

70  
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica

UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE  
MEXICO

EJEMPLOS DE APLICACION DE ANALISIS SISMICO TRIDIMENSIONAL PARA  
TOMAR EN CUENTA LOS EFECTOS DE TORSION SEGUN EL RDF-87

T E S I S

Que para obtener el titulo de :

INGENIERO CIVIL

presenta

PABLO HERNANDEZ AGUILAR



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

MEXICO, D.F.

Sep de 1991



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

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

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

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

# TESIS CON FALLA DE ORIGEN

**"EJEMPLOS DE APLICACION DE ANALISIS SISMICO TRIDIMENSIONAL PARA  
TOMAR EN CUENTA LOS EFECTOS DE TORSION SEGUN EL RDF-87"**

**INDICE**

<b>CAPITULO</b>	<b>PAGINA</b>
<b>I. INTRODUCCION.</b>	
I.1 Antecedentes. ....	1
I.2 Objetivos y Alcance. ....	4
<b>II. CRITERIO DE ANALISIS Y DISEÑO.</b>	
II.1 Conceptos básicos. ....	7
II.2 Condiciones de regularidad. ....	9
II.3 Análisis estructural. ....	10
II.3.1 Método de Análisis Estático. ....	13
II.3.2 Método de Análisis Sismico Dinámico Modal Espectral. ....	13
II.4 Efectos de torsión. ....	14
II.5 Método de evaluación del centro de torsión en edificios. ....	16
II.5.1 Método de Stafford-Vezina. ....	16
II.6 Programas de computación. ....	21
II.6.1 Programa SUPER-ETABS. ....	22
II.6.1.1 Hipótesis de trabajo. ....	22
II.6.1.2 Análisis de datos de entrada. ....	23
II.6.2 Programa TORSION. ....	29
II.6.2.1 Hipótesis de trabajo. ....	29
II.6.2.2 Análisis de datos de entrada. ....	30
<b>III. ESTRUCTURAS A ESTUDIAR.</b>	
III.1 Ejemplo No. 1 Edificio Caso A. ....	34
III.2 Ejemplo No. 2 Edificio Caso B. ....	36
III.3 Ejemplo No. 3 Edificio Caso C. ....	38
III.4 Ejemplo No. 4 Edificio Varsovia. ....	40

**IV. ANALISIS SISMICO TRIDIMENSIONAL CON Y SIN LOS EFECTOS DE TORSION.**

IV.1 Ejemplo No. 1 Edificio Caso A. ....	42
IV.2 Ejemplo No. 2 Edificio Caso B. ....	52
IV.3 Ejemplo No. 3 Edificio Caso C. ....	61
IV.4 Ejemplo No. 4 Edificio Varsovia. ....	70

**V. ANALISIS Y COMPARACION DE RESPUESTAS.**

V.1 Ejemplo No. 1 Edificio Caso A. ....	78
V.2 Ejemplo No. 2 Edificio Caso B. ....	80
V.3 Ejemplo No. 3 Edificio Caso C. ....	82
V.4 Ejemplo No. 4 Edificio Varsovia. ....	84

**VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. .... 86**

**REFERENCIAS.**

**TABLAS Y FIGURAS.**

## I.1 ANTECEDENTES

Generalmente los avances de la ingeniería sísmica se han realizado cuando hay ocurrencia de grandes sismos, en donde las consecuencias son nefastas, poniendo de manifiesto diferencias importantes entre el comportamiento real de las estructuras y el teóricamente calculado. Así ha ocurrido en todos los países que tienen este problema y México no ha sido la excepción, en los últimos sismos fuertes presentados en 1957 y 1985; después de lo ocurrido ha sido necesario promulgar nuevos reglamentos para la construcción de edificios, en donde se pretende reflejar las nuevas experiencias adquiridas y establecer disposiciones que eviten en lo futuro los daños observados en los sismos.

Una de las experiencias que se ha observado en las estructuras después de estar sometidas a sismos es el efecto de torsión el cual a causado muchos daños en las diferentes estructuras existentes encontradas en esquina, principalmente.

El estudio del fenómeno de torsión comienza hace treinta años aproximadamente, en donde los investigadores Housner y Outinen (ref 1) hacen una comparación entre los esfuerzos máximos inducidos por sismos en estructuras simétricas y asimétricas en la distribución de rigidez; obteniendo varias conclusiones importantes entre las cuales destaca el siguiente :

Durante un sismo, los edificios que no son simétricos en masa y en rigidez presentan vibraciones en torsión además de las oscilaciones de traslación; a este fenómeno se le conoce como acoplamiento por torsión. Además, se puede afirmar que mientras mayor es la diferencia entre el centro de masa y el centro de rigidez, mayor es la diferencia entre el análisis estático y el análisis dinámico; lo anterior se debe a que los efectos por torsión no están incluidos en el método estático que asume distribuciones uniformes de masa y rigidez.

Por lo anterior se puede concluir que cuando la posición del centro de masa no coincide con la de rigideces, se generan en la estructura momentos torsionantes proporcionales a la magnitud de la excentricidad o distancia entre dichos centros; a ésta situación se le conoce como torsión estática o calculada. Sin embargo, en una estructura donde exista total simetría, tanto de masa como de rigidez y en la cual teóricamente no habrá torsión, existe la posibilidad de que el efecto mencionado se presente, conociéndose éste como torsión accidental. Por lo que la torsión teórica o calculada difiere de la torsión real y estas diferencias se deben a la presencia de una torsión accidental.

Como resultado del sismo del 28 de julio de 1957 en la Ciudad de México, se adoptó la consideración de la excentricidad accidental adicional a la calculada en forma estática. Así, las normas de emergencia de 1957 propone como excentricidad accidental  $\pm 0.05b$  para edificios comunes y  $\pm 0.07b$  para bodegas, donde  $b$  es la mayor dimensión de la planta considerada del edificio medido perpendicularmente a la dirección del sismo.

Se siguieron haciendo estudios sobre torsión y en el año de 1976 se puso en vigor el reglamento de construcciones para el Distrito Federal, el cual modifica la versión de 1966 respecto a la excentricidad accidental; en su parrafo correspondiente especifica que el momento torsionante se tomará igual a la fuerza cortante de entrepiso multiplicado por la excentricidad  $1.5e_s + 0.1b$  ó  $e_s - 0.1b$ , que para cada marco resulte más desfavorable, donde  $e_s$  es la excentricidad torsional calculada en el entrepiso considerado y  $b$  es la máxima dimensión en planta de dicho entrepiso, medido perpendicularmente a la dirección del movimiento del terreno que se esté analizando.

A raíz de los sismos de septiembre de 1985 el 42% de los edificios que colapsaron eran de esquina por lo que da idea de la importancia del efecto de torsión, que normalmente se presenta en este tipo de construcciones. Se publican las normas de emergencia para el Distrito Federal en las cuales se toman previsiones contra el fenómeno y de esta forma en su artículo correspondiente se señala que no se permitirán estructuraciones que den lugar a que en algún nivel la excentricidad

torsional calculada exceda de 20% de la dimensión en planta de dicho nivel en la dirección de la excentricidad; esto es, se trata de evitar los proyectos con riesgos de fallas por torsión, obligandolos a que haya simetría en forma, en distribución de masa y rigidez, garantizando la uniformidad en la estructuración. Con respecto a las excentricidades accidentales se sigue conservando el  $\pm 0.1b$ .

En las páginas siguientes del trabajo se muestran algunos de los muchos casos de estructuras que tienen el problema de efectos de torsión, el cual para su análisis resulta muy complicado debido a la gran variedad de datos que se está manejando, pero gracias al desarrollo de las computadoras digitales se pueden realizar análisis más detallados del comportamiento de edificios altos bajo excitaciones sísmicas; en particular es posible considerar los efectos de torsión y tomar en cuenta las especificaciones del RDF-87 al suponer traslaciones y/o rotaciones de los niveles.

Antes de continuar con los objetivos de este trabajo y de los temas siguientes se darán algunas definiciones de términos necesarios para poder entender y reafirmar con más claridad el fenómeno de torsión :

a).- **Centro de Masa ( CM )**; Es el punto donde se concentra la masa del modelo estructural de tal forma que se producen las mismas fuerzas de inercia que en el caso real; es un indicador de la distribución de masa, en planta, del edificio y el punto de aplicación de la fuerza sísmica en un cierto nivel considerado.

b).- **Centro de Cortante ( CC )**; Es el punto de aplicación de la fuerza cortante sísmica de entrepiso.

c).- **Centro de Torsión ( CT )**; Es el punto en el plano del piso, más no necesariamente dentro de los límites externos del mismo, en el que debe actuar la fuerza horizontal externa correspondiente a ese piso para que su movimiento sea sólo de traslación sin que se produzca un par de torsión ( rotación ).

## 1.2 OBJETIVOS Y ALCANCE

La evaluación del centro de torsión en estructuras es muy complicado debido a la gran cantidad de variables aleatorias difícilmente cuantificables que intervienen en el proceso de cálculo. Teniendo en mente muchas de las limitaciones durante este tipo de cálculo los objetivos del presente estudio son dos, los cuales se desarrollarán en este trabajo dándose al final las conclusiones y comentarios respectivos, siendo los siguientes :

1° Ejemplificar mediante un método confiable la evaluación de los efectos de torsión en cuatro edificios tomando en cuenta las especificaciones que marca el RDF-87 a través del programa **SUPER-ETABS** (ref 2), modelando tridimensionalmente a la estructura; cabe recordar que este programa no posee la característica de tomar en cuenta las especificaciones que marca el reglamento de construcción vigente. Una vez obtenidos los resultados se compararán con los obtenidos del programa **TORSION** (ref 3), el cual sí toma en cuenta los efectos de torsión conforme lo indica el RDF-87, para análisis sísmico estático. Los modelos analizados con ambos programas son tridimensionales; esto es, no es a base de marcos planos acoplados por los sistemas de piso.

2° Se analizarán los mismos edificios pero empleando el método de análisis dinámico modal espectral con el programa **SUPER-ETABS**; el cual en su análisis interno solo toma en cuenta implícitamente los efectos de torsión con base a las excentricidades calculadas, sin apoyarse en ningún reglamento de construcción; el programa toma en cuenta 3 grados de libertad (dos de traslación y uno de rotación) por nivel. Estos resultados se comparan con los resultados obtenidos al incluir los efectos de torsión según el código, observando y discutiendo las diferencias que se presentan.

Para cumplir los objetivos del trabajo, se enunciará a continuación la metodología a seguir :

a .- Cada estructura en estudio se analizó con el programa **SUPER-ETABS**, según el método dinámico modal espectral, modelando

tridimensionalmente a la estructura; el análisis es del tipo de traslación pura (esto es, se restringe el grado de libertad de la rotación para cada nivel), para obtener una distribución de fuerzas laterales que representan el comportamiento dinámico de la estructura.

b .- Con la distribución de fuerzas laterales dinámicas obtenidas anteriormente, se hace un análisis de tipo estático por medio de los programas SUPER-ETABS y TORSION, para fines comparativos. Este análisis se hace sin considerar la excentricidad de diseño y tomando en cuenta:

- 1).- Los tres grados de libertad por nivel.
- 2).- La traslación pura en la dirección X y Y, respectivamente.

c .- Con el análisis en traslación pura (X o Y según sea el caso) se obtiene la distribución de fuerzas cortantes de entrepiso que toma cada marco.

c.1 .- Con la distribución de las fuerzas cortantes que toma cada marco y con el método de STAFFORD-VEZINA (ref 4) y que se hablará posteriormente, se calcula el centro de torsión.

c.2 .- Se obtiene la excentricidad estática.

c.3 .- Se obtiene la excentricidad de diseño, según el código.

d .- Obtenida la excentricidad de diseño se modifica la posición del centro de masa del edificio, llevándose posteriormente un análisis de la estructura en donde ya se toma en cuenta la excentricidad de diseño. Con lo hecho anteriormente, se podría considerar que este es el artificio que nos permite considerar el par de torsión de diseño en el programa SUPER-ETABS y que es el mismo que se encuentra implementado en el programa TORSION.

e .- Para fines de comparación con los resultados anteriores, se realiza también un análisis dinámico modal espectral de los edificios con el programa SUPER-ETABS (tridimensional); en este análisis se toma en cuenta los efectos de la masa rotacional ( $m_r$ ), además de los del tipo de traslación.

f.- Se comparan los resultados del programa **SUPER-ETABS** tomando en cuenta los efectos de torsión con el programa **TORSION**, aplicando las especificaciones de RDF-87; luego se comparan los resultados de los programas anteriores con los resultados del programa **SUPER-ETABS**, pero haciendo sólo un análisis dinámico modal espectral en donde se toma en cuenta la masa rotacional ( $m_r$ ).

