac{f_t}{f_y} \times \frac{4800}{f_y + 6000} = \frac{170}{4200} \times \frac{4800}{4200 + 6000} = 0.019$$

$$p_{max} = 0.75 \times 0.019 = 0.0143$$

$$q_{max} = p_{max} \frac{f_y}{f_t} = 0.0143 \frac{4200}{170} = 0.353$$

Con el q_{max} que se obtuvo se prosiguió a calcular el momento resistente.

$$M_{R1} = 0.9 \times 50 \times 75^2 \times 170 \times 0.353(1 - 0.5 \times 0.353) = 125.1 \text{ Ton} \times m$$

Dado que el valor del momento resistente es menor que el momento ultimo se colocara acero en el otro lecho, para esto se obtuvo la diferencia entre el momento ultimo y el momento resistente.

$$\Delta M_u = 140.8 - 125.1 = 15.7 \text{ Ton} \times m$$

Se obtuvo el área de acero de la diferencia.

$$A'_s = \frac{\Delta M_u}{F_R \times f_y (d - d'')} = \frac{15.7 \times 10^5}{0.9 \times 4200 (75 - 5)} = 5.93 \text{ cm}^2 \Rightarrow 2\#8$$

El área de acero total es igual a la suma de acero de los dos lechos.

$$A_{s1} = A_s + A'_s = 0.0143 \times 50 \times 75 + 5.93 = 59.55 \text{ cm}^2 \Rightarrow 12\#8,8\#10$$

Revisión si el acero de compresión fluye cuando se alcanza la resistencia de la sección.

$$p_t = \frac{59.55}{50 \times 75} = 0.0158$$

$$p_c = \frac{593}{50 \times 75} = 0.0016$$

$$p_t - p_c \geq \frac{f_t d'}{f_y d} = \frac{4800}{6000 + 4200}$$

0.014 > 0.0012 por lo tanto sí fluye.

Obtención de los porcentajes de acero de los momentos últimos del elemento, así como, de las áreas de acero.

$$\frac{Mu}{bd^2} = \frac{77 \times 10^5}{50 \times 75^2} = 27.4 \Rightarrow p = 0.008$$

$$A_s = 0.008 \times 50 \times 75 = 30 \text{ cm}^2 \quad 6\#8$$

$$\frac{Mu}{bd^2} = \frac{110 \times 10^5}{50 \times 75^2} = 39.1 \Rightarrow p = 0.0121$$

$$A_s = 0.0121 \times 50 \times 75 = 45 \text{ cm}^2 \quad 6\#10$$

$$\frac{Mu}{bd^2} = \frac{80.3 \times 10^5}{50 \times 75^2} = 28.6 \Rightarrow p = 0.0083$$

$$A_s = 0.0083 \times 50 \times 75 = 31.2 \text{ cm}^2 \quad 7\#8$$

Revisión de las áreas de acero.

Para 9#10

$$A_s = 71.28 \text{ cm}^2 \quad p = 0.019$$

$$M = 55 \times 50 \times 71.9^2 = 142.2 + 1.1 = 129.27 \text{ Ton} \times m$$

Para 6#10

$$A_s = 47.52 \text{ cm}^2 \quad p = 0.013$$

$$M = 41.5 \times 50 \times 72.7^2 = 109.7 + 1.1 = 99.77 \text{ Ton} \times m$$

Para 4#10

$$A_s = 31.68 \text{ cm}^2 \quad p = 0.0084$$

$$M = 29 \times 50 \times 75^2 = 81.56 + 1.1 = 74.17 \text{ Ton} \times m$$

Anclaje.

De acuerdo con 3.2.1 c) la longitud de desarrollo de las varillas, se obtiene de la ecuación, por el factor o los factores indicados en la tabla 3.1.

$$l_{ab} = 0.06 \frac{as \times fy}{\sqrt{fv}} \geq 0.006d_b \times fy$$

$$l_{ab} = 0.06 \frac{7.87 \times 4200}{\sqrt{250}} \geq 0.006 \times 3.18 \times 4200$$

$$125.4 \geq 80.13$$

El factor por el cual se multiplico es de 1.4 que se refiere a las barras horizontales o inclinadas colocadas de manera que bajo de ellas se cuelen más de 30 cm de concreto.

$$L_d = 125.4 \times 1.4 = 175.5 \text{ cm}$$

Para el lecho inferior.

Para 8#8

$$A_s = 40.56 \text{ cm}^2 \quad \rho = 0.011$$

$$M = 36.1 \times 50 \times 72.5^2 = 94.87 + 1.1 = 86.27 \text{ ton} \times m$$

Para 7#8

$$A_s = 35.49 \text{ cm}^2 \quad \rho = 0.009$$

$$M = 30.2 \times 50 \times 75^2 = 84.93 + 1.1 = 77.27 \text{ ton} \times m$$

Para 6#8

$$A_s = 30.42 \text{ cm}^2 \quad \rho = 0.008$$

$$M = 27.4 \times 50 \times 75^2 = 77.06 + 1.1 = 707 \text{ ton} \times m$$

Para 4#8

$$A_s = 20.28 \text{ cm}^2 \quad \rho = 0.0054$$

$$M = 19 \times 50 \times 75^2 = 53.4 + 1.1 = 48.57 \text{ ton} \times m$$

Para 2#8

$$A_s = 10.14 \text{ cm}^2 \quad \rho = 0.0027$$

$$M = 12.9 \times 50 \times 75^2 = 36.28 + 1.1 = 337 \text{ ton} \times m$$

$$l_{ab} = 0.06 \frac{as \times fy}{\sqrt{fv}} \geq 0.006d_b \times fy$$

$$l_{ab} = 0.06 \frac{5.07 \times 4200}{\sqrt{250}} \geq 0.006 \times 2.54 \times 4200$$

$$90.36 \geq 64.0$$

$$L_d = 90.36 \times 1.4 = 126.5 \text{ cm}$$

Diseño por cortante

$$A_s = 9\#10$$

$$A_s = 71.46 \text{ cm}^2$$

Como $h > 70 \text{ cm}$ se reducirá V_{CR} en un 30% de acuerdo con 2.1.5. a) del RCDF-87.

$$V_u = 40.7 \text{ Ton} \times 1.1 = 44.77 \text{ Ton}$$

$$p = \frac{71.46}{50 \times 75} = 0.19 > 1\%$$

Como el porcentaje es mayor al 1% se utilizará la siguiente expresión de acuerdo con 2.1.5 a) Y. del RCDF-87.

$$V_{CR} = F_R(0.5)\sqrt{f_c'bd}$$

$$V_{CR} = 0.8 \times 0.5 \sqrt{200} \times 50 \times 75 = 21.2 - 30\% \Rightarrow V_{CR} = 14.84 \text{ Ton}$$

Refuerzo por tensión diagonal de acuerdo con 2.1.2 b)

$$V_u \leq F_R(1.5)\sqrt{f_c'bd}$$

$$40.7 \leq 0.8 \times 1.5 \sqrt{200} \times 50 \times 75$$

$$40.7 \leq 63.6 \text{ Ton} \text{ si se cumple } \therefore S_{\max} = \frac{d}{2}$$

$$s = \frac{F_R A_{st} f_y d}{V_u - V_{CR}} \leq \frac{F_R A_{st} f_y}{3.5b}$$

suponiendo estribos del #2.5 donde $a = 0.5 \text{ cm}^2$.

$$s = \frac{0.8(4 \times 5)4200 \times 75}{44770 - 14840} \leq \frac{0.8(4 \times 5)4200}{3.5(50)}$$

$$s = 16.8 \leq 38.4 \therefore \text{cumple}$$

$$S_{\max} = \frac{d}{2} \Rightarrow \frac{75}{2} = 35 \text{ cm} \text{ pero } 35 > 16.8 \therefore s = 16 \text{ cm}$$

$$E\#2.5@16 \text{ cm}$$

Diseño por flexión con Q=3

El procedimiento es el mismo que con el diseño con Q=2 solo con la diferencia que se tiene que seguir los artículos de marcos dúctiles del RCDF-87.