## II. CRITERIO DE ANALISIS Y DISEÑO

### II.1 Conceptos Básicos

El Distrito Federal se divide en tres tipos de zonas de terreno (como se muestra en la *fig II.1*) para cuestiones de construcción de estructuras según lo especifica el RDF-87, siendo las siguientes :

**ZONA I** : Zona de lomas, formada por rocas o suelos generalmente firmes.

**ZONA II** : Zona de transición, en que los depósitos se encuentran hasta 20 m de profundidad o menos, y están constituidos predominantemente por estratos arenosos y limo-arenoso intercalados con capas de arcilla lacustre.

**ZONA III** : Zona compresible o lacustre, integrada por profundos depósitos de arcilla altamente compresible, separados por capas arenosas con contenido diverso de limo o arcilla.

Un aspecto importante que se toma en cuenta en el diseño sísmico, es la forma de clasificación de estructuras dependiendo de su uso o destino. El RDF-87 en su artículo 174 menciona que las estructuras se clasifican en dos grupos, a saber:

**Grupo A** : Son las estructuras en donde su falla, puede ocasionar pérdidas de número elevado de vidas o pérdidas económicas, así como construcciones que en caso de emergencia sean necesarias; por ejemplo: Hospitales, Escuelas, Gasolineras, etc.

**Grupo B** : En este grupo están incluidas las estructuras comunes destinadas a viviendas, oficinas y locales, así como todas las estructuras que no están incluidas en el **Grupo A**. Este grupo está subdividido en un **subgrupo B1** y un **subgrupo B2**; el **subgrupo B1** comprende las estructuras con más de 30 m de altura y/o más de 6000 m<sup>2</sup> de área total construida y que se encuentran en las **zonas I y II** ; y estructuras de más de 15 m de altura o 3000 m<sup>2</sup> de área total construida en la **zona III**. El **subgrupo B2**, son todas las demás estructuras no comprendidas en el **subgrupo B1**.

Una vez clasificadas las estructuras es necesario conocer los efectos o acciones que estarán actuando sobre las estructuras; con respecto a este punto el RDF-87 en su artículo 186 establece que las estructuras son afectadas por tres categorías de acciones de acuerdo con la duración en que obran sobre las estructuras con su intensidad máxima, siendo las siguientes:

I.- **Las acciones permanentes** : Son las acciones que actúan en forma continua sobre la estructura y cuya intensidad varía poco con el tiempo; por ejemplo la carga muerta, el empuje estático de tierras y líquidos, las deformaciones y desplazamientos impuestos a la estructura.

II.- **Las acciones variables** : Son las que actúan sobre la estructura con una intensidad que varía significativamente con el tiempo, como por ejemplo la carga viva, los efectos de temperatura y las acciones debidas al funcionamiento de maquinaria y equipo.

III.- **Las acciones accidentales** : Son las acciones que no se deben al funcionamiento normal de la estructura y que pueden alcanzar intensidades significativas sólo durante lapsos breves; como por ejemplo las acciones sísmicas, los efectos de viento, efectos de explosivos, incendios, etc.

Otro aspecto que nos marca el RDF-87 en el artículo 209 es que las diferencias entre los desplazamientos laterales de pisos consecutivos

debidos a las fuerzas cortantes horizontales, no excederán a 0.006 veces la diferencia de elevaciones correspondientes, salvo que los elementos incapaces de soportar deformaciones apreciables, como los muros de mampostería, estén separados de la estructura principal de manera que no sufran daños por las deformaciones de ésta. En tal caso, el límite en cuestión será de 0.012.

## II.2 CONDICIONES DE REGULARIDAD

Todas las estructuras tendrán que cumplir con las siguientes condiciones de regularidad, con la finalidad de que su comportamiento sea adecuado a las acciones que actúan sobre la estructura.

- 1.- La planta debe ser sensiblemente simétrica con respecto a dos ejes ortogonales en cuanto a masas, muros y otros elementos resistentes.
- 2.- La relación de la altura a la dimensión menor de la base de la estructura será menor a 2.5 .
- 3.- La relación de largo a ancho de la base será menor de 2.5 .
- 4.- No existirán entrantes ni salientes con dimensiones mayores de 20% de la dimensión de la planta medida paralelamente a la dirección que se considera de la entrante o saliente.
- 5.- En cada nivel tiene un sistema de techo a piso rígido y resistente.
- 6.- No existen aberturas en su sistemas de techo o piso cuya dimensión exceda de 20% de la dimensión en planta medida paralelamente a la dimensión que se considere la abertura.
- 7.- El peso de cada nivel, no es mayor que el del piso inmediato inferior ni menor que 70% de dicho peso, con excepción del último nivel.
- 8.- Ningún peso tiene un área, delimitada por los paños exteriores de sus elementos resistentes verticales, mayor que la del piso inmediato inferior ni menor que 70% de ésta; con excepción del último piso.
- 9.- Todas las columnas están restringidas en todos los pisos en dos direcciones ortogonales por diafragmas horizontales y por traveses o losas planas.

10.- La rigidez al corte de ningún entrepiso excede en más de 100% a la del entrepiso inmediatamente inferior.

11.- En ningún entrepiso la excentricidad torsional calculada estáticamente ( $e_s$ ), excede del 10% de la dimensión en planta de ese entrepiso medida paralelamente a la excentricidad mencionada.

### II.3 ANALISIS ESTRUCTURAL

El RDF-87 en su artículo 203 menciona que las estructuras se analizarán bajo la acción de dos componentes horizontales ortogonales (X ó Y) no simultáneos del movimiento del terreno.

Existen varios métodos para el análisis de las estructuras según sean sus características, entre estos se encuentran :

- 1.- El Método Simplificado.
- 2.- El Método Estático.
- 3.- El Método Dinámico.

En todos los casos se tomará en cuenta la rigidez de todos los elementos, sean estructurales o no; en éstos se calcularán las fuerzas sísmicas, deformaciones y desplazamientos laterales de la estructura.

Para fines de este trabajo los métodos empleados para el análisis fueron del tipo sísmico estático y dinámico modal espectral que se describirán en páginas posteriores.

Como índice de la acción de diseño se emplea el coeficiente sísmico  $c$  que sirve de base para la construcción del espectro de diseño y se define de la siguiente manera :

El coeficiente sísmico es el cociente de la fuerza cortante

horizontal (V), que actúa en la base de la construcción, entre el peso de ésta sobre dicho nivel (W).

Para las estructuras clasificadas en el grupo B se tomarán los siguientes coeficientes sísmicos.

Zona	Cs
Zona I	0.16
Zona II	0.32
Zona III	0.40

Para las estructuras del grupo A se incrementarán los coeficientes sísmicos anteriores en un 50% .

Como se menciono anteriormente los coeficientes sísmicos sirven para construir los espectros de diseño cuando se realiza un análisis dinámico modal espectral, por lo que a continuación se mencionan las siguientes hipótesis que se emplean para este análisis :

La ordenada del espectro de aceleraciones para diseño sísmico (a), expresada como fracción de la aceleración de la gravedad, está dada por las siguientes expresiones :

$$\begin{aligned} a &= ( 1 + 3T / T_a ) c/4 & \text{si } T < T_a \\ a &= c & \text{si } T_a \leq T \leq T_b \\ a &= qc & \text{si } T > T_b \\ q &= ( T_b / T )^r \end{aligned}$$

donde :

c : Coeficiente sísmico.

T : Periodo natural de interés.

T<sub>a</sub> , T<sub>b</sub> y r : Toman los siguientes valores.

Zona	T <sub>a</sub>	T <sub>b</sub>	r
I	0.2	0.6	1/2
II *	0.3	1.5	2/3
III *	0.6	3.9	1

- \* Parte no sombreada de la *fig II.2*
- \* Parte sombreada de la zona II en la *fig II.2*

Con fines de diseño, las fuerzas sísmicas para el análisis estático y las obtenidas de análisis dinámico modal empleando los métodos mencionados anteriormente, se podrán reducir dividiéndolas entre el factor reductivo Q'.

En el diseño sísmico de estructuras que satisfagan las condiciones de regularidad Q' se calculará como :

$$Q' = Q \quad \text{si se desconoce T o si } T \geq T_a$$

$$Q' = 1 + ( T / T_a ) ( Q - 1 ) \quad \text{si } T < T_a$$

donde :

T : Se tomará igual al periodo fundamental de vibración cuando se utilice el Método Estático e igual al periodo natural de vibración del modo que se considere cuando se emplee el Método de análisis modal.

T<sub>a</sub> : Es un periodo característico del espectro de diseño.

Q : Factor de comportamiento sísmico; adopta valores según sea el tipo de estructuración, los detalles de armado y dimensionamiento que se hayan adoptado en la estructura.

En el diseño sísmico de estructuras que no satisfagan las condiciones de regularidad, se multiplicará por 0.8 el valor de Q'.

Las deformaciones se calcularán multiplicando por Q las causadas por las fuerzas sísmicas reducidas.

### II.3.1 METODO DE ANALISIS ESTATICO

El RDF-87 permite utilizar este método de análisis en estructuras con altura menor de 60 m; este método se basa en la determinación de la fuerza lateral total (cortante en la base) a partir de las fuerzas de inercia que se inducen en un sistema equivalente de un grado de libertad, para después distribuirse en función de fuerzas actuantes en diferentes alturas de la estructura, obtenidas suponiendo que ésta va a vibrar esencialmente en su primer modo natural. La aplicación de este método consta de los siguientes pasos :

1.- Determinación del coeficiente sísmico reducido por efectos de ductilidad.

$$C_{s_r} = \frac{C_s}{Q}$$

2.- Cálculo de las fuerzas sísmicas para cada nivel, con la siguiente expresión :

$$F_i = C_{s_r} \sum W_i \frac{W_i h_i}{\sum W_i h_i}$$

donde :

$F_i$  : Fuerzas sísmicas.

$\sum W_i$  : Sumatoria de todos los pesos.

$\sum W_i h_i$  : Sumatoria de la multiplicación de peso y altura de los niveles respectivos.

Estas fuerzas estáticas ( $F_i$ ) pueden reducirse en función del periodo fundamental de vibración estimado, dependiendo del valor de éste.

### II.3.2 METODO DE ANALISIS SISMICO DINAMICO MODAL ESPECTRAL

En los Métodos Dinámicos se realiza una idealización de la estructura a base de masas y resortes. El Método Dinámico más empleado en la práctica es el análisis modal con técnicas de espectro de respuesta.

Si se emplea el análisis modal espectral, deberá incluirse el efecto de todos los modos naturales de vibración con periodo mayor o igual a 0.4 seg , pero en ningún caso podrán considerarse menos que los tres primeros modos de traslación en cada dirección de análisis. El RDF-87 acepta que se desprece el efecto dinámico torsional de excentricidades estáticas, por lo que el efecto de dichas excentricidades y de la excentricidad accidental se calcularán independientemente con el procedimiento indicado para el Método Estático.

Las respuestas modales  $S_i$  (donde  $S_i$  puede ser fuerza cortante, desplazamiento lateral, momento de volteo, etc.), se combinarán para calcular las respuestas totales  $S$  de acuerdo a la siguiente expresión :

$$S = ( \sum S_i^2 )^{1/2}$$

Esta expresión es válida, siempre que los periodos de los modos naturales en cuestión difieran al menos 10% entre sí. Para las respuestas con modos naturales que no cumplan esta condición se debe tener en cuenta el acoplamiento entre ellos.

Las hipótesis que se tienen que seguir para la aplicación de este Método son las mismas que se mencionaron en la construcción de los espectros de diseño.

#### II.4 EFECTOS DE TORSION

Desde el punto de vista del equilibrio, la fuerza actuante por sismo en cada piso de una estructura está situada en el centro de masa, mientras que la fuerza resistente se localiza en el centro de torsión o sea donde se ubica la fuerza resultante de las fuerzas laterales que resiste cada uno de los elementos (ver fig II.3).

Si entre esos dos puntos existe una excentricidad, la acción en cada entrepiso estará constituida por una fuerza cortante más un momento torsionante cuyo efecto debe tomarse en cuenta en el diseño.

Un análisis dinámico que incluya los efectos de torsión a través de la consideración de un grado de libertad de rotación en cada nivel resulta muy complicado; para las estructuras comunes, el efecto de la torsión se suele considerar de manera estática superponiendo sus resultados a los de un análisis, estático o dinámico, de los efectos de traslación calculados de manera independiente.

Debido al efecto dinámico de la vibración, el momento torsionante que actúa en cada entrepiso puede verse en general amplificado y por tanto, la excentricidad efectiva puede ser mayor que la calculada estáticamente. Por otra parte, el cálculo del centro de torsión sólo puede efectuarse con pobre aproximación, porque la rigidez de cada elemento particular puede ser alterada por agrietamientos locales o por la contribución de elementos no estructurales. Otro factor importante resulta ser, durante sismos intensos, el comportamiento inelástico que se llega a presentar durante este tipo de eventos.

El RDF-87 establece en su norma para torsión, mediante un análisis estático, lo siguiente :

La excentricidad torsional de rigidez calculada en cada entrepiso,  $e$ , se tomará como la distancia entre el centro de torsión del nivel correspondiente y la línea de acción de la fuerza cortante en dicho nivel.

Para fines de diseño, el momento torsionante se tomará por lo menos igual a la fuerza cortante de entrepiso multiplicada por la excentricidad que para cada marco o muro resulte más desfavorable de las siguientes :

$$1.5e_s + 0.1b$$

$$e_s - 0.1b$$

Donde  $e_s$  es la excentricidad calculada a partir de los valores teóricos de los centros de masa y de cortante (Ver fig II.4).

El factor 1.5 cubre la amplificación dinámica de la torsión,  $b$  es el lado del edificio en dirección normal a la del análisis; se considera un error posible en la determinación de la excentricidad igual a 10% del ancho del edificio.

Además, la excentricidad de diseño en cada sentido no se tomará menor que la mitad del máximo valor de  $e_s$  calculado para los entrepisos que se encuentren abajo del que se considera, ni se tomará el momento torsionante de ese entrepiso menor que la mitad del máximo calculado para los entrepisos que están arriba del considerado.

Cabe señalar que en este trabajo sólo se analiza la influencia de los efectos de torsión desde el punto de vista elástico; esto es, sólo con base a las rigideces, sin considerar la participación de posibles excentricidades debido a la asimetría de las resistencias.

## **II.5 METODO DE EVALUACION DEL CENTRO DE TORSION EN EDIFICIOS**

### **II.5.1 METODO DE STAFFORD - VEZINA**

La mayoría de los reglamentos de los diferente países emplean el concepto de torsión dentro de los cálculos requeridos para los análisis sísmicos. Según el método de cálculo de los reglamentos de construcción, se requiere la posición del centro de torsión en cada piso. La excentricidad del centro de masa respecto al centro de torsión permite evaluar el incremento del par de torsión en cada piso.

Basándose en análisis matriciales tridimensionales de la rigidez de las estructuras más típicas para edificios, los pares de torsión resultantes a diferentes niveles de piso han demostrado que los centros de torsión, en lugar de ser constantes en su localización a lo largo de la altura, pueden desplazarse significativamente de un piso a otro. STAFFORD-VEZINA propone una metodología para determinar los centros de torsión de la estructura de un edificio. Esta metodología se emplea en el programa SUPER-ETABS modelando tridimensionalmente los edificios, con lo cual se toma en cuenta el incremento de las excentricidades de diseño que marca el RDF-87.

El procedimiento general propuesto para considerar el incremento en torsión exigido por el RDF-87 es el siguiente :

- 1.- Hacer un análisis de tipo estático o análisis dinámico modal espectral considerando a la estructura ante un problema de traslación pura ( un análisis para cada dirección X o Y ).
- 2.- Obtener la distribución de las fuerzas cortantes de entrepiso  $V_i$ , para cada dirección de análisis, como resultado del análisis hecho en el paso 1; se calcula también la fuerza cortante de cada elemento estructural resistente en la dirección de análisis.
- 3.- Determinar a partir de las fuerzas cortantes de entrepiso (paso 2) las fuerzas sísmicas dinámicas  $F_i$  de cada piso para cada dirección de análisis.
- 4.- Obtención del centro de torsión (  $X_T$ ,  $Y_T$  ); considerando la estructura en planta, se encuentra el punto  $X_T$  o  $Y_T$  de aplicación de la carga horizontal externa en la dirección X o Y (global), en un piso determinado. Así, la resultante de dicha combinación de carga y la carga horizontal externa en la dirección X o Y, existente en los niveles superiores al piso anterior aplicadas en su respectivos centros de torsión, es colineal con la resultante de los cortantes de piso de los niveles inferiores al piso en cuestión. Aplicando el concepto anterior, se tiene que las coordenadas del centro de torsión del último piso ( j ) serán:

$$X_{Tj} = \frac{\sum_{i=1}^N V_{1yj} X_i}{F_{yj}} ; \quad Y_{Tj} = \frac{\sum_{i=1}^N V_{1xj} Y_i}{F_{xj}} \quad (1)$$

donde :

$X_{Tj}$  ,  $Y_{Tj}$  : Centro de torsión en el nivel  $j$  ( último piso ).

$V_{1yj}$  ,  $V_{1xj}$  : Fuerza cortante del subsistema  $i$  en el entrepiso abajo del nivel  $j$ .

$F_{1yj}$  ,  $F_{1xj}$  : Fuerzas sísmicas totales aplicadas al piso  $j$  en dirección  $X$  o  $Y$ .

$X_i$  ,  $Y_i$  : Coordenadas del elemento  $i$ , en ambas direcciones.

$N$  : Número total de subsistemas.

Para el penúltimo piso (  $j - 1$  ) se tiene que:

$$X_{Tj-1} = \frac{\sum_{i=1}^N V_{1yj-1} X_i - F_{rj} X_{Tj}}{F_{y,j-1}} , \quad Y_{Tj-1} = \frac{\sum_{i=1}^N V_{1xj-1} Y_i - F_{rj} Y_{Tj}}{F_{x,j-1}} \quad (2)$$

Para un piso típico (  $r$  ) :

$$X_{Tr} = \frac{\sum_{i=1}^N ( V_{1y,r} - V_{1y,r+1} ) X_i}{F_{y,r}} , \quad Y_{Tr} = \frac{\sum_{i=1}^N ( V_{1x,r} - V_{1x,r+1} ) Y_i}{F_{x,r}} \quad (3)$$

ó

$$X_{Tr} = \frac{\sum_{i=1}^N V_{1y,r} X_i - \sum_{i=r+1}^N F_{rj} X_{Tj}}{F_{y,r}} , \quad Y_{Tr} = \frac{\sum_{i=1}^N V_{1x,r} Y_i - \sum_{i=r+1}^N F_{rj} Y_{Tj}}{F_{x,r}} \quad (4)$$

5.- Cálculo de la excentricidad "calculada" o "teórica".

Para el sismo en dirección Y, por ejemplo la excentricidad calculada en el nivel j es :

$$e_{c_j} = X_{CM_j} - X_{T_j} \quad ( 5 )$$

Y cuando el sismo es en dirección X se tiene :

$$e_{c_j} = Y_{CM_j} - Y_{T_j} \quad ( 6 )$$

6.- Determinación del momento torsionante que actúa en un nivel cualquiera r y en todos los pisos inferiores.

$$M_{Tr} = \sum_{j=r}^N F_{y_j} e_{c_j} \quad ( 7 )$$

donde :

$M_{Tr}$  : Momento torsionante.

$N$  : Número total de niveles.

$F_{y_j}$  : Fuerza sísmica aplicada en el nivel j.

$e_{c_j}$  : Excentricidad "calculada" o "teórica".

El cálculo del momento torsionante, convendría hacerlo solo en aquellos casos en que interese tener una idea preliminar del mismo.

7.- Incremento de la excentricidad de acuerdo con el RDF-87. El código establece que las excentricidades de diseño están dadas por:

$$E_{j1} = 1.5 e_{c_j} + 0.1 b \quad ( 8 )$$

$$E_{j2} = e_{c_j} - 0.1 b \quad ( 9 )$$

donde :

$b$  : Es la dimensión máxima del piso, en dirección perpendicular al sismo.

8.- Con el paso anterior y aplicando la ec 7 se obtiene el momento torsionante de diseño :

$$M_{Tr1} = \sum_{j=r}^N ( 1.5F_j e_{Cj} + 0.1b F_j ) = 1.5 \sum_{j=r}^N F_j e_{Cj} - 0.1b \sum_{j=r}^N F_j$$

$$= 1.5M_{Tr} + 0.1b V_r \quad ( 10 )$$

$$M_{Tr2} = \sum_{j=r}^N ( e_{Cj} F_j - 0.1b F_j ) = \sum_{j=r}^N e_{Cj} F_j - 0.1b \sum_{j=r}^N F_j$$

$$= M_{Tr} - 0.1b V_r \quad ( 11 )$$

donde :

$V_r$  : Fuerza cortante en el entrepiso r.

$M_{Tr}$  : Momento torsionante.

Las ecs 10 y 11 son las combinaciones de momentos torsionantes que de acuerdo al RDF-87 se deben calcular para cada nivel r.

9.- Modificación de la posición del centro de masa en el programa SUPER-ETABS (modelando tridimensionalmente la estructura), para considerar la excentricidad de diseño según lo especifica el RDF-87 .

Para el sismo en dirección Y y para el nivel j (ec 5):

$$X_{CMj}^{\circ} = X_{Tj} + e_{Cj} \quad ( 12 )$$

Sustituyendo el valor de la excentricidad de diseño:

$$X_{CMJ1}^{\circ} = X_{Tj} + \left[ 1.5e_{Cxj} + (0.1b)(\text{sgn } e_{Cxj}) \right] = X_{Tj} + Ed1x \quad (13)$$

$$Y_{CMJ2}^{\circ} = X_{Tj} + \left[ e_{Cxj} - (0.1b)(\text{sgn } e_{Cxj}) \right] = X_{Tj} + Ed2x \quad (14)$$

donde :

$\text{sgn } e_{Cxj}$  : Signo ( + ó - ) de la excentricidad calculada.

$X_{CMJ}^{\circ}$  : Coordenada modificada del centro de masa para el programa SUPER-ETABS.

Para el sismo en dirección X y para el nivel j (ec 6):

$$Y_{CMJ1}^{\circ} = Y_{Tj} + Ed1y \quad (15)$$

$$Y_{CMJ2}^{\circ} = Y_{Tj} + Ed2y \quad (16)$$

10.- Obtención de los desplazamientos y elementos mecánicos para diseño. Para el sismo en dirección X se deben realizar dos análisis sísmicos de tipo estático, modificando en cada uno el centro de masa con respecto a las ecs 15 y 16. Para el sismo en dirección Y se procede de manera análoga con las ecs 13 y 14. Las fuerzas sísmicas de estos análisis son las obtenidas en el paso 1. Por lo tanto, son cuatro análisis estáticos que se tienen que realizar. De los resultados de los análisis se toman las condiciones más desfavorables para diseñar cada marco.