Requisitos para flexión :

- En toda sección se dispondrá de refuerzo tanto en el lecho inferior como en el superior.
- En cada lecho el área de refuerzo no será menor que $\frac{0.7\sqrt{f_t}bd}{f_y}$
- El área de acero a tensión no excederá del 75% de la correspondiente falla balanceada
- En ninguna sección a lo largo del miembro el momento resistente negativo, ni el resistente positivo, serán menores que la cuarta parte del máximo momento resistente que se tenga en los extremos.

$$\frac{\Delta Mu}{bd^2} = \frac{99.5 \times 10^4}{40 \times 75^2} = 44.2$$

$$f^*c = 0.8f_t = 200 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_t = 0.85f^*c = 170 \text{ kg/cm}^2$$

$$p = 0.0132$$

$$q = p \frac{f_y}{f_t} = 0.0132 \frac{4200}{170} = 0.326$$

$$M_m = 0.9 \times 40 \times 75^2 \times 170 \times 0.326 (1 - 0.5 \times 0.326) = 93.9 \text{ Ton} \times m$$

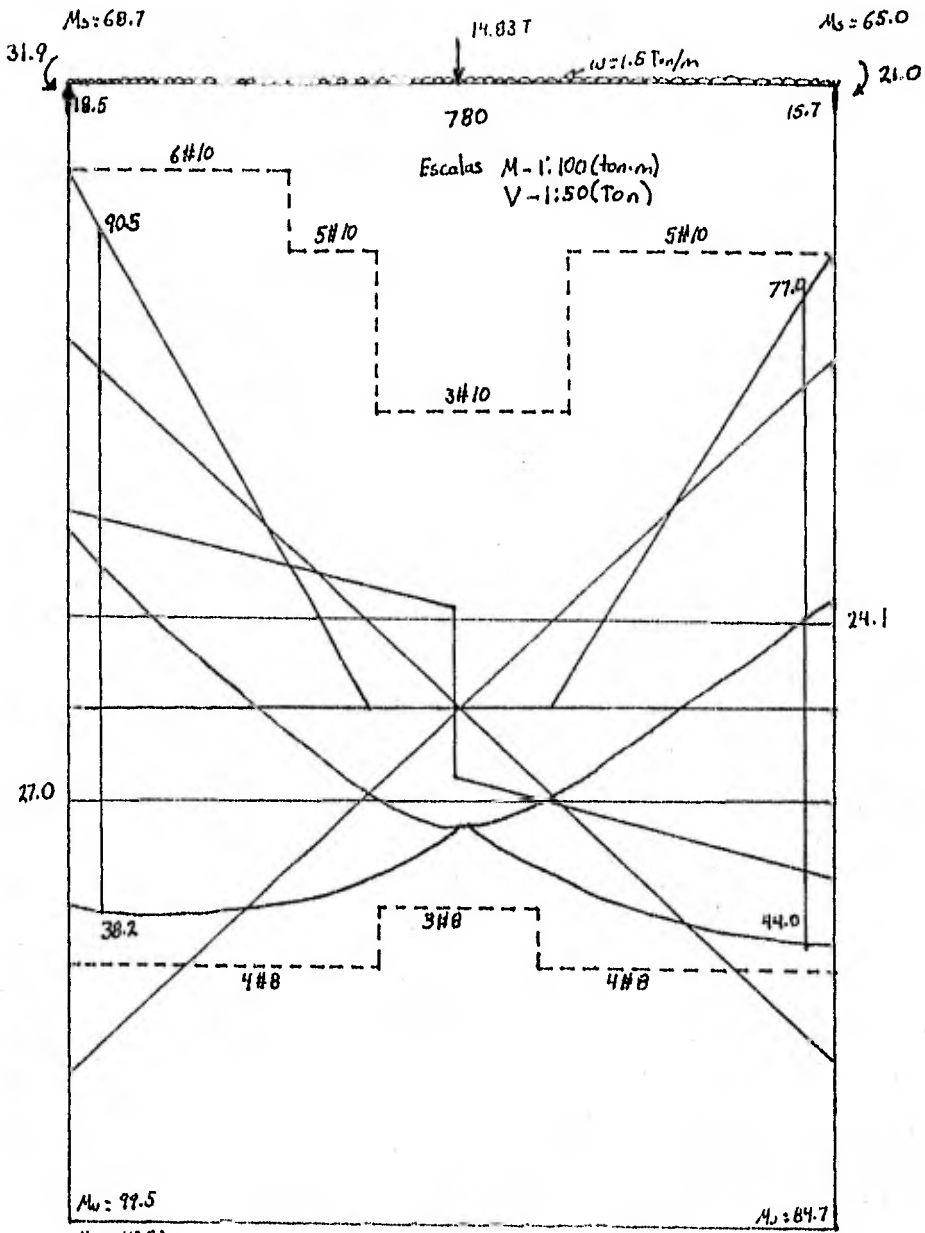
$$\Delta Mu = 99.5 - 93.9 = 5.6 \text{ Ton} \times m$$

$$A_s' = \frac{\Delta Mu}{F_R \times f_y (d - d')} = \frac{5.6 \times 10^4}{0.9 \times 4200 (75 - 5)} = 2.11 \text{ cm}^2 \Rightarrow 2\#4$$

$$A_{sT} = A_s + A_s' = 0.0132 \times 40 \times 75 + 2.11 = 41.71 \text{ cm}^2 \Rightarrow 6\#10$$

$$p_t = \frac{41.71}{40 \times 75} = 0.0139$$

$$p_c = \frac{2.11}{40 \times 75} = 0.0007$$



Elemento 40 Marco 1
 Sección 40 X 80
 Q=3

$$p_t - p_c \geq \frac{f_t \cdot d'}{f_y \cdot d} = \frac{4800}{6000 + 4200} = 0.00126$$

$$\frac{Mu}{bd^2} = \frac{84.7 \times 10^5}{40 \times 75^2} = 37.6 \Rightarrow p = 0.0115$$

$$A_s = 0.0115 \times 40 \times 75 = 34.5 \text{ cm}^2 \quad 5\#8$$

$$\frac{Mu}{bd^2} = \frac{42.02 \times 10^5}{40 \times 75^2} = 18.7 \Rightarrow p = 0.005$$

$$A_s = 0.005 \times 40 \times 75 = 15 \text{ cm}^2 \quad 4\#10$$

$$\frac{Mu}{bd^2} = \frac{29.7 \times 10^5}{40 \times 75^2} = 13.2 \Rightarrow p = 0.0038$$

$$A_s = 0.0038 \times 40 \times 75 = 11.4 \text{ cm}^2 \quad 3\#8$$

$$\text{El \u00e1rea no debe ser menor a } \frac{7\sqrt{f_c b d}}{f_y} \Rightarrow \frac{7\sqrt{250} \times 40 \times 75}{4200} = 8.0 \text{ cm}^2$$

Para 6#10

$$A_s = 47.64 \text{ cm}^2 \quad p = 0.0159$$

$$M = 48.8 \times 40 \times 75^2 = 109.8 \div 1.1 = 99.87 \text{ Ton} \times m$$

Para 5#10

$$A_s = 39.7 \text{ cm}^2 \quad p = 0.013$$

$$M = 41.5 \times 40 \times 75^2 = 93.37 \div 1.1 = 84.88 \text{ Ton} \times m$$

Para 3#10

$$A_s = 23.82 \text{ cm}^2 \quad p = 0.008$$

$$M = 27.4 \times 40 \times 75^2 = 61.65 \div 1.1 = 56.07 \text{ Ton} \times m$$

Para 2#10

$$A_s = 15.88 \text{ cm}^2 \quad p = 0.0053$$

$$M = 18.5 \times 40 \times 75^2 = 41.62 \div 1.1 = 37.84 \text{ Ton} \times m$$

$$l_{min} = 0.06 \frac{as \times f_y}{\sqrt{f_c}} \geq 0.006 d_b \times f_y$$

$$l_{min} = 0.06 \frac{7.87 \times 4200}{\sqrt{250}} \geq 0.006 \times 3.18 \times 4200$$

$$125.4 \geq 80.13$$

$$L_d = 125.4 \times 1.4 = 175.5 \text{ cm}$$

Para el lecho inferior.