## 11.6 PROGRAMAS DE COMPUTACION

En la actualidad se cuenta con un gran número de programas para computadora, donde se permite analizar cualquier tipo de estructura sujeta a distintas solicitaciones. En general estos programas trabajan con la matriz de rigidez lateral del edificio, idealizando la estructura como

un conjunto de subestructuras (marcos y muros) ligados por los sistemas de pisos, que casi siempre se consideran diafragmas infinitamente rígidos en su plano

Los programas de más amplio uso en despachos privados, dependencias oficiales y escuelas de ingeniería son del tipo **SAP** (**SAP-80**, **SAP-86** y **SAP-90**) y la serie de programas **TABS** (**TABS-72**, **ETABS** y **SUPER-ETABS**) (ref 2). En este trabajo se hace uso del programa **SUPER-ETABS** y de otro programa desarrollado en el Instituto de Ingeniería conocido por **TORSION** (ref 3). Ambos programas permiten idealizar las estructuras tridimensionalmente; esto es, no a base de marcos planos acoplados por los pisos.

A continuación se describen las hipótesis de trabajo, alcances y limitaciones de los dos programas mencionados :

#### **II.6.1 PROGRAMA SUPER-ETABS**

El programa **SUPER-ETABS** es una extensión del programa **ETABS**, versión para microcomputadora. El programa **SUPER-ETABS** obtiene la matriz global de rigideces de la estructura del ensamble de la matriz de rigideces de marcos tridimensionales.

##### **II.6.1.1 HIPOTESIS DE TRABAJO**

- a.- Los edificios se consideran formados por subestructuras ( marcos y/o muros de cortante ) ligados por sistemas de piso y/o una subestructura tridimensional. En el caso tridimensional, el modelo se define a partir de la localización de las columnas.
- b.- Se considera la hipótesis de diafragma rígido para los sistemas de piso.
- c.- Se toman en cuenta tres grados de libertad por piso, dos traslaciones y una rotación que se miden con respecto a unos ejes globales.

d.- El programa admite los siguientes tipos de elementos :

- 1.- Columnas en las que se toman seis grados de libertad por nudo.
- 2.- Vigas, cuya formulación es similar a las columnas con excepción de que se desprecia la flexión alrededor del eje vertical y las deformaciones axiales; las secciones de las vigas no deben ser necesariamente prismáticas.
- 3.- Muros tipo panel en donde se puede incluir deformaciones por flexión, cortante y axial.
- 4.- Diagonales, en las que sólo se consideran las deformaciones axiales.

Los edificios por analizar pueden ser asimétricos y no forzosamente rectangulares; los marcos y muros pueden estar localizados arbitrariamente.

#### II.6.1.2 ANALISIS DE DATOS DE ENTRADA

Como se mencionó anteriormente este programa es una versión modificada y ampliada del programa ETABS con las siguiente ventajas :

- a.- Realiza el análisis a base de uno o varios marcos "tridimensionales".
- b.- Tiene la capacidad de incluir los efectos P-delta.
- c.- Puede realizar el tipo de análisis deseado sin detallar la respuesta estructural de los miembros.
- d.- Puede generar de una manera automática las fuerzas laterales sísmicas estáticas equivalentes.
- e.- Realiza una verificación de datos sin necesidad de ejecutar numéricamente el programa y hacer cálculos.

#### - TARJETA DE CONTROL

- 1.- Número de pisos.
- 2.- Número de marcos con diferentes propiedades estructurales o diferentes cargas verticales.

- 3.- Número total de marcos o muros de cortante en la estructura.
- 4.- Número total de condiciones de carga.
- 5.- Tipo de análisis.
- 6.- Número de frecuencias a calcular. Esto es con base al tipo de análisis elegido en el punto anterior.
- 7.- Grados de libertad por piso. En este punto se indica la consideración de tres grados de libertad (  $X$  ,  $Y$  ,  $\theta$  ) o sólo uno en la dirección deseada (  $X$  o  $Y$  ) para un problema de traslación pura.
- 8.- Generación de las cargas laterales estáticas, caso A y B.
- 9.- Clave para calcular o no los esfuerzos actuantes en los diversos elementos mecánicos.
- 10.- Clave de ejecución.
- 11.- Aceleración de la gravedad para el cálculo de los efectos P-delta.
- 12.- Título de identificación de la estructura.

#### **- DATOS DE PISO**

Se preparan dos tarjetas por cada piso. En secuencia de arriba hacia abajo :

##### **Primera tarjeta :**

- 1.- Identificación del piso analizado.
- 2.- Altura de entrepiso.
- 3.- Masa traslacional del piso. Este dato se da o no de acuerdo al tipo de análisis elegido.
- 4.- Masa rotacional del piso, para análisis dinámico.
- 5.- Coordenadas X y Y medidas a partir del eje global de coordenadas del centro de masa definido como tal.
- 6.- Rigidez externa del piso en la dirección X y Y.

### **Segunda tarjeta :**

- 1.- Fuerzas laterales estáticas en X y Y para la condición de carga A.
- 2.- Coordenadas X y Y para la condición de carga A.
- 3.- Los mismos datos, pero para la condición B.

### **- DATOS DE MARCOS**

Se introducen los datos de cada marco diferente de la siguiente forma:

- 1.- Identificación del marco.
- 2.- Número de niveles, sobre la cimentación.
- 3.- Número de líneas de columnas.
- 4.- Número de crujías en el marco.
- 5.- Número de columnas con propiedades geométricas diferentes.
- 6.- Número de vigas con propiedades geométricas diferentes.
- 7.- Número de cargas verticales en vigas.
- 8.- Número de muros tipo panel.
- 9.- Número de diagonales.
- 10.- Etiqueta de identificación.

### **- UBICACION DE COLUMNAS**

La ubicación de las columnas se hace con respecto a los ejes locales (x , y), de la siguiente forma:

- 1.- Número de identificación de la línea de columna.
- 2.- Coordenadas X y Y ( sistema de ejes locales ).

### **- PROPIEDADES DE COLUMNAS**

Se dan los siguientes datos para cada tipo (propiedad geométrica)

de columnas que se encuentre en el marco.

- 1.- Número de identificación del tipo de columna.
- 2.- Módulo de elasticidad.
- 3.- Area axial.
- 4.- Area cortante asociada a la dirección del eje mayor.
- 5.- Area cortante asociada a la dirección del eje menor.
- 6.- Inercia a la torsión.
- 7.- Inercia a la flexión alrededor del eje mayor.
- 8.- Inercia a la flexión alrededor del eje menor.
- 9.- Zona rígida superior de la columna.
- 10.- Zona rígida inferior de la columna.

#### **- PROPIEDADES DE TRABES**

Al igual que para las columnas, también se dan un grupo de datos para cada tipo (propiedad geométrica) de viga diferente.

- 1.- Número de identificación de tipo de viga.
- 2.- Módulo de elasticidad.
- 3.- Area de cortante.
- 4.- Inercia a la torsión.
- 5.- Inercia a la flexión.
- 6.- Factores de rigidez.
- 7.- Ancho de la zona rígida en I.
- 8.- Ancho de la zona rígida en J.

#### **- GENERACION DE TRABES**

La generación de trabes se da de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha.

- 1.- Número de identificación de la crujía para la trabe considerada.

- 2.- Número de línea de columna a la izquierda de la trabe.
- 3.- Número de línea de columna a la derecha de la trabe.
- 4.- Número de identificación de la propiedad de trabe que definen a ésta cruja.
- 5.- Número de vigas a generar inmediatamente después con las mismas propiedades.

#### **- GENERACION DE COLUMNAS**

La generación de columnas es con el mismo criterio de las trabes.

- 1.- Número de identificación de la línea de columna.
- 2.- Número de identificación de la propiedad de la columna.
- 3.- Número de línea de columna de control que define la dirección del eje mayor.
- 4.- Número de columna a generar inmediatamente después con las mismas propiedades.

#### **- PROPIEDADES DE PANELES**

Si se tienen muros, éstos se dan tipo paneles; se hace una tarjeta por cada panel diferente.

- 1.- Número de nivel del extremo superior, donde se encuentra el panel.
- 2.- Número de línea de columna a la izquierda del panel.
- 3.- Número de línea de columna a la derecha del panel.
- 4.- Módulo de elasticidad.
- 5.- Area axial del panel.
- 6.- Inercia a la flexión.
- 7.- Area de cortante.
- 8.- Módulo de cortante.

#### **- PROPIEDADES DE DIAGONALES**

Estos datos se dan de la misma manera que los paneles.

- 1.- Número de nivel del extremo superior, donde se encuentra la diagonal.
- 2.- Número de línea de columna en donde se encuentra apoyado la diagonal en la parte superior.
- 3.- Número de línea de columna en donde se encuentra apoyado la diagonal en la parte inferior.
- 4.- Módulo de elasticidad.
- 5.- Area de la sección transversal de la diagonal.

#### **- LOCALIZACION DE MARCOS**

El número de conjuntos de datos a dar es función del total de marcos diferentes considerados.

- 1.- Identificación del marco.
- 2.- Clave para imprimir o no las respuestas.
- 3.- Coordenadas X y Y al origen del marco considerado con respecto a los ejes globales.
- 4.- Angulo que forma el eje x local del marco y el eje X global.
- 5.- Etiqueta de identificación del marco.

#### **- DATOS DEL ESPECTRO**

Estos datos se requieren si el tipo de análisis elegido fue al dinámico modal espectral.

##### **Primera tarjeta :**

- 1.- Número de puntos que definen el espectro.
- 2.- Número de modos que se quiere imprimir la respuesta.

- 3.- Factor de escala para las aceleraciones.
- 4.- Dirección del sismo.
- 5.- Porcentaje de amortiguamiento viscoso crítico.

**Segunda tarjeta :**

- 1.- Datos de los puntos del espectro.

**- COMBINACIONES DE CARGAS**

En este punto se utilizan los multiplicadores para obtener combinaciones de cargas tipo vertical, lateral estático y lateral dinámico, según la necesidad de cada caso.

**II.6.2 PROGRAMA TORSION**

El programa TORSION surgió como una alternativa para superar algunas "limitaciones" de los otros programas de análisis a base de marcos planos, entre las que se pueden mencionar las siguientes :

- a.- Considera al edificio por marcos planos unidos a losas infinitamente rígidas.
- b.- No se considera la compatibilidad de los desplazamientos verticales de los nudos comunes a distintos marcos.
- c.- No hay forma de tener una idea cuantitativa o cualitativa sobre la excentricidad de las fuerzas cortantes de entrepiso y menos de incrementar ésta de acuerdo con el reglamento de construcción vigente.

**II.6.2.1 HIPOTESIS DE TRABAJO**

- a.- La estructura del edificio está formado por marcos ( columnas, traveses, muros de cortante y marcos rigidizados por diagonales ligados por losas ).

b.- Se consideran las losas de cada nivel infinitamente rígidas en su plano.

c.- No se definen marcos planos sino coordenadas de columnas que definen el marco tridimensional; para cada nudo se considera la compatibilidad en los desplazamiento verticales ( $d_z$ ) y en los giros en el plano horizontal ( $\theta_x$ ,  $\theta_y$ ).

d.- Los desplazamientos horizontales ( $d_x$ ,  $d_y$ ) y el giro según un eje vertical ( $\theta_z$ ) de cada nudo serán funciones lineales de los desplazamientos de cuerpo rígido de cada una de las losas.

e.- Se consideran tres grados de libertad por piso; dos desplazamientos horizontales y un giro alrededor del eje vertical.

f.- Se consideran deformaciones por fuerza normal, flexión biaxial, fuerza cortante y torsión, para todas las columnas; para las trabes se consideran deformaciones por flexión, fuerza cortante y torsión. Por último para las diagonales se considera únicamente deformación por fuerza normal.

#### II.6.2.2 ANALISIS DE DATOS DE ENTRADA

El programa **TORSION** tiene una ubicación de datos diferente a los del **SUPER-ETABS**; ya que se utiliza un formato libre, los datos se dan de la siguiente manera:

##### - TARJETA PARA TITULOS

Se dan cuatro renglones que se utilizan para la identificación y características de la estructura analizada.

##### - DATOS DE MARCOS

Como es un análisis tridimensional, se define a la estructura como un solo marco; se da un renglón con los siguientes datos:

1.- Número de niveles.

- 2.- Número de ejes o líneas de columnas.
- 3.- Número de trabes por piso.
- 4.- Número de niveles fijos.
- 5.- Número de planos de diagonales.
- 6.- Módulo de Poisson.
- 7.- Indicador de módulo de elasticidad. En este punto se puede considerar diferente módulo de elasticidad tanto en trabes como en columnas y diagonales.
- 8.- Indicador de torsión sísmica. Es en este punto donde se puede considerar la torsión según el RDF-87; si se activa la opción, considerará los efectos de las excentricidades de diseño para torsión.

#### **- CONDICIONES DE APOYO Y ESTRUCTURACION**

- 1.- Varios renglones para las condiciones de apoyo del nivel cero. Ya que se tiene la posibilidad de suponer a la cimentación como empotrada o articulada.
- 2.- Un renglón para los niveles que están fijos.
- 3.- Varios renglones para los nudos nulos.

#### **- UBICACION DE COLUMNAS**

- 1.- Se dan varios renglones con las coordenadas de los ejes de columnas así como sus ángulos que forma el eje principal  $x'$  de la columna con el eje global  $X$ . Se considera eje principal de la columna aquel que está orientado en dirección de la inercia mayor a la flexión.

#### **- ALTURAS DE ENTREPISO**

- 1.- Se dan varios renglones para dar las alturas de entrepiso.

#### **- PROPIEDADES DE COLUMNAS**

El número de datos ordenados de la siguiente forma serán tantas como columnas con propiedades diferentes existan en la estructura.

1.- Un renglón para definir si las propiedades son de rigidez variable o constante.

2.- Si la sección es constante se dan las propiedades geométricas:

$I_x$ ,  $I_y$ ,  $A_x$ ,  $A_y$ ,  $A_z$ , e  $I_z$  .

3.- En caso de que la sección sea variable se tiene que dar los siguientes datos :

a.- Un renglón para el número de dovelas.

b.- Un renglón con la longitud de las dovelas.

c.- Varios renglones con las propiedades mencionadas en el punto 2. Cuando se considera el efecto del nudo, se dan valores cero.

#### **- PROPIEDADES DE VIGAS**

El número de datos será tantos como número de trabes existan.

1.- Un renglón con las incidencias de las trabes; se definen si son de rigidez variable o constante.

2.- Si la propiedad es constante a lo largo de la trabe, se leen :  $I_y$ ,  $A_z$  e  $I_x$ .

3.- Si no es constante se leen las propiedades anteriores con el criterio que se usó para el caso de columnas.

#### **- PROPIEDADES DE DIAGONALES**

Estos grupos serán tantos como número de planos de diagonales haya:

- 1.- Un renglón con las incidencias de la proyección de la diagonal en el nivel cero.
- 2.- Varios renglones con las áreas transversales de las diagonales.

**- EFECTOS DE TORSION**

Este grupo de datos, sólo se considera en el caso de que se evalúe la torsión sísmica, según el RDF-87.

- 1.- Varios renglones con las coordenadas del centro de masa de cada nivel.
- 2.- Varios renglones para considerar la fuerza sísmica de cada nivel.
- 3.- Varios renglones para las longitudes en planta de cada nivel del edificio para considerar el incremento por torsión accidental.

### III. ESTRUCTURAS A ESTUDIAR.

En este capítulo se describen las características de cuatro edificios para ejemplificar el análisis ante los efectos de torsión, de los cuales tres edificios son ficticios pero sus características indican no estar lejos de la realidad y el último edificio es real y se encuentra ubicado en la calle de Varsovia, de la Colonia Juárez.

#### III.1 EJEMPLO No. 1. EDIFICIO CASO A.

1.- Es un edificio de 8 niveles cuyas características en planta se pueden observar en la *fig III.1*; está compuesto de marcos de concreto reforzado como elementos resistentes. El edificio en planta es una estructura de forma asimétrica, formado por una parte recta y otra inclinada con un ángulo de  $27.26^\circ$ ; tiene cuatro claros de 8 m y un claro de 4.122 m en la dirección longitudinal (X), y en la dirección transversal tiene 8 m de claro en la parte recta y 9 m de claro en la parte del quiebre.

2.- La altura del edificio es de 4.50 m en planta baja y en los demás entrepisos de 3.50 m. En las *figs III.2 y III.3* se muestran las elevaciones del edificio.

3.- Las columnas son de sección rectangular y cambian a cada 3 niveles, aproximadamente, como a continuación se menciona :

En el entrepiso 1 a 3 la sección es de 80 x 70 cms, del entrepiso 4 a 6 la sección es de 70 x 60 cms y en los entrepisos 7 y 8 la sección es de 60 x 50 cms. Todas las columnas están orientadas con respecto al eje longitudinal (X) del edificio en planta; en la *tabla III.1* se muestran las propiedades geométricas de las columnas.

4.- Las trabes son de sección rectangular y cambian de sección en los niveles 4 y 7, las secciones son diferentes en la dirección longitudinal (X) y transversal (Y) como a continuación se describe :

En la dirección longitudinal (X) del nivel 1 a 3 la sección es de 70 x 40 cms, del nivel 4 a 6 la sección es de 70 x 35 cms y en los niveles 7 y 8 la sección es de 60 x 30 cms. En la tabla III.2 y tabla III.3 se muestran las propiedades geométricas de las trabes en la dirección longitudinal (X) y transversal (Y).

5.- El módulo de elasticidad del concreto,  $E_c$ , es el especificado por el RDF-87; para un concreto con resistencia a la compresión de  $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$  se tiene :

$$E_c = 14,000 \sqrt{f'_c} \quad (\text{kg/cm}^2)$$
$$E_c = 221,259.4 \text{ kg/cm}^2$$

El módulo de Poisson se tomo como :  $\nu = 0.2$ , típico en concreto.

6.- Para la obtención de cargas y pesos se considera  $1 \text{ Ton/m}^2$  en todos los niveles; esta carga incluye la carga viva y la carga muerta. Para éste edificio se tiene un peso de 288.49 Ton por nivel.

7.- Las coordenadas del centro de masa de cada nivel del edificio son (1710.70 , 575.2 cms), medidos con respecto al sistema de ejes globales (X , Y).

8.- La estructura se considera del grupo B y se encuentra ubicada en la zona III. De las NTC-87 obtenemos que el coeficiente sísmico es de  $C_s = 0.40$ .

9.- El factor de ductilidad empleado fue de  $Q = 3$ ; para la obtención de los desplazamientos se multiplicaron los resultados del análisis por  $Q = 3$ . Los espectros de diseño se muestran en la fig III.4.

### III.2 EJEMPLO No. 2. EDIFICIO CASO B.

1.- Es un edificio de 8 niveles cuyas características en planta se muestran en la *fig III.5*; es una estructura asimétrica en forma de "L", formada por traveses y columnas. Tiene 4 claros de 8.0 m en la dirección longitudinal y 3 claros de 8.0 m en la dirección transversal.

2.- La altura del edificio es el siguiente: en la planta baja de 4.50 m y en los demás entrepisos de 3.50 m. En las *figs III.6 y III.7* se muestran las elevaciones del edificio.

3.- Las columnas son de sección cuadrada y disminuyen sus dimensiones al aumentar los entrepisos del edificio siendo las siguientes: del entrepiso 1 a 3 la sección es de 70 x 70 cms, del entrepiso 4 a 6 la sección es de 60 x 60 cms y del entrepiso 7 a 8 la sección es de 50 x 50 cms. En la *tabla III.4* se muestran las propiedades geométricas de las columnas.

4.- Las traveses son de sección rectangular, siendo las mismas dimensiones en la dirección longitudinal (X) y transversal (Y); varían de dimensión según aumentan los niveles como a continuación se describe: del nivel 1 a 3 la sección es de 70 x 35 cms, del nivel 4 a 6 la sección es de 60 x 30 cms y del nivel 7 a 8 la sección es de 50 x 30 cms. Las propiedades geométricas se muestran en la *tabla III.5*.

5.- El módulo de elasticidad del concreto,  $E_c$ , es el especificado por el RDF-87. Para un concreto con resistencia a la compresión de  $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$  se tiene :

$$E_c = 14,000 \sqrt{f'_c} \quad (\text{kg/cm}^2)$$
$$E_c = 221,359.4 \text{ kg/cm}^2$$

El módulo de Poisson se consideró  $\nu = 0.2$ .

6.- Para la obtención de cargas se consideró  $1 \text{ Ton/m}^2$  en todos los niveles; esta carga incluye las cargas muertas y cargas vivas. Para este edificio se tiene un peso de 384.0 Ton por nivel.

7.- Las coordenadas del centro de masa de cada nivel del edificio son (1200.0 , 800.0 cms), con respecto al sistema de ejes globales (X , Y).

8.- La estructura es del grupo B y se encuentra ubicada en la zona III; de las NTC-87 obtenemos que el coeficiente sísmico es de  $C_s = 0.40$  .

9.- El factor de ductilidad empleado es de  $Q = 2$  y para la obtención de los desplazamientos los resultados se multiplicaron por dicho factor. Los espectros de diseño se muestran en la *fig III.8*.

### III.3 EJEMPLO No. 3. EDIFICIO CASO C.

1.- Es un edificio de 10 niveles cuyas características en planta se muestran en la *fig III.9*; la estructura es asimétrica, con un eje inclinado y está formada por muros, traveses y columnas. Tiene 3 claros de 8.0 m en la dirección longitudinal y 2 claros de 8.0 m en la dirección transversal.

2.- La altura del edificio es el siguiente: planta baja de 4.50 m y en los otros entrepisos de 3.50 m. En las *figs III.10* y *III.11* se muestran las elevaciones del edificio.

3.- Las columnas son de sección rectangular y disminuyen sus dimensiones según aumentan los entrepisos del edificio: del entrepiso 1 a 3 la sección es de 90 x 50 cms, del entrepiso 4 a 6 la sección es de 80 x 50 cms y del entrepiso 7 a 10 la sección es de 70 x 50 cms. Las columnas están orientadas con respecto a la dirección longitudinal del edificio (X). En la *tabla III.6* se muestran las propiedades geométricas de las columnas.

4.- Las traveses son de sección rectangular, con dimensiones diferentes en la dirección longitudinal (X) y transversal (Y) como a continuación se describe: en la dirección longitudinal (X) del nivel 1 a 3 la sección es de 90 x 40 cms, del nivel 4 a 6 la sección es de 80 x 40 cms y del nivel 7 a 10 la sección es de 70 x 40 cms. En la *tabla III.7* se muestran las propiedades geométricas de las traveses en esta dirección.

En la dirección transversal (Y) del nivel 1 a 3 la sección es de 80 x 40 cms, del nivel 4 a 6 la sección es de 70 x 40 cms y del nivel 7 a 10 la sección es de 60 x 30 cms. Las propiedades geométricas se muestran en la *tabla III.8*.

5.- Los patines que se encuentran en los extremos de los muros son de sección cuadrada de 50 x 50 cms en todos los entrepisos y las propiedades geométricas se muestran en la *tabla III.9*.

6.- Los muros son de concreto y de espesor variable: del entrepiso 1 a 3 el espesor es de 40 cms, del entrepiso 4 a 6 el espesor es de 30 cms y del entrepiso 7 a 10 el espesor es de 25 cms. En la *tabla III.10* se muestran las propiedades geométricas en conjunto de los muros y sus extremos (patines).