Para 4#3

$$A_S = 20.28 \text{ cm}^2 \quad p = 0.0067$$

$$M = 23.2 \times 40 \times 75^2 = 52.2 \div 1.1 = 47.4 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

Para 3#8

$$A_S = 15.21 \text{ cm}^2 \quad p = 0.0051$$

$$M = 18 \times 40 \times 75^2 = 40.5 \div 1.1 = 36.8 \text{ Ton} \cdot \text{m}$$

$$L_{db} = 0.06 \frac{as \times fy}{\sqrt{f'c}} \geq 0.006 d_b \times fy$$

$$L_{db} = 0.06 \frac{5.07 \times 4200}{\sqrt{250}} \geq 0.006 \times 2.54 \times 4200$$

$$90.36 \geq 64.0$$

$$L_d = 90.36 \times 1.4 = 126.5 \text{ cm}$$

Diseño por Cortante Q=3

Requisitos:

Se tomo como valor del factor de reducción 0.6 en vez de 0.8 para cumplir con los requerimientos para el cortante de marcos dúctiles. (5.2.4)

$$A_S = 6\#10$$

$$A_S = 47.64 \text{ cm}^2$$

$$Vu = 24.5 \text{ Ton} \times 1.1 = 26.95 \text{ Ton}$$

$$p = \frac{71.46}{40 \times 75} = 0.015 > 1\%$$

$$F_R = 0.6$$

$$V_{CR} = F_R (0.5) \sqrt{f'c} b d$$

$$V_{CR} = 0.6 \times 0.5 \sqrt{200} \times 40 \times 75 = 12.72 \Rightarrow V_{CR} = 12.72 \text{ Ton}$$

$$Vu \leq F_R (1.5) \sqrt{f'c} b d$$

$$40.7 \leq 0.6 \times 1.5 \sqrt{200} \times 40 \times 75$$

$$26.95 \leq 38.18 \text{ Ton si se cumple} \therefore S_{max} = \frac{d}{2}$$

$$s = \frac{F_u A_{st} f_y d}{F_u - F_{cr}} \leq \frac{F_u A_{st} f_y}{3.5b}$$

suponiendo estribos del #3 donde $a=0.71\text{cm}^2$.

$$s = \frac{0.6(4 \times 71)4200 \times 75}{26950 - 12720} \leq \frac{0.6(4 \times 71)4200}{3.5(40)}$$

$$s = 14.87 \leq 25.56 \therefore \text{cumple}$$

$$S_{\text{mín}} = \frac{d}{2} \Rightarrow \frac{75}{2} = 37.5\text{cm} \text{ pero } 37.5 > 14.87 \therefore s = 14\text{cm}$$

La separación de los estribos no debe ser mayor que los siguientes valores:

1. $0.25d$.
2. Ocho veces el diámetro de la barra longitudinal más delgada.
3. 24 veces el diámetro de la barra del estribo.
4. 30 cm.

$$s = 14\text{cm} < .25(75) = 18.75\text{cm} \text{ cumple}$$

$$s = 14\text{cm} < 8(2.54) = 20.32\text{cm} \text{ cumple}$$

$$s = 14\text{cm} < 24(.952) = 22.8\text{cm} \text{ cumple}$$

$$s = 14\text{cm} < 30\text{cm} \text{ cumple}$$

E#3@14cm

Diseño por flexión de la columna No. 1

Revisión de los efectos de esbeltez (Dirección X)

Geometría

Trabes

$$\frac{I}{I} = \frac{50 \times 80^3}{12 \times 780} = 273.5\text{cm}^3$$

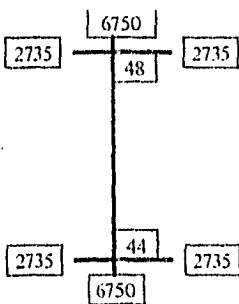
Columnas

$$\frac{I}{L} = \frac{120 \times 60^3}{12 \times 320} = 6750 \text{ cm}^4$$

Para que se puedan despreciar los efectos de esbeltez se tiene que cumplir la expresión siguiente:

$$\frac{H'}{r} < 34 - 12 \frac{M_1}{M_2}$$

A continuación se presenta un esquema de como están colocadas las columnas, las traveses y los nudos.



Nudo 48 $\varphi = \frac{6750 \times 2}{2735 \times 2} = 2.47$

Nudo 44 $\varphi = \frac{6750 \times 2}{2735 \times 2} = 2.47$

De la figura 1.1b de las normas se obtiene $k=1.65$

$$H' = 1.65 \times 320 = 528 \text{ cm}$$

$$r = 0.3 \times H = .3 \times 60 = 18 \text{ cm}$$

$$\frac{528}{18} < 34 - 12 \left(\frac{82.473}{-93.667} \right)$$

$29.3 < 44.56$ cumple; se pueden despreciar los efectos de esbeltez

Debidos a fuerza lateral de acuerdo con 1.3.2

Para que se puedan despreciar los efectos de esbeltez debidos a esta se debe cumplir con la expresi3n siguiente:

$$\frac{\text{desplazamientos de entrepiso}}{\text{diferencia de elevaciones}} \leq 0.08 \frac{\text{fuerza cortante de entrepiso}}{\text{suma de } C_m + C_v \text{ de dise\~no}}$$

$$\frac{1.14}{320} \leq 0.08 \frac{642.827}{3426.7 \times 1.1}$$

.0035 < .0136 si se cumple entonces se pueden despreciar los efectos de esbeltez.

Revisi3n de la esbeltez (Direcci3n Y)

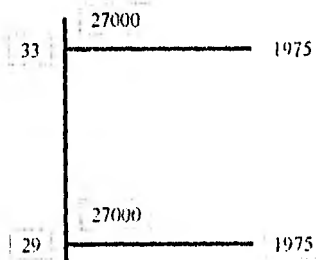
Geometr3a

Trabes

$$\frac{I}{L} = \frac{50 \times 80^3}{12 \times 1080} = 1975 \text{ cm}^3$$

Columnas

$$\frac{I}{L} = \frac{60 \times 120^3}{12 \times 320} = 27000 \text{ cm}^3$$



Nudo 33 $\varphi = \frac{27000 \times 2}{1975} = 27.3$

Debidos a fuerza lateral de acuerdo con 1.3.2

Para que se puedan despreciar los efectos de esbeltez debidos a esta se debe cumplir con la expresi3n siguiente:

$$\frac{\text{desplazamientos de entrepiso}}{\text{diferencia de elevaciones}} \leq 0.08 \frac{\text{fuerza cortante de entrepiso}}{\text{suma de } C_m + C_v \text{ de dise\~no}}$$

$$\frac{1.14}{320} \leq 0.08 \frac{642.827}{3426.7 \times 1.1}$$

.0035 < .0136 si se cumple entonces se pueden despreciar los efectos de esbeltez.

Revisi3n de la esbeltez(Direcci3n Y)

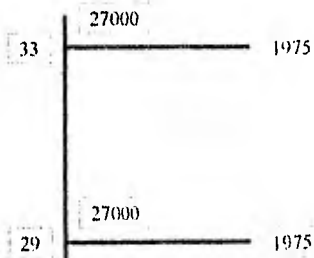
Geometr3a

Trabes

$$\frac{I}{l} = \frac{50 \times 80^3}{12 \times 1080} = 1975 \text{cm}^4$$

Columnas

$$\frac{I}{l} = \frac{60 \times 120^3}{12 \times 320} = 27000 \text{cm}^4$$



Nudo 33 $\varphi = \frac{27000 \times 2}{1975} = 27.3$

Nudo 29
$$q = \frac{27000 \times 2}{1975} = 27.3$$

De la figura 1.1b de las normas se obtiene $k=7.5$

$$H' = 7.5 \times 320 = 2400\text{cm}$$

$$r = 0.3 \times H = .3 \times 120 = 36\text{cm}$$

$$\frac{1140}{36} < 34 - 12 \left(\frac{55.3}{-98.199} \right)$$

66.7 > 40.75 no cumple; se tiene que obtener el factor de amplificación.

Debidos a fuerza lateral

Para que se puedan despreciar los efectos de esbeltez debidos a esta se debe cumplir con la expresión siguiente:

$$\frac{\text{desplazamientos de entrepiso}}{\text{diferencia de elevaciones}} \leq 0.08 \frac{\text{fuerza cortante de entrepiso}}{\text{suma de } C_m + C_v \text{ de diseño}}$$

$$\frac{.85}{320} \leq 0.08 \frac{647.883}{3426.7 \times 1.1}$$

.0026 < .0137 si se cumple entonces se pueden despreciar los efectos de esbeltez.

Obtención el factor de amplificación

$$1 + \frac{W_U \cdot h}{R(Q - 1.2W_U \cdot h)}$$

$$W_U = 3426.7 \times 1.1 = 3769.4$$

$$h=320\text{cm}$$

$$R = \frac{V}{\delta} = \frac{647.883}{.85} = 762.2 \text{ Ton/cm}$$

$$Q=2$$

$$1 + \frac{3769.4 \cdot 320}{762.2 \cdot 2 - 1.2 \left(\frac{3769.4}{320} \right)} = 1.032$$

$$F_a=1.032$$

Dimensionamiento

Condición estática

$$P_E = P_{ex} + P_{ey} + P_o P_o$$

$$P_E = 273.64 + 312.56 + 2.4(1.2 \times 0.6 \times 3.2)$$

$$P_E = 591.73 \text{ Ton.}$$

$$M_{xE} = -2.65 \text{ Ton x m}$$

$$M_{yE} = -35.52 \text{ Ton x m}$$

Condición sismo dirección X

$$P_X = P_E \pm P_{sX}$$

$$P_X = 591.73 + 5.572 = 597.302 \text{ Ton}$$

$$M_X = M_{xE} \pm M_{sX}$$

$$M_X = -2.65 - 91.011 = 93.667 \text{ Ton x m}$$

$$M_{yE} = 35.52 \text{ Ton x m}$$

Condición sismo dirección Y

$$P_Y = P_E \pm P_{sY}$$

$$P_Y = 591.73 + 107.147 \text{ Ton}$$

$$M_Y = M_{yE} \pm M_{sY}$$

$$M_Y = -35.52 - 62.679 = 98.199 \times (1.032) = 101.3 \text{ Ton x m}$$

$$M_{xE} = -2.65 \text{ Ton x m}$$

Carga y momentos ultimos (dirección X).

$$P_U = 597.3 \times 1.1 = 657.03 \text{ Ton}$$

$$M_{XU} = 93.67 \times 1.1 = 103.04 \text{ Ton x m}$$

$$M_{YU} = 0.3 \times 98.199 \times 1.1 = 32.4 \text{ Ton x m}$$

Suponiendo $p=0.02$

$$A_S = p b h = 0.02 \times 60 \times 120 = 144 \text{ cm}^2$$

$$P_{Rd} = F_{td} (A_s f_t + A_s f_y) = 0.7(60 \times 120 \times 170 + 144 \times 4200) = 1280 \text{ Ton}$$

Suponiendo el refuerzo distribuido en la periferia y $d/h=0.9$ para el cálculo de P_{RX} y

P_{RY}

$$q = p \frac{f_y}{f_t} \Rightarrow 0.02 \frac{4200}{170} = 0.49 \approx 0.5$$

$$e_x = \frac{M_x}{P_x} = \frac{103.04}{657.03} = 0.16$$

$$e_y = \frac{M_y}{P_y} = \frac{32.4}{657.03} = 0.049$$

$$e_x/h_x = 16/60 = 0.26$$

$$e_y/h_y = 4.2/120 = 0.041$$

Entrando a la figura No. 13 de las ayudas de diseño se obtuvo:

$$k_x = 0.82$$

$$k_y = 1.39$$

$$P_{Rx} = K F_k b h f' c = 0.82 \times 7 \times 60 \times 120 \times 170 = 702.576 \text{ Ton}$$

$$P_{Ry} = K F_k b h f' c = 1.39 \times 7 \times 60 \times 120 \times 170 = 1190.95 \text{ Ton}$$

$$P_R = \left(\frac{1}{P_{Rx}} + \frac{1}{P_{Ry}} - \frac{1}{P_{Ro}} \right)^{-1}$$

$$P_R = \left(\frac{1}{702.57} + \frac{1}{1190.95} - \frac{1}{1280} \right)^{-1} = 674 \text{ Ton} > 657 \text{ Ton} \quad \text{cumple}$$

Revisión para la dirección Y

$$P_U = 698.87 \times 1.1 = 768.75 \text{ Ton}$$

$$M_x = 101.3 \times 1.1 = 111.43 \text{ Ton} \times \text{m}$$

$$M_y = 0.3 \times 93.667 \times 1.1 = 30.91 \text{ Ton} \times \text{m}$$

$$e_x = \frac{M_x}{P_U} = \frac{30.91}{768.75} = 0.04$$

$$e_y = \frac{M_y}{P_U} = \frac{111.4}{768.75} = 0.145$$

$$e_x/h_x = 4/60 = 0.067$$

$$e_y/h_y = 14/120 = 0.11$$

$$k_x = 1.3$$

$$k_y = 1.12$$

$$P_{Rx} = K F_k b h f' c = 1.3 \times 7 \times 60 \times 120 \times 170 = 1113.84 \text{ Ton}$$

$$P_{Ry} = K F_k b h f' c = 1.12 \times 7 \times 60 \times 120 \times 170 = 959.616 \text{ Ton}$$

$$P_R = \left(\frac{1}{P_{Rx}} + \frac{1}{P_{Ry}} - \frac{1}{P_{Ro}} \right)^{-1}$$

$$P_k = \left(\frac{1}{111384} + \frac{1}{959616} + \frac{1}{1280} \right)^{-1} = 863 \text{Ton} > 768.75 \text{Ton} \quad \text{cumple}$$

Diseño por Cortante

$$P_c = 1.1[312.56 + 107.147] = 461.67 \text{Ton}$$

$$K = \frac{P_c}{b h f_c} \Rightarrow \frac{461.67}{60 \times 120 \times 17} = .37$$

En la figura No. 13 de las ayudas de diseño entrando con el valor de $q_{\min} = 0.25$ y el valor anterior de k se obtiene:

$$R = 0.19$$

$$M_R = R b h^2 f_c = 0.19 \times 120 \times 60^2 \times 170 = 139.54 \text{Ton} \times m$$

$$V_c = 2 \times 139.54 / 3.2 = 87.21 \text{Ton}$$

Límite para V_u

$$2F_R b d \sqrt{f_c} = 2 \times 0.8 \times 120 \times 60 \sqrt{200} = 162 \text{Ton}$$

Dado que $162 \text{Ton} > 87.21 \text{Ton}$ se acepta la sección de 60×120 .

Separación de estribos

$$s = \frac{F_R A_{st} f_y d}{V_u - V_{cr}} \leq \frac{F_R A_{st} f_y}{3.5b}$$

$$p = \frac{144}{60 \times 120} = .02 > 1\%$$

$$V_{cr} = F_R (0.5) \sqrt{f_c} b d$$

$$V_{cr} = 0.7 \times 0.5 \sqrt{200} \times 60 \times 120 = 35.6 \text{Ton}$$

Suponiendo estribos del # 4 de cuatro ramas

$$A_v = 4 \times 1.27 = 5.08 \text{cm}^2$$

$$s = \frac{0.7 \times 5.08 \times 4200 \times 55}{87210 - 35600} \leq \frac{0.7 \times 5.08 \times 4200}{3.5(120)}$$

$$s = 159 \leq 35.56 \therefore \text{cumple}$$

$$V_u \leq F_R (1.5) \sqrt{f_c} b d$$

$$87.2 \leq 0.7 \times 1.5 \sqrt{200} \times 55 \times 120$$

$$87.2 \leq 98 \text{ Ton si se cumple } \therefore S_{max} = \frac{d}{2}$$

$$S_{max} = \frac{d}{2} \Rightarrow \frac{55}{2} = 27.5 \text{ cm pero } 27.5 > 15.9 \therefore s = 15 \text{ cm}$$

Según la sección 4.2.3 la separación de los estribos no debe exceder ninguno de las separaciones siguientes:

- $(850/\sqrt{f_c})d_b = (850/\sqrt{4200})3.18 = 41.7 \text{ cm}$
- $48d_c = 48 \times 1.27 = 60.96 \text{ cm}$
- $h_{min} / 2 = 60 / 2 = 30 \text{ cm (rige)}$
- La que rige entre dos $30 / 2 = 15 \text{ cm}$

por lo tanto $E\#4@15 \text{ cm}$

La longitud en la que se colocaran estos estribos no será menor que ninguno de los tres valores siguientes:

- La dimensión transversal máxima de la columna $h = 120 \text{ cm}$ (rige)
- Un sexto de su altura libre 53 cm
- No menor a 60 cm

Diseño por flexión de la columna No. 1 (Q=3)

Revisión de los efectos de esbeltez (Dirección X)