7.- El módulo de elasticidad del concreto,  $E_c$ , es el especificado por el RDF-87; para un concreto con resistencia a la compresión de  $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$  se tiene :

$$E_c = 14,000 \sqrt{f'_c} \quad (\text{kg/cm}^2)$$
$$E_c = 221,359.4 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots$$

El módulo de Poisson se consideró  $\nu = 0.2$ .

8.- Para la obtención de cargas y pesos se consideró  $1 \text{ Ton/m}^2$  en todos los niveles; esta carga incluye las cargas muertas y las cargas vivas. Para este edificio se tiene un peso de 256.0 Ton por nivel.

9.- Las coordenadas del centro de masa de cada nivel del edificio se encuentra en (739.0, 686.0 cms), con respecto al sistema global de referencia (X, Y).

10.- La estructura es del grupo B y se encuentra ubicada en la zona III. De las NTC-87 obtenemos que el coeficiente sísmico es de  $C_s = 0.40$ .

11.- El factor de ductilidad empleado para la obtención de elementos mecánicos de columnas y trabes fue  $Q = 2$ . Para los desplazamientos, los resultados se multiplicaron por  $Q = 2$ . Los espectros de diseño se muestran en la *fig III.8*.

### III.4 EJEMPLO No. 4. EDIFICIO VARSOVIA.

Este edificio se encuentra ubicado en la calle de Varsovia de la Colonia Juárez y tiene las siguientes características :

- 1.- El edificio está formado por un sótano + 11 niveles + un cuarto de máquinas; el sótano es ocupado como biblioteca. El nivel 11 fue adaptado posteriormente; este nivel tiene una estructuración a base de muros de tabique rojo, de columnas y traveses de acero, armaduras que sostienen el techo formado por láminas de asbesto y en los demás niveles su estructuración es a base de columna, traveses, muros de concreto y muros de tabique rojo.
- 2.- La planta tiene una forma rectangular pero con rigidez asimétrica debido a que la zona de escaleras y cubo de elevador se encuentran ubicados en una esquina. En las *figs III.12 y III.13* se muestran las plantas del edificio.
- 3.- La altura del edificio es según: en el entrepiso 2 de 3.70 m, en la planta baja y los demás entrepisos del edificio la altura es de 3.00 m y en el cuarto de máquinas la altura es de 2.50 m. En las *figs III.14 y III.15* se muestran las elevaciones del edificio.
- 4.- Las columnas son de sección cuadrada y son más robustas en el centro del edificio que en los extremos; en el entrepiso 11 las columnas son de acero formado con ángulos de lados iguales de 10 cms. Las columnas son de 70 x 70 cms como máximo y de 25 x 25 cms como mínimo. En la *tabla III.11* se muestran las dimensiones de las columnas y en la *tabla III.12* se muestran las propiedades geométricas de las columnas.
- 5.- Las traveses son de sección rectangular, siendo las mismas dimensiones en la dirección longitudinal (X) y transversal (Y). En la *tabla III.13* se muestran las dimensiones de las traveses y en la *tabla III.14* se muestran las propiedades geométricas de las secciones.
- 6.- Los muros del sótano son de concreto reforzado con un espesor de 30 cms; en los otros niveles los muros son de mampostería de tabique rojo con un espesor de 15 cms.

7.- El módulo de elasticidad del concreto,  $E_c$ , es el especificado por el RDF-87; para un concreto con resistencia a la compresión de  $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$  se tiene :

$$E_c = 14,000 \sqrt{f'_c} \quad (\text{kg/cm}^2)$$
$$E_c = 197,989.90 \quad \text{kg/cm}^2 \quad \dots$$

Se consideró el módulo de Poisson igual a  $\nu = 0.2$ .

Para el acero el módulo de elasticidad se tomó como  $E = 2 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$  y el módulo de Poisson se consideró de  $\nu = 0.3$  (típico en acero estructural).

8.- Para la obtención de las cargas muertas se tomó en cuenta la carga por losa ( $h=10 \text{ cms}$ ), firme de mortero-cemento, recubrimiento de pisos (loseta vinílica), instalaciones y plafones, cancelería, muros divisorios (tablaroca y tabique rojo), trabes, columnas y relleno e impermeabilizante. Para la carga viva se utilizó el RDF-87, él cual nos indica lo siguiente: para cargas vivas en oficinas  $w_a = 180 \text{ kg/m}^2$  y para la azotea con pendiente menor de 5%,  $w_a = 70 \text{ kg/m}^2$ . En la tabla III.15 se muestran los pesos totales por cada nivel.

9.- Las coordenadas del centro de masa de cada nivel son las siguientes: en el cuarto de maquinas de (275.0 , 225.0 cms) y en los otros niveles de (955.0 , 625.0 cms), medidos con respecto al sistema global de coordenadas (X , Y).

10.- La estructura se considera del grupo A y se encuentra ubicada en la zona III; de las NTC-87 obtenemos que el coeficiente sísmico es  $C_s = 0.40$ , que incrementado en un 50% resulta de  $C_s = 0.60$ .

11.- El factor de ductilidad empleado para la obtención de elementos mecánicos de columnas y trabes es  $Q = 2$ ; para los desplazamientos, los resultados se multiplicaron por  $Q = 2$ . Los espectros de diseño se muestran en la fig III.16.

#### IV. ANALISIS SISMICO TRIDIMENSIONAL CON Y SIN LOS EFECTOS DE TORSION.

Se procederá a describir y comentar los resultados obtenidos con los análisis realizados con los dos programas y además se mostrarán los resultados obtenidos de un análisis dinámico modal espectral sin considerar las excentricidades de diseño que marca el reglamento; esto es, solo se toman los efectos de torsión a partir de la excentricidad calculada. Para fines de comparación se presentan también algunos resultados a partir de las fuerzas sísmicas obtenidos con el método estático.

##### IV.1 EJEMPLO No. 1. EDIFICIO CASO A.

A continuación se procede a describir cada paso que se siguió para la obtención de resultados al tomar en cuenta los efectos de torsión y sin estos.

##### IV.1.1 Idealización de la estructura.

La idealización de la estructura se muestra en la *fig IV.1*. Esta idealización es para el programa **SUPER-ETABS** modelando a la estructura de forma tridimensional; la diferencia de la idealización que existe con el programa **TORSION**, es que para el programa **SUPER-ETABS** es necesario definir algunas columnas ficticias.

##### IV.1.2 Fuerzas sísmicas.

Las fuerzas sísmicas obtenidas mediante el método estático se muestran en la *tabla IV.1*. De un análisis dinámico modal espectral de traslación pura en la dirección X y Y, se obtuvieron las fuerzas que se muestran en la *tabla IV.2*, que son con las que se trabaja en este ejemplo.

#### **IV.1.3 Periodos de vibración.**

Los periodos de vibración del edificio se obtuvieron con el programa SUPER-ETABS. Los resultados obtenidos se muestran en la *tabla IV.3*; en la *tabla IV.4* se presenta la participación que toma cada componente (X, Y,  $\theta$ ), para los modos tridimensionales del edificio.

#### **IV.1.4 Deformaciones angulares de entrepiso.**

En la *tabla IV.5* se muestran las deformaciones angulares cuando el sismo actúa en la dirección X; se comparan los resultados del análisis estático y dinámico modal. La *tabla IV.6* muestra los resultados de las deformaciones en la dirección Y. Se puede observar que las deformaciones angulares se encuentran dentro de los valores 0.006 y 0.012.

#### **IV.1.5 Análisis sísmicos sin considerar los efectos de torsión del código.**

Estos análisis se realizaron para observar y comparar los resultados que proporciona cada programa, sin la consideración de las excentricidades de diseño (torsión) según el RDF-87.

##### **IV.1.5.1 Desplazamientos horizontales máximos totales.**

Los resultados de los desplazamientos de los programas SUPER-ETABS (tridimensional) y TORSION se muestran en la *tabla IV.7*, que corresponde al sismo en la dirección X; la *tabla IV.8* presenta los resultados del análisis en la dirección Y.

##### **IV.1.5.2 Elementos mecánicos en columnas.**

En las *tablas IV.9* y *IV.10* se muestran los resultados de los elementos mecánicos de las columnas 1, 6, 7 y 10 que fueron seleccionados como las más críticas, para los niveles 1, 3 y 6.

##### **IV.1.5.3 Elementos mecánicos en trabes.**

Los resultados de los elementos mecánicos de las trabes 1, 3, 6, 9 y 17 se muestran en las *tablas IV.11* y *IV.12*; se presentan para el sismo en

las direcciones X y Y, respectivamente. Los niveles son iguales que para las columnas.

#### **IV.1.5.4 Conclusiones y comentarios.**

- 1.- La dirección más flexible, resulta ser, como se puede observar en los periodos, la dirección Y; se presentan efectos importantes de la torsión.
- 2.- Las deformaciones angulares se encuentran dentro de los valores 0.006 y 0.012, como marco de referencia, en cuanto a rigidez lateral se refiere.
- 3.- Los resultados de los desplazamientos obtenidos de cada programa son idénticos; podemos decir entonces que el empleo de uno u otro programa es indistinto.
- 4.- Los elementos mecánicos de columnas y trabes son iguales para fines prácticos.
- 5.- El uso de cualquiera de los dos programas arroja resultados idénticos.

#### **IV.1.6 Consideraciones para poder incluir las especificaciones de torsión, según el RDF-87.**

Para incluir los efectos de los incrementos de excentricidades de diseño, según lo especifica el RDF-87, en el programa **SUPER-ETABS**, es necesario hacer algunos "artificios"; a continuación se describe la metodología.

##### **IV.1.6.1 Obtención de las coordenadas del centro de torsión.**

Los pasos a seguir para calcular el centro de torsión e incluirlo al programa **SUPER-ETABS** (tridimensional) según lo especifica el RDF-87, es el siguiente:

- a).- Obtener la distribución de las fuerzas cortantes que toma cada marco que conforma la estructura; esto se obtiene al analizar la estructura en traslación pura en la dirección X y Y, según sea el caso. En la *tabla IV.13*

se muestran los cortantes de cada marco que participan en la dirección X y en la tabla IV.14 cuando el sismo actúa en la dirección Y.

En las tablas IV.15 y IV.16 se muestran las coordenadas correspondientes a los marcos del edificio tanto en la dirección X y Y.

b).- Para la obtención del centro de torsión se emplea la siguiente ecuación:

$$X_{Tr} = \frac{\sum_{i=1}^n (V_{1y,r} - V_{1y,r+1}) X_i}{F_{y,r}}$$

$$Y_{Tr} = \frac{\sum_{i=1}^n (V_{1x,r} - V_{1x,r+1}) Y_i}{F_{x,r}}$$

donde:

$X_{Tr}$  ,  $Y_{Tr}$  : Coordenadas del centro de torsión a nivel de piso.

$V_{1,r}$  : Cortante del elemento resistente i.

$X_i$  ,  $Y_i$  : Coordenadas del elemento resistente i.

$F_{y,r}$  ,  $F_{x,r}$  : Fuerza sísmica que actúa en el piso correspondiente r.

Sustituyendo los valores de las fuerzas, así como las coordenadas de los elementos resistentes, enseguida se presentan algunos de los cálculos llevados a cabo.