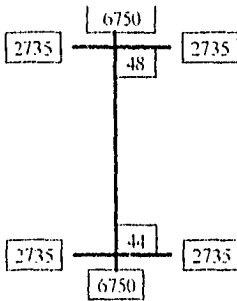
Geometría

$$\text{Trabes} \quad \frac{I}{L} = \frac{50 \times 80^3}{12 \times 780} = 2735 \text{ cm}^4$$

$$\text{Columnas} \quad \frac{I}{L} = \frac{120 \times 60^3}{12 \times 320} = 6750 \text{ cm}^4$$

Para que se puedan despreciar los efectos de esbeltez se tiene que cumplir la expresión siguiente:

$$\frac{H'}{r} < 34 - 12 \frac{M_1}{M_2}$$



Nudo 48 $\varphi = \frac{6750 \times 2}{2735 \times 2} = 2.47$

Nudo 44 $\varphi = \frac{6750 \times 2}{2735 \times 2} = 2.47$

De la figura 1.1b de las normas se obtiene $k=1.65$

$$H' = 1.65 \times 320 = 528 \text{ cm}$$

$$r = 0.3 \times H = 3 \times 60 = 18 \text{ cm}$$

$$\frac{528}{18} < 34 - 12 \left(\frac{55.87}{-63.302} \right)$$

29.3 < 44.6 cumple; se pueden despreciar los efectos de esbeltez

Debidos a fuerza lateral

Para que se puedan despreciar los efectos de esbeltez debidos a esta se debe cumplir con la expresi3n siguiente:

$$\frac{\text{desplazamientos de entrepiso}}{\text{diferencia de elevaciones}} \leq 0.08 \frac{\text{fuerza cortante de entrepiso}}{\text{suma de } C_m + C_v \text{ de dise\~no}}$$

$$\frac{.76}{320} \leq 0.08 \frac{428.351}{3426.7 \times 1.1}$$

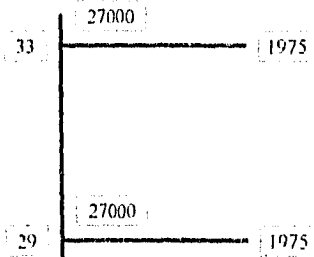
.0024 < .009 si se cumple entonces se pueden despreciar los efectos de esbeltez.

Revisión de la esbeltez(Dirección Y)

Geometría

Trabes
$$\frac{I}{l} = \frac{50 \times 80^3}{12 \times 1080} = 1975 \text{ cm}^4$$

Columnas
$$\frac{I}{l} = \frac{60 \times 120^3}{12 \times 320} = 27000 \text{ cm}^4$$



Nudo 33
$$\varphi = \frac{27000 \times 2}{1975} = 27.3$$

Nudo 29
$$\varphi = \frac{27000 \times 2}{1975} = 27.3$$

De la figura 1.1b de las normas se obtiene $k=7.5$

$$H' = 7.5 \times 320 = 2400 \text{ cm}$$

$$r = 0.3 \times H = .3 \times 120 = 36 \text{ cm}$$

$$\frac{1140}{36} < 34 - 12 \left(\frac{48.159}{-77.268} \right)$$

$66.7 > 41.5$ no cumple; se tiene que obtener el factor de amplificación.

Debidos a fuerza lateral de acuerdo con 1.3.2

Para que se puedan despreciar los efectos de esbeltes debidos a esta se debe cumplir con la expresión siguiente:

$$\frac{\text{desplazamientos de entrepiso}}{\text{diferencia de elevaciones}} \leq 0.08 \frac{\text{fuerza cortante de entrepiso}}{\text{suma de } C_m + C_v \text{ de diseño}}$$

$$\frac{.23}{320} \leq 0.08 \frac{431.648}{3426.7 \times 1.1}$$

.0007 < .0091 si se cumple entonces se pueden despreciar los efectos de esbeltez.

Obtención el factor de amplificación

$$1 + \frac{W_U \cdot h}{R \cdot Q - 1.2 W_U \cdot h}$$

$$W_U = 3426.7 \times 1.1 = 3769.4$$

$$h = 320 \text{ cm}$$

$$R = \frac{V}{\delta} = \frac{431.648}{.23} = 1876.7 \text{ Ton/cm}$$

$$Q = 3$$

$$1 + \frac{3769.4 / 320}{\frac{1876.7}{3} - 1.2 \left(\frac{3769.4}{320} \right)} = 1.02$$

$$F_a = 1.02$$

Dimensionamiento

De acuerdo con 5.3.2 al calcular la carga axial de diseño, la fracción debida al sismo se tomará igual al doble de la calculada.

Condición estática

$$P_E = P_{ex} + P_{ey} + P_o P_o$$

$$P_E = 273.64 + 312.56 + 2.4(1.2 \times 0.6 \times 3.2)$$

$$P_E = 591.73 \text{ Ton.}$$

$$M_{xE} = -2.65 \text{ Ton x m}$$

$$M_{yE} = -35.52 \text{ Ton x m}$$

Condición sismo dirección X

$$P_{VX} = P_E \pm 2 P_{IX} \quad (5.3.2)$$

$$P_{X} = 591.73 + 2(4.438) = 600.6 \text{ Ton}$$

$$M_Y = M_{Y1} \pm M_{Y2}$$

$$M_X = 2.65 + 60.64 = 63.302 \text{ Ton x m}$$

$$M_{YE} = 35.52 \text{ Ton x m}$$

Condición sismo dirección Y

$$P_Y = P_E \pm 2P_S$$

$$P_Y = 591.73 + 2(71.41) = 734.55 \text{ Ton}$$

$$M_Y = M_{YE} \pm M_{YS}$$

$$M_Y = 35.52 + 41.748 = 77.268 \times (1.02) = 78.8 \text{ Ton x m}$$

$$M_{XE} = -2.65 \text{ Ton x m}$$

Carga y momentos ultimos (dirección X).

$$P_U = 600.66 \times 1.1 = 660.66 \text{ Ton}$$

$$M_X = 63.302 \times 1.1 = 69.63 \text{ Ton x m}$$

$$M_Y = 0.3 \times 78.8 \times 1.1 = 26.0 \text{ Ton x m}$$

Suponiendo $\rho = 0.015$

$$A_S = \rho b h = 0.015 \times 60 \times 120 = 108 \text{ cm}^2$$

$$P_{RO} = F_R (A_t f_c + A_s f_y) = 0.7(60 \times 120 \times 170 + 108 \times 4200) = 1174 \text{ Ton}$$

Suponiendo el refuerzo distribuido en la periferia y $d/h = 0.9$ para el cálculo de P_{RX} y

P_{RY}

$$q = \rho \frac{f_y}{f_c} \Rightarrow 0.015 \frac{4200}{170} = 0.37$$

$$e_x = \frac{M_X}{P_t} = \frac{69.63}{660.66} = 0.105$$

$$e_y = \frac{M_Y}{P_t} = \frac{26.0}{660.66} = 0.039$$

$$e_x/h_x = 10.5/60 = 0.175$$

$$e_y/h_y = 3.9/120 = 0.0325$$

Entrando a la figura No. 13 de las ayudas de diseño se obtuvo:

$$k_x = 0.9$$

$$k_y = 1.2$$

$$P_{RX} = K F_R b h f_c = 0.9 \times 7 \times 60 \times 120 \times 170 = 771.12 \text{ Ton}$$

$$P_{RY} = K F_R b h f_c = 1.2 \times 7 \times 60 \times 120 \times 170 = 1028.16 \text{ Ton}$$

$$P_R = \left(\frac{1}{P_{RY}} + \frac{1}{P_{R1}} + \frac{1}{P_{R0}} \right)^{-1}$$

$$P_R = \left(\frac{1}{771.12} + \frac{1}{1028.16} + \frac{1}{1174} \right)^{-1} = 705.4 \text{ Ton} > 660.66 \text{ Ton} \quad \text{cumple}$$

Revisión para la dirección Y

$$P_U = 734.55 \times 1.1 = 808.0 \text{ Ton}$$

$$M_X = 78.8 \times 1.1 = 86.68 \text{ Ton x m}$$

$$M_Y = 0.3 \times 63.302 \times 1.1 = 20.88 \text{ Ton x m}$$

$$e_X = \frac{M_X}{P_U} = \frac{20.88}{808.0} = 0.026$$

$$e_Y = \frac{M_Y}{P_U} = \frac{86.68}{808.0} = 0.107$$

$$e_X/h_X = 2.6/60 = 0.043$$

$$e_Y/h_Y = 10.7/120 = 0.089$$

$$k_X = 1.22$$

$$k_Y = 1.10$$

$$P_{RY} = K F_R b h f_t = 1.22 \times 7 \times 60 \times 120 \times 170 = 1045.3 \text{ Ton}$$

$$P_{R1} = K F_R b h f_t = 1.10 \times 7 \times 60 \times 120 \times 170 = 942.48 \text{ Ton}$$

$$P_R = \left(\frac{1}{P_{RY}} + \frac{1}{P_{R1}} + \frac{1}{P_{R0}} \right)^{-1}$$

$$P_R = \left(\frac{1}{1045.3} + \frac{1}{942.48} + \frac{1}{1174} \right)^{-1} = 857.7 \text{ Ton} > 808.0 \text{ Ton} \quad \text{cumple}$$

Diseño por Cortante

$$P_t = 1.1 [3(12.56) + 2(71.41)] = 510.82 \text{ Ton}$$

$$K = \frac{P_t}{b h f_t} \Rightarrow \frac{510.82}{60 \times 120 \times 17} = 0.42$$

En la figura No. 13 de las ayudas de diseño entrando con el valor de $q_{min}=0.25$ y el valor anterior de k se obtiene:

$$R = 0.195$$

$$M_R = Rbh^2 f_t = 0.195 \times 120 \times 60^2 \times 170 = 143.21 \text{ Ton} \cdot m$$

$$V_U = 2 \times 143.21 / 3.2 = 89.5 \text{ Ton}$$

Límite para V_U

$$2F_R b d \sqrt{f_c} = 2 \times 0.8 \times 120 \times 60 \sqrt{200} = 162 \text{ Ton}$$

Dado que $162 \text{ Ton} > 89.5 \text{ Ton}$ se acepta la sección de 60×120 .

Separación de estribos

$$s = \frac{F_R A_{st} f_y d}{Vu - V_{cr}} \leq \frac{F_R A_{st} f_y}{3.5b}$$

$$p = \frac{108}{60 \times 120} = 0.15 > 1\%$$

$$V_{cr} = F_R (0.5) \sqrt{f_c} b d$$

$$V_{cr} = 0.7 \times 0.5 \sqrt{200} \times 60 \times 120 = 35.6 \text{ Ton}$$

Suponiendo estribos del # 5 de cuatro ramas

$$A_v = 4 \times 1.98 = 7.92 \text{ cm}^2$$

$$s = \frac{0.7 \times 7.92 \times 4200 \times 55}{89500 - 35600} \leq \frac{0.7 \times 7.92 \times 4200}{3.5(120)}$$

$$s = 23.76 \leq 55.44 \therefore \text{cumple}$$

$$Vu \leq F_R (1.5) \sqrt{f_c} b d$$

$$89.5 \leq 0.7 \times 1.5 \sqrt{200} \times 55 \times 120$$

$$89.5 \leq 98 \text{ Ton} \text{ si se cumple } \therefore S_{max} = \frac{d}{2}$$

$$S_{max} = \frac{d}{2} \Rightarrow \frac{55}{2} = 27.5 \text{ cm} \text{ pero } 27.5 > 23.7 \therefore s = 23 \text{ cm}$$

Según la sección 4.2.3 la separación de los estribos no debe exceder ninguno de las separaciones siguientes:

$$\left(850 / \sqrt{f_y}\right) d_b = (850 / \sqrt{4200}) 3.18 = 41.7 \text{ cm}$$

$$48d_b = 48 \times 1.27 = 60.96 \text{ cm}$$

$$h_{min} / 2 = 60 / 2 = 30 \text{ cm (rige)}$$

$$\text{La que rige entre dos } 30 / 2 = 15 \text{ cm}$$

$$\text{por lo tanto } E\#4 @ 15 \text{ cm}$$

Para cumplir con la sección 5.3.4 la separación de los estribos en los extremos de la columna no debe ser mayor de las siguientes separaciones.

$$s \leq \frac{A_{sh} f_y}{0.3 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) f_t h_c}$$

$$s \leq \frac{A_{sh} f_y}{0.12 f_t h_c}$$

$$A_{sh} = 4 \times 1.98 = 7.92 \text{ cm}^2$$

$$A_g = 120 \times 60 = 7200 \text{ cm}^2$$

$$A_c = (120-4) \times (60-4) = 6496 \text{ cm}^2$$

$$h_c = 116 \text{ cm}$$

sustituyendo:

$$s \leq \frac{7.92 \times 4200}{0.3 \left(\frac{6600}{5916} - 1 \right) 250 \times 116} = 35.27 \text{ cm}$$

$$s \leq \frac{7.92 \times 4200}{0.12 \times 250 \times 116} = 9.55 \text{ cm}$$

Para cumplir con esta condición se eligen $E \#5 @ 9 \text{ cm}$

De acuerdo con la norma estos estribos no deben exceder los siguientes puntos:

- La mitad de la obtenida como máxima para todo el elemento $30/2 = 15 \text{ cm}$
(4.2.3)
- La cuarta parte de la menor dimensión transversal de la columna $60/4 = 15 \text{ cm}$
(5.3.4b)
- No debe ser mayor a 10cm. (5.3.4b)

La longitud en la que se colocaran estos estribos no será menor que ninguno de los tres valores siguientes:

- La dimensión transversal máxima de la columna $h = 120 \text{ cm}$ (rige)
- Un sexto de su altura libre 53 cm
- No menor a 60cm

Para cumplir con la sección 5.3.4 la separación de los estribos en los extremos de la columna no debe ser mayor de las siguientes separaciones.

$$s \leq \frac{A_{sh} f_y}{0.3 \left(\frac{A_g}{A_c} - 1 \right) f_t h_c}$$

$$s \leq \frac{A_{sh} f_y}{0.12 f_t h_c}$$

$$A_{sh} = 4 \times 1.98 = 7.92 \text{ cm}^2$$

$$A_g = 120 \times 60 = 7200 \text{ cm}^2$$

$$A_c = (120-4) \times (60-4) = 6496 \text{ cm}^2$$

$$h_c = 116 \text{ cm}$$

sustituyendo:

$$s \leq \frac{7.92 \times 4200}{0.3 \left(\frac{6600}{5916} - 1 \right) 250 \times 116} = 35.27 \text{ cm}$$

$$s \leq \frac{7.92 \times 4200}{0.12 \times 250 \times 116} = 9.55 \text{ cm}$$

Para cumplir con esta condición se eligen $E\#5@9\text{cm}$

De acuerdo con la norma estos estribos no deben exceder los siguientes puntos:

- La mitad de la obtenida como máxima para todo el elemento $30/2 = 15 \text{ cm}$
(4.2.3)
- La cuarta parte de la menor dimensión transversal de la columna $60/4 = 15 \text{ cm}$
(5.3.4b)
- No debe ser mayor a 10cm. (5.3.4b)

La longitud en la que se colocaran estos estribos no será menor que ninguno de los tres valores siguientes:

- La dimensión transversal máxima de la columna $h = 120 \text{ cm}$ (rige)
- Un sexto de su altura libre 53 cm
- No menor a 60cm

Revisión de la resistencia mínima a flexión (inciso 5.3.2), debe satisfacer la condición siguiente:

$$\sum M_{cd} \geq 1.5 \sum M_{m}$$

es decir que la suma de los momentos resistentes de diseño de las columnas que llegan a un nudo deben ser mayores a una vez y media la suma de los momentos resistentes de diseño de las vigas.

Revisión del nudo 56 del marco 1.