Para el último nivel:

Sismo en dirección Y.

$$X_{Tr} = \frac{10.5902(0.0) + 10.6062(800.0) + 14.9273(1600.0) + 3.8946(2012.22) + \dots}{\dots}$$

$$\frac{5.3638(2311.15) + 5.2584(2723.38) + 3022.30(4.3986) + 4.4007(3434.52)}{59.44} =$$

$$= 1603.81 \text{ cm.}$$

Sismo en dirección X.

$$Y_{T8} = \frac{2.9395(1532.84) + 6.0911(1166.42) + 2.9310(732.84) + 16.0738(800.0) + 6.3305(366.42) + 25.0737(0.0)}{59.44} = 486.83 \text{ cm.}$$

Para el nivel 7 :

Sismo en dirección Y.

$$X_{T7} = \frac{(19.7520-10.5902)0.0 + (19.7616-10.6062)800.0 + (24.4993-14.9273)1600.0 + (8.1984-3.8946)2012.22 + (9.4139-5.3638)2311.15 + (9.3489-5.2584)2723.38}{48.60} + (8.5329-4.3986)3022.30 + (8.5330-4.4007)3434.52 = 1614.97 \text{ cm.}$$

Sismo en dirección X.

$$Y_{T7} = \frac{(7.3552-2.9395)1532.84 + (10.5127-6.0911)1166.42 + (7.3573-2.9210)732.84 + (28.2342-16.0738)800.0 + (10.6335-6.3305)366.42 + (43.9474-25.0737)0.0}{48.60} = 544.75 \text{ cm.}$$

Los resultados de los otros pisos se muestran en la tabla IV.17.

Para poder comparar los resultados de los centros de torsión obtenidos con el programa **SUPER-ETABS**, con los del programa **TORSION**, es necesario transformar, por ejemplo, los resultados del programa **SUPER-ETABS** a nivel de entrepiso, lo cual se realiza con la siguiente ecuación:

$$X_T = \frac{X_{Tr+1} F_{r+1} + \sum_{l=1}^n X_{Tr} F_r}{V_{xr}}$$

$$Y_T = \frac{Y_{Tr+1} F_{r+1} + \sum_{l=1}^n Y_{Tr} F_r}{V_{yr}}$$

donde :

$X_T$  ,  $Y_T$  : Son las coordenadas del centro de torsión a nivel de entrepiso.

$X_{Tr}$  ,  $Y_{Tr}$  : Son las coordenadas del centro de torsión a nivel de piso.

$F_{r1}$  : Es la fuerza sísmica que actúa en el piso correspondiente  $r$ .

$V_{xr}$  ,  $V_{yr}$  : Son las fuerzas cortantes que actúan en la estructura en el entrepiso  $r$ .

Para el nivel 8:

Sismo en dirección Y.

$$X_{T8} = \frac{1603.81(59.44)}{59.44} = 1603.81 \text{ cm.}$$

Sismo en dirección X.

$$Y_{T8} = \frac{486.83(59.44)}{59.44} = 486.83 \text{ cm.}$$

Para el nivel 7:

Sismo en dirección Y.

$$X_{T7} = \frac{1603.81(59.44) + 1614.97(48.60)}{108.04} = 1608.83 \text{ cm.}$$

Sismo en dirección X.

$$Y_{T7} = \frac{486.83(59.44) + 544.74(48.60)}{108.04} = 512.88 \text{ cm.}$$

Los resultados de todos los niveles se muestran en la tabla IV.18; también en esta tabla se muestran los resultados obtenidos directamente del programa TORSION. Como se puede observar, los resultados de un programa y otro son prácticamente iguales. Cabe aclarar que al final los resultados de desplazamientos y elementos mecánicos son iguales, como se observará y se notará en las siguientes páginas.

#### IV.1.6.2 Consideraciones de las especificaciones del RDF-87.

Para tomar en cuenta las especificaciones del código en el programa SUPER-ETABS, es necesario realizar algunas modificaciones a los datos de entrada (a nivel de los centros de masa); para el programa TORSION sólo se activa una opción implícita en el mismo programa.

##### IV.1.6.2.1 Cálculo de la excentricidad estática.

La excentricidad estática se calcula con la ecuación :

$$e_c = CM - CT$$

donde :

$e_c$  : Excentricidad estática.

CM : Centro de masa; para la estructura en cuestión el CM de todos los niveles se encuentra en (1710.7 , 575.2 cm), con respecto al sistema global de coordenadas.

CT : Centro de torsión.

Los resultados para cada nivel se encuentran en la tabla IV.19.

##### IV.1.6.2.2 Cálculo de las excentricidades de diseño, según el código.

Para considerar las excentricidades de diseño, según lo especifica el RDF-87, es necesario emplear las siguientes ecuaciones:

$$E_{d1} = 1.5e_{c1} + 0.1b \text{ (sig. e)}$$

$$E_{d2} = e_{c2} - 0.1b \text{ (sig. e)}$$

Los cálculos correspondientes se muestran en la *tabla IV.20.*

#### IV.1.6.2.3 Modificación de los centros de masa.

Para tomar en cuenta la excentricidad de diseño, según las especificaciones del RDF-87, en el programa **SUPER-ETABS** se tiene que modificar la posición del centro de masa en los datos de entrada, de acuerdo con las siguientes expresiones:

$$X_{CM}^{\circ} = X_{CT} + E_{dx}$$

$$Y_{CM}^{\circ} = Y_{CT} + E_{dy}$$

donde:

$X_{CM}^{\circ}$  ,  $Y_{CM}^{\circ}$  : Coordenadas del centro de masa modificado.

$X_{CT}$  ,  $Y_{CT}$  : Coordenadas del centro de torsión.

$E_{dx}$  ,  $E_{dy}$  : Excentricidades de diseño.

Los resultados se presentan en la *tabla IV.21.* Como se puede observar, algunos de los centros de masas se encuentran localizados fuera de los límites de la planta del edificio.

#### IV.1.6.3 Obtención de resultados.

Los resultados de los análisis llevados a cabo con las excentricidades de diseño  $E_{d1}$  y  $E_{d2}$ , ambas direcciones, se muestran a continuación:

##### IV.1.6.3.1 Periodos de vibración.

Los resultados de los periodos obtenidos al tomar en cuenta las excentricidades de diseño se muestran en la *tabla IV.22;* con la

excentricidad de diseño  $E_{s2}$  es más rígida la estructura que con la excentricidad de diseño  $E_{s1}$ .

#### **IV.1.6.3.2 Desplazamientos horizontales máximos totales.**

Los desplazamientos obtenidos con las excentricidades de diseño  $E_{s1}$  y  $E_{s2}$  se muestran en las tablas *IV.23* y *IV.24*; estos resultados son para el sismo en la dirección X. Los resultados para el sismo en la dirección Y se muestran en las tablas *IV.25* y *IV.26*.

En estas mismas tablas se muestran los resultados obtenidos con un análisis dinámico modal espectral, pero sin considerar las excentricidades de diseño; el análisis se realizó en las direcciones X y Y. Se puede observar que los resultados son similares a los obtenidos con la excentricidad de diseño  $E_{s1}$  y hay diferencias con la excentricidad de diseño  $E_{s2}$ .

#### **IV.1.6.3.3 Elementos mecánicos en columnas.**

Los resultados se muestran en las tablas *IV.27* y *IV.28* para las excentricidades de diseño  $E_{s1}$  y  $E_{s2}$ , respectivamente; el sismo actúa en la dirección X. Para la dirección Y los resultados se muestran en las tablas *IV.29* y *IV.30*. En estas mismas tablas se muestran los resultados del análisis dinámico modal espectral, sin incluir las especificaciones del código.

#### **IV.1.6.3.4 Elementos mecánicos en trabes.**

Los resultados se muestran en las tablas *IV.31* y *IV.32* para las excentricidades  $E_{s1}$  y  $E_{s2}$ , actuando el sismo en la dirección X. Los resultados cuando la acción sísmica se presenta en la dirección Y se muestran en las tablas *IV.33* y *IV.34*. En estas mismas tablas se muestran los resultados obtenidos de un análisis dinámico modal espectral sin considerar las excentricidades de diseño.

#### IV.1.6.4 Conclusiones y comentarios.

A continuación se presenta una serie de comentarios obtenidos a raíz de tomar en cuenta los efectos de torsión, mediante las excentricidades de diseño que indica el RDF-87.

- 1.- Las coordenadas del centro de torsión obtenidas con los programas **SUPER-ETABS** (tridimensional) **TORSION** son prácticamente iguales.
- 2.- Los desplazamientos que se obtuvieron con ambos programas son prácticamente iguales, tanto en la dirección X y Y.
- 3.- Con respecto a los periodos podemos comentar que la estructura resulta más rígida con la excentricidad de diseño  $E_{d2}$  y más flexible con la excentricidad de diseño  $E_{d1}$ ; también, se puede observar que la dirección más crítica es la Y.
- 4.- Los elementos mecánicos de trabes y columnas son prácticamente iguales en los dos programas.
- 5.- El uso de uno u otro programa es indiferente.

## **IV.2 EJEMPLO No. 2 EDIFICIO CASO B.**

### **IV.2.1 Idealización de la estructura.**

En la *fig IV.2* se muestra la idealización de la estructura para el programa **SUPER-ETABS**, similar para el programa **TORSION**, pero sin columnas ficticias.

### **IV.2.2 Fuerzas sísmicas.**

Las fuerzas sísmicas según el método estático se muestran en la *tabla IV.35*. De un análisis dinámico modal espectral de traslación pura en dirección X y Y, se obtuvieron las fuerzas dinámicas. En la *tabla IV.36* se muestran las fuerzas dinámicas en la dirección X, que son las más desfavorables.

### **IV.2.3 Periodos de vibración.**

Con el programa **SUPER-ETABS** se obtienen los periodos del edificio considerando que éste tiene tres grados de libertad por nivel y con un grado de libertad por nivel (traslación pura); los resultados se muestran en la *tabla IV.37*. La *tabla IV.38* presenta la participación modal con que contribuye cada componente del edificio (X, Y,  $\theta$ ), considerando los tres grados de libertad.

### **IV.2.4 Deformaciones angulares de entrepiso.**

Las deformaciones angulares de la estructura ante el análisis dinámico se muestran en la *tabla IV.39*; las deformaciones angulares son mayores en los entrepisos 4 y 5. Las deformaciones angulares del análisis sísmico estático son más grandes que las obtenidas por un análisis dinámico. El nivel permisible para este caso puede asociarse al 0.012.

### **IV.2.5 Análisis sísmicos sin considerar excentricidades de diseño.**

Estos análisis se realizaron para fines comparativos de los resultados que proporciona cada programa, pero sin considerar las excentricidades de diseño.

#### **IV.2.5.1 Desplazamientos horizontales máximos totales.**

Los resultados de los desplazamientos de los programas **TORSION** y **SUPER-ETABS** se muestran en las tablas **IV.40** y **IV.41**, que corresponden a la acción sísmica en la dirección **X** y **Y**, respectivamente.

#### **IV.2.5.2 Elementos mecánicos en columnas.**

En las tablas **IV.42** y **IV.43** se muestran los resultados de los elementos mecánicos de varias columnas seleccionadas arbitrariamente, considerando el sismo en la dirección **X** y **Y**, respectivamente, sin incluir las excentricidades de diseño. Las columnas seleccionadas fueron: 1, 6, 7 y 13, para los niveles 1, 3 y 6.

#### **IV.2.5.3 Elementos mecánicos en traves.**

Los resultados se muestran en las tablas **IV.44** y **IV.45**, para el sismo en la dirección **X** y **Y**, respectivamente. En este caso las traves seleccionadas fueron: 1, 7, 11, 13 y 21, para los mismos niveles de las columnas.

#### **IV.2.5.4 Conclusiones y comentarios.**

Con respecto al análisis sin incluir la excentricidad de diseño en los dos programas se puede concluir lo siguiente:

- 1.- Los resultados de los desplazamientos obtenidos por cada programa son idénticos.
- 2.- A nivel de elementos mecánicos de columnas y traves, los resultados con los dos programas son iguales.
- 3.- El uso de cualquiera de los dos programas es indistinto.

#### **IV.2.6 Consideraciones para incluir las especificaciones de torsión según el RDF-87.**

Para tomar en cuenta en el programa **SUPER-ETABS** los efectos de torsión según el RDF-87 se debe realizar algunos "artificios" para conocer la posición del centro de torsión e incluir los efectos del incremento de las excentricidades de diseño.