Columna 93

$$P_c = 1.1[175.965 + 2(4.586)] = 203.65 \text{ Ton}$$

$$K = \frac{P_c}{bh^2 t} \Rightarrow \frac{203.65}{60 \times 110 \times 17} = .181$$

con $q=0.25$ obtenida para esta columna y con $k=.181$ se obtiene $R=0.18$, luego se obtiene el momento resistente.

$$M_R = Rbh^2 f t = 0.18 \times 110 \times 60^2 \times 170 = 146.88 \text{ Ton} \times m$$

Columna 92

$$P_c = 1.1[208.549 + 2(4.586)] = 239.5 \text{ Ton}$$

$$K = \frac{P_c}{bh^2 t} \Rightarrow \frac{239.5}{60 \times 110 \times 17} = .213$$

con $q=0.25$ obtenida para esta columna y con $k=.213$ se obtiene $R=0.182$, luego se obtiene el momento resistente.

$$M_R = Rbh^2 f t = 0.18 \times 110 \times 60^2 \times 170 = 148.512 \text{ Ton} \times m$$

$$146.88 + 148.512 > 1.5(125.1 + 125.1)$$

$$295.392 < 375.3 \text{ No cumple}$$

Aumentando $q=0.6$ se obtiene $R=.28$ y $R=0.285$ respectivamente para cada columna y sus momentos resistentes son:

$$M_R = Rbh^2 f t = 0.28 \times 110 \times 60^2 \times 170 = 188.496 \text{ Ton} \times m$$

$$M_R = Rbh^2 f t = 0.285 \times 110 \times 60^2 \times 170 = 191.862 \text{ Ton} \times m$$

$380.358 > 375.3$ cumple por lo tanto todas las columnas con sección 60×110 se dimensionaran con $q=.6$ en vez de con $q=.25$.

Tablas comparativas

Desplazamientos totales de cada entrepiso(m).

Nivel	Q=2	Q=3	Q=2	Q=3
	Dx	Dx	Dy	Dy
11	0.1668	0.1671	0.1787	0.1791
10	0.1619	0.1625	0.1709	0.1716
9	0.1528	0.1537	0.1593	0.1603
8	0.1393	0.1404	0.1433	0.1445
7	0.1223	0.1235	0.1239	0.1251
6	0.1018	0.1030	0.1016	0.1028
5	0.0787	0.0797	0.0776	0.0785
4	0.0552	0.0559	0.0539	0.0546
3	0.0346	0.0349	0.0327	0.0331
2	0.0216	0.0218	0.0185	0.0187
1	0.0093	0.0094	0.0073	0.0074

Fuerza cortante total de cada entrepiso(ton).

Nivel	Q=2	Q=3	Q=2	Q=3
	Vdx	Vdx	Vdy	Vdy
11	89.413	60.060	98.356	66.055
10	187.607	125.281	198.804	132.6936
9	272.013	181.373	283.099	188.661
8	343.022	228.594	354.031	235.843
7	404.554	296.572	415.949	277.081
6	456.089	303.922	468.006	311.769
5	497.563	331.572	509.755	339.574
4	538.829	359.070	551.084	367.088
3	592.520	394.821	603.274	401.846
2	642.827	428.351	647.883	431.648
1	671.840	447.893	671.840	447.893

Tabla de resultados del diseño de las traves con Q=2

No. Trabe	No. varillas	As(cm ²)	b(cm)	d(cm)
1	9#10,7#8	106.77	50	80
2	6#8	30.42	40	80
3	6#8	30.42	50	80
4	7#10,5#8	30.42	50	80

Tabla de resultados del diseño de las traves con Q=3

No. Trabe	No. varillas	As(cm ²)	b(cm)	d(cm)
1	6#10,4#8	67.8	40	80
2	3#10,3#8	38.97	40	80
3	5#8	35.35	50	80
4	7#10,4#8	75.72	50	80

Tabla de resultados de las columnas con Q=2

No. Trabe	No. varillas	As(cm ²)	b(cm)	d(cm)
1	19#10	150.48	60	120
2	27#10	213.84	60	120
3	11#10	87.12	60	110
4	8#10	63.36	60	100

Tabla de resultados de las columnas con Q=3

No. Trabe	No. varillas	As(cm ²)	b(cm)	d(cm)
1	19#10	150.48	60	120
2	26#10	205.92	60	120
3	20#10	158.4	60	110
4	16#10	126.72	60	100

Costos de las trabes

Cimbra

Materiales y equipo \$16.94 m²
 Mano de obra \$19.86 m²

Elemento	Q	b (m)	d (m)	L (m)	superficie (m ²)	Area (m ²)	Mat.y equi (\$)	M. de obra (\$)	Costo (\$)
Trabe 1	2	0.50	0.80	7.80	2.60	20.28	343.54	402.76	746.30
trabe 2	2	0.40	0.80	7.80	2.40	18.72	317.12	371.78	688.90
trabe 3	2	0.50	0.80	7.20	2.60	13.72	317.12	371.78	688.90
trabe 4	2	0.50	0.80	10.80	2.60	28.08	475.68	557.67	1033.34
total=									3157.44
Trabe 1	3	0.40	0.80	7.80	2.40	18.72	317.12	371.78	688.90
trabe 2	3	0.40	0.80	7.80	2.40	18.72	317.12	371.78	688.90
trabe 3	3	0.50	0.80	7.20	2.60	18.72	317.12	371.78	688.90
trabe 4	3	0.50	0.80	10.80	2.60	28.08	475.68	557.67	1033.34
total=									3100.03

Acero de refuerzo

Varilla del No. 8
 Materiales y equipo \$2308.65 Ton
 Mano de obra \$891.68 Ton
 Peso de la varilla=3.973 kg/m

Varilla del No. 10
 Materiales y equipo \$2308.65 Ton
 Mano de obra \$772.84 Ton
 Peso de la varilla =6.207 kg/m

Estrijos del No 2.5
 Materiales y equipo \$2303.16 Ton
 Mano de obra \$1609.87 Ton
 Peso de la varilla =0.388 kg/m

Elemento	Q	Var. 8	Var. 10	L #8 (m)	L #10 (m)	peso var.8 (kg)	peso var.10 (kg)	peso estri (kg)	Mat,E,Man (\$)	Mat,E,Man (\$)	Mat,E,Man (\$)	Costo (\$)
Trabe 1	2	7	9	3.40	2.60	94.5574	145.2438		302.615	447.569		750.184
		6	8	3.00	2.80	71.514	104.2776	48.4224	228.858	321.331	189.4769	739.677
		4	4	1.40	2.40	22.2408	59.5872		71.204	183.618		254.021
trabe 2	2	6	0	2.00	0.00	47.676	0.0000		152.579	0.000		152.579
		4	0	2.80	0.00	44.4976	0.0000	42.9040	142.407	0.000	167.8834	310.290
		2	0	10.80	0.00	85.8168	0.0000		274.642	0.000		274.642
trabe 3	2	6	0	2.30	0.00	54.8274	0.0000		175.466	0.000		175.466
		5	0	1.90	0.00	37.7435	0.0000		120.792	0.000		120.792
		3	0	6.65	0.00	79.26135	0.0000	54.4488	253.662	0.000	213.0582	466.721
trabe 4	2	2	0	3.55	0.00	28.2083	0.0000		90.276	0.000		90.276
		5	7	4.40	5.40	37.406	234.6248		279.728	722.996		1002.724
		4	5	6.40	2.50	101.7088	77.5875	91.5600	325.502	239.086	333.0037	897.591
									0.000	166.404		166.404
Total=												5402.17
Trabe 1	3	4	6	7.80	2.20	123.9576	81.9324		396.705	252.475		649.180
		5	0	0.00	3.65	0.0000	113.2778	73.788	0.000	349.065	268.367	617.432
		3	0	0.00	1.95	0.0000	36.3110		0.000	111.892		111.892
trabe 2	3	3	3	2.70	2.45	32.1813	45.8215		102.991	140.582		243.573
		2	2	5.10	5.35	40.5246	65.4149	48.4224	128.692	204.658	189.4769	523.826
		3	0	7.20	0.00	143.0280	0.0000		457.737	0.000		457.737
trabe 3	3	3	0	5.00	0.00	59.5950	0.0000	51.4488	190.724	0.000	201.3192	392.043
		2	0	2.20	0.00	17.4812	0.0000		55.948	0.000		55.948
		2	7	10.80	2.30	171.6338	99.9327		549.284	307.943		857.227
trabe 4	3	6	0	0.00	5.05	0.0000	188.0721	72.6336	0.000	579.544	284.2153	863.759
		4	0	0.00	3.45	0.0000	85.6566		0.000	263.951		263.951
		Total=										