A continuación se describe la metodología, similar a lo planteado en el caso A, para obtenerlo:

#### IV.2.6.1 Obtención de las coordenadas del centro de torsión.

Los pasos a seguir para calcular las coordenadas del centro de torsión e incluir los efectos de las excentricidades de diseño según lo especifica el RDF-87, son:

a.- Obtención de fuerzas cortantes que toma cada marco que conforma la estructura; esto se realiza mediante un análisis dinámico de traslación pura en la dirección X y Y. En la tabla IV.46 se muestran los cortantes de cada marco cuando el sismo actúa en la dirección X y en la tabla IV.47 cuando el sismo actúa en la dirección Y; las tablas IV.48 y IV.49 muestran las coordenadas X y Y de cada sistema resistente, respectivamente.

b.- Para la obtención del centro de torsión se emplea la siguiente ecuación:

$$X_{Tr} = \frac{\sum_{l=1}^n (V_{ly,r} - V_{ly,r+1}) X_l}{F_{y,r}}$$

$$Y_{Tr} = \frac{\sum_{l=1}^n (V_{lx,r} - V_{lx,r+1}) Y_l}{F_{x,r}}$$

donde:

$X_{Tr}$  ,  $Y_{Tr}$  : Coordenadas del centro de torsión a nivel de piso.

$V_{l,r}$  : Cortante del elemento resistente l.

$X_l$  ,  $Y_l$  : Coordenadas del elemento resistente l.

$F_{y,r}$  ,  $F_{x,r}$  : Fuerza sísmica que actúa en el piso correspondiente r.

Sustituyendo los valores de las fuerzas, así como las coordenadas

de los elementos resistentes, se tiene:

Para el último nivel:

Sismo en dirección Y.

$$X_{T8} = \frac{12.053(3200) + 12.0533(2400) + 12.1389(1600) + 40.4903(800) + 40.5446(0.0)}{117.28} = 1017.32 \text{ cm.}$$

Sismo en dirección X.

$$Y_{T8} = \frac{10.4243(2400) + 10.501(1600) + 48.1530(800) + 48.2016(0.0)}{117.28} = 685.05 \text{ cm.}$$

Para el nivel 7:

Sismo en dirección Y.

$$X_{T7} = \frac{(25.9328 - 12.0530)3200 + (25.9326 - 12.0533)2400 + (25.9816 - 12.1389)1600 + (68.6749 - 40.4903)800 + (68.7078 - 40.5446)0.0}{97.95} = 1249.84 \text{ cm.}$$

Sismo en dirección X.

$$Y_{T7} = \frac{(24.1912 - 10.4243)2400 + (24.2360 - 10.501)1600 + (83.3863 - 48.1530)800 + (83.4165 - 48.2016)800}{97.95} = 849.45 \text{ cm.}$$

Los resultados de los otros pisos se muestran en la tabla IV.50.

Para poder comparar estos resultados con el programa **TORSION** hay que pasarlos a nivel de entrepiso, con lo cual se emplea la siguiente ecuación:

$$X_T = \frac{X_{Tr+1} F_{r+1} + \sum_{l=1}^n X_{Tr} F_r}{V_{xr}}$$

$$Y_T = \frac{Y_{Tr+1} F_{r+1} + \sum_{l=1}^n Y_{Tr} F_r}{V_{yr}}$$

donde :

$X_T, Y_T$  : Son las coordenadas del centro de torsión a nivel de entrepiso.

$X_{Tr}, Y_{Tr}$  : Son las coordenadas del centro de torsión a nivel de piso.

$F_{rl}$  : Es la fuerza sísmica que actúa en el piso correspondiente  $r$ .

$V_{xr}, V_{yr}$  : Son las fuerzas cortantes que actúan en la estructura en el entrepiso  $r$ .

Para el último nivel:

Sismo en dirección Y.

$$X_{T8} = \frac{1017.32(117.28)}{117.28} = 1017.32 \text{ cm.}$$

Sismo en dirección X.

$$Y_{T8} = \frac{685.35(117.28)}{117.28} = 685.05 \text{ cm.}$$

Para el nivel 7:

Sismo en dirección Y.

$$X_{T7} = \frac{1249.84(97.95) + 1017.32(117.28)}{215.23} = 1123.14 \text{ cm.}$$

Sismo en dirección X.

$$Y_{77} = \frac{849.45(97.95) + 685.05(117.28)}{215.23} = 759.86 \text{ cm.}$$

Los resultados totales se muestran en la tabla IV.51; en esta tabla se muestran los resultados obtenidos directamente del programa **TORSION**, para fines comparativos. Se puede apreciar que los resultados obtenidos de un programa y otro son prácticamente iguales.

#### IV.2.6.2 Consideraciones para incluir las especificaciones del RDF-87.

Para tomar en cuenta estas especificaciones en el programa **SUPER-ETABS** es necesario realizar algunas modificaciones a los datos de entrada; para el programa **TORSION** sólo se activa una opción implícita del mismo.

#### IV.2.6.2 Cálculo de la excentricidad estática.

La excentricidad estática se calcula con la ecuación :

$$e_c = CM - CT$$

donde :

$e_c$  : Excentricidad estática.

CM : Centro de masa; para la estructura en cuestión todos los niveles presentan el CM en (1200.0 , 800.0 cm), con respecto al sistema global de ejes de referencia.

CT : Centro de torsión.

Los resultados para cada nivel se encuentran en la tabla IV.52.

#### IV.2.6.2.2 Cálculo de las excentricidades de diseño.

Para considerar las excentricidades de diseño según lo especifica el RDF-87, es necesario emplear las siguientes ecuaciones:

$$Ed_1 = 1.5ec_j + 0.1b \text{ (sig. e)}$$

$$Ed_2 = ec_j - 0.1b \text{ (sig. e)}$$

Los cálculos correspondientes se muestran en la *tabla IV.53*.

#### IV.2.6.2.3 Modificación de los centros de masa.

Como ya se mencionó anteriormente, para tomar en cuenta las excentricidades de diseño hay que modificar la posición del centro de masa en los datos de entrada del programa **SUPER-ETABS**. Esto se realiza de acuerdo con la siguiente expresión:

$$X_{CM}^{\circ} = X_{CT} + Ed_x$$

$$Y_{CM}^{\circ} = Y_{CT} + Ed_y$$

donde:

$X_{CM}^{\circ}$  ,  $Y_{CM}^{\circ}$  : Coordenadas del centro de masa modificado.

$X_{CT}$  ,  $Y_{CT}$  : Coordenadas del centro de torsión.

$Ed_x$  ,  $Ed_y$  : Excentricidades de diseño.

Con las expresiones anteriores se obtienen los resultados que se muestran en la *tabla IV.54*.

#### IV.2.6.3 Obtención de resultados.

Los resultados de los análisis correspondientes con las excentricidades  $Ed_1$  y  $Ed_2$  (ambas direcciones), se muestran a continuación.

##### IV.2.6.3.1 Periodos de vibración.

Los resultados de los periodos obtenidos al tomar en cuenta las excentricidades de diseño se muestran en la *tabla IV.55*; es más rígida la estructura sin considerar el RDF-87, como era de esperarse. El caso de  $Ed_1$  resulta ser el más flexible.

#### **IV.2.6.3.2 Desplazamientos horizontales máximos totales.**

Los desplazamientos se muestran en las tablas *IV.56* y *IV.57*, para el sismo en dirección X, con las excentricidades de diseño  $E_{d1}$  y  $E_{d2}$ , respectivamente; cuando el sismo actúa en la dirección Y, los resultados se muestran en las tablas *IV.58* y *IV.59*. Para fines comparativos se presentan los desplazamientos de un análisis dinámico modal espectral sin incluir el código; esto es, sólo los efectos de las inercias rotacionales.

#### **IV.2.6.3.3 Elementos mecánicos en columnas.**

En la tabla *IV.60* se presentan los resultados para el caso de la excentricidad de diseño  $E_{d1}$ , y en la tabla *IV.61* cuando la excentricidad de diseño es  $E_{d2}$ , y para el sismo actuando en la dirección X. Cuando el sismo se presenta en la dirección Y los resultados se muestran en las tablas *IV.62* y *IV.63*, para las excentricidades  $E_{d1}$  y  $E_{d2}$ , respectivamente.

#### **IV.2.6.3.4 Elementos mecánicos en trabes.**

Los resultados se muestran en las tablas *IV.64* y *IV.65* para las excentricidades  $E_{d1}$  y  $E_{d2}$ , y considerando que el sismo actúa en la dirección X. Cuando el sismo actúa en la dirección Y, los resultados se muestran en las tablas *IV.66* y *IV.67*, para las excentricidades  $E_{d1}$  y  $E_{d2}$ , respectivamente.

#### **IV.2.6.4 Conclusiones y comentarios.**

A continuación se presentan algunos comentarios obtenidos a raíz de tomar en cuenta las excentricidades de diseño según lo especifica el RDF-87.

1.- La obtención de las coordenadas del centro de torsión con los programas **SUPER-ETABS** y **TORSION** son prácticamente iguales.

2.- Los desplazamientos obtenidos del programa **SUPER-ETABS** son prácticamente iguales a los calculados con el programa **TORSION**.

3.- Los periodos de la estructura cuando no se considera la excentricidad de diseño resultan más pequeños que cuando se considera la excentricidad de diseño; es más flexible con la excentricidad de diseño  $E_{d1}$  que con la excentricidad de diseño  $E_{d2}$ .

4.- Con respecto a elementos mecánicos de trabes y columnas, se consideran prácticamente iguales.

### **IV.3 EJEMPLO No. 3 EDIFICIO CASO C.**

#### **IV.3.1 Idealización de la estructura.**

La idealización de la estructura se muestra en la *fig IV.3*; se trata de una estructura de plantas de forma trapezoidal. Este edificio tiene muros de concreto los cuales se idealizaron como columnas anchas tomando en cuenta el trabajo de conjunto de patines y muros.

#### **IV.3.2 Fuerzas sísmicas.**

Las fuerzas sísmicas obtenidas con el método estático se muestran en la *tabla IV.68*. De un análisis dinámico modal espectral de traslación pura en las direcciones X y Y se obtuvieron las fuerzas dinámicas que se muestran en la *tabla IV.69*, siendo éstas las fuerzas utilizadas en este ejemplo.

#### **IV.3.3 Periodos de vibración.**

Los periodos de vibración de la estructura se muestran en la *tabla IV.70*. En esta tabla se observan los periodos obtenidos con tres grados de libertad (esto es, dos de traslación y uno de rotación, por piso) y con un grado de libertad (esto es, sólo de traslación pura). En la *tabla IV.71* se muestra la participación, en cada una de las tres direcciones (X , Y ,  $\theta$ ).

#### **IV.3.4 Deformaciones angulares de entrepiso.**

La *tabla IV.72* muestra las deformaciones angulares para la acción sísmica en la dirección X, con las fuerzas estáticas y las fuerzas dinámicas. En la *tabla IV.73* se muestran los resultados para el sismo en la dirección Y; se observa que los valores de las deformaciones angulares se encuentran dentro del nivel permitido por el RDF-87 de 0.006.

#### **IV.3.5 Análisis sísmico sin considerar excentricidades de diseño.**

Estos análisis se realizaron para fines de observar y comparar los resultados que proporciona cada programa sin considerar los efectos de torsión, según lo especifica el RDF-87.

#### **IV.3.5.1 Desplazamientos horizontales máximos totales.**

Los resultados obtenidos con los programas **SUPER-ETABS** y **TORSION** se muestran en las tablas *IV.74* y *IV.75*, que corresponden a los análisis en la dirección X y Y, respectivamente. Como se puede observar los resultados son prácticamente iguales. En este análisis se considera que cada nivel tiene tres grados de libertad. Con las fuerzas sísmicas de un análisis dinámico modal espectral con el programa **SUPER-ETABS**, se realiza un análisis estático con el programa de **TORSION**, y los resultados a nivel de desplazamientos son los que se muestran en estas tablas.

#### **