Concreto

Materiales y equipo \$540.10 m³
 Mano de obra \$54.56 m³

f'c=250kg/cm²
 Revenimiento=18cm

Elemento	Q	b (m)	d (m)	L (m)	Volumen (m ³)	Mat.y equi (\$)	M. de obra (\$)	Costo (\$)
Trabe 1	2	0.50	0.80	7.80	3.120	1685.11	170.23	1855.34
trabe 2	2	0.40	0.80	7.80	2.496	1348.09	136.18	1484.27
trabe 3	2	0.50	0.80	7.20	2.880	1555.49	157.13	1712.62
trabe 4	2	0.50	0.80	10.80	4.320	2333.23	235.70	2568.93
Total=								7621.16
Trabe 1	3	0.40	0.80	7.80	2.496	1348.09	136.18	1484.27
trabe 2	3	0.40	0.80	7.80	2.496	1348.09	136.18	1484.27
trabe 3	3	0.50	0.80	7.20	2.880	1555.49	157.13	1712.62
trabe 4	3	0.50	0.80	10.80	4.320	2333.23	235.70	2568.93
Total=								7250.09

Costos de las columnas

Cimbra

Materiales y equipo \$16.15 m2
Mano de obra \$19.86 m2

Elemento	Q	b (m)	d (m)	H (m)	superficie (m)	Area (m2)	Mat y equi (\$)	M. de obra (\$)	Costo (\$)
Columna 1	2	0.60	1.20	2.40	3.60	8.64	139.54	171.59	311.13
Columna 2	2	0.60	1.20	2.40	3.60	8.64	139.54	171.59	311.13
Columna 3	2	0.60	1.10	2.40	3.40	8.16	131.78	162.06	293.84
Columna 4	2	0.60	1.00	2.40	3.20	7.68	124.03	152.52	276.56
									total= 1192.65
Columna 1	3	0.60	1.20	2.40	3.60	8.64	139.54	171.59	311.13
Columna 2	3	0.60	1.20	2.40	3.60	8.64	139.54	171.59	311.13
Columna 3	3	0.60	1.10	2.40	3.40	8.16	131.78	162.06	293.84
Columna 4	3	0.60	1.00	2.40	3.20	7.68	124.03	152.52	276.56
									total= 1192.65

Acero de refuerzo

Varilla del No. 10
Materiales y equipo \$2308.65 Ton
Mano de obra \$772.84 Ton
Peso de la varilla =6.207 kg/m

Estribos del No 3
Materiales y equipo \$2257.15 Ton
Mano de obra \$1379.96 Ton
Peso de la varilla =0.559 kg/m
Estribos del No 5
Materiales y equipo \$2264.15 Ton
Mano de obra \$1053.84 Ton
Peso de la varilla =1.552 kg/m

Estribos del No 4
Materiales y equipo \$2277.15 Ton
Mano de obra \$1220.20 Ton
Peso de la varilla =0.993 kg/m

Elemento	Q	Var. 10	H (m)	peso var.10 (kg)	peso e#3 (kg)	peso e#4 (kg)	Mat,E,Man (\$)	Mat,E,Man (\$)	Mat,E,Man (\$)	Costo (\$)
Columna 1	2	19	2.40	283.0392		114.3936	872.185	0.000	400.074	1272.260
Columna 2	2	27	2.40	402.21		114.3936	1239.421	0.000	400.074	1639.496
Columna 3	2	11	2.40	163.86	60.8192		504.949	221.208	0.000	726.156
Columna 4	2	8	2.40	119.1744	50.0864		367.236	182.170	0.000	549.406
										Total= 4187.32
				peso e#5 (kg)						
Columna 1	3	19	2.40	283.0392	301.0000		872.185	1094.770	0.000	1966.955
Columna 2	3	26	2.40	367.3168	301.0000		1193.517	1094.770	0.000	2288.287
Columna 3	3	20	2.40	297.94		162.0576	918.090	0.000	550.195	1468.285
Columna 4	3	16	2.40	238.3488		152.5248	734.472	0.000	517.831	1252.303
										Total= 6975.83

Concreto

Materiales y equipo \$540.43 m3
Mano de obra \$75.51 m3

fc=250kg/cm2
Revenimiento=18cm

Elemento	Q	b (m)	d (m)	L (m)	Volumen (m3)	Mat y equi (\$)	M. de obra (\$)	Costo (\$)
Columna 1	2	0.60	1.20	2.40	1.728	933.86	130.48	1064.34
Columna 2	2	0.60	1.20	2.40	1.728	933.86	130.48	1064.34
Columna 3	2	0.60	1.10	2.40	1.584	856.04	119.61	975.65
Columna 4	2	0.60	1.00	2.40	1.440	778.22	108.73	886.95
								Total= 3991.29
Columna 1	3	0.60	1.20	2.40	1.728	933.86	130.48	1064.34
Columna 2	3	0.60	1.20	2.40	1.728	933.86	130.48	1064.34
Columna 3	3	0.60	1.10	2.40	1.584	856.04	119.61	975.65
Columna 4	3	0.60	1.00	2.40	1.440	778.22	108.73	886.95
								Total= 3991.29

VII - Conclusiones y Recomendaciones.

Conclusiones

Una de las primeras conclusiones a la que me referire es relacionado con el tiempo de cálculo, ya que utilizando un factor de comportamiento sísmico igual a 2 el tiempo de diseño es más rápido, ya que los lineamientos establecidos en los artículos del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal no son tan estrictos o detallados, es decir, los parámetros que hay que seguir para el diseño por flexión y cortante son menos estrictos que en el diseño para $Q=3$, donde tenemos que cumplir los lineamientos para marcos dúctiles.

Otra conclusión es la relacionada con la económica, ya que el diseño con $Q=2$ el costo es menor que en el diseño con $Q=3$. Aunque las trabes tienen más o menos la misma cantidad de acero y algunas trabes incluso tienen mayores dimensiones en el diseño con $Q=2$. El Reglamento de construcciones del Distrito Federal para poder garantizar las formaciones de marcos dúctiles en la acción de un sismo, los lineamientos que establece en sus artículos es la de colocar más acero y una colocación de estribos a menores distancias que en el diseño con $Q=2$, dado esto al hacer una cotización de costos y aun que las columnas son de las mismas dimensiones en los dos casos, es mayor el costo en el diseño con $Q=3$.

Por otro lado otra conclusión que me genera este trabajo es la de la seguridad en la cual el diseño por $Q=3$ es mayor que por $Q=2$ ya que la respuesta de un edificio con respecto al otro ante un sismo es mejor. El edificio diseñado con $Q=3$ es capaz de liberar más energía, es decir, como se vió en las tablas comparativas de los desplazamientos donde el diseño con $Q=3$ se desplaza más y por lo tanto es más difícil que se colapse, ya que se forman articulaciones plásticas en las trabes y no en las columnas, mientras que el edificio diseñado con $Q=2$ no

puede liberar tanta energía por que se desplaza menos y se colapsaría antes que el otro.

Recomendaciones

Una de las principales recomendaciones sería si se quiere diseñar con $Q=3$ la de seguir muy detalladamente todos lineamientos que se establecen en el capítulo de marcos dúctiles del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal así como observar que también se tienen que cumplir con todos los lineamientos que se establecen en este con respecto al diseño por flexión y cortante para el diseño con $Q=2$.

Uno de los lineamientos más importantes en mi punto de vista es el referido a la resistencia mínima por flexión (5.3.2) en la que se establece que los momentos resistentes de diseño de las columnas que llegan a un nudo deben ser mayor que la suma de los momentos resistentes de diseño de las vigas que llegan a esa nudo multiplicadas por 1.5 es decir:

$$\sum M_{cm} \geq 1.5 \sum M_{vu}$$

Otra recomendación es la de emplear concreto clase I con las más altas especificaciones en su elaboración.

Bibliografía.

Roberto Meli Piralla; "Diseño estructural" editorial Limusa 1987.

Enrique Bazán Z. y Roberto Meli P. "Manual de diseño sísmico de edificios", editorial Limusa, 1992.

Luis Arnal S. y Max Betancourt S. "Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal" editorial Trillas, 1991.

José soto B. y Emilio López B. "Estructuras continuas de hormigón armado" editora Nacional, 1961.

"Comentarios, ayudas de diseño y ejemplos de las Normas Técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto, DDF" Instituto de Ingeniería U.N.A.M. 1991.

"Comentarios a las Normas Técnicas complementarias para diseño por sismo" Instituto de Ingeniería U.N.A.M. 1991.

"Comentarios al título sexto Seguridad estructural de las construcciones del RCDF" Instituto de Ingeniería U.N.A.M. 1991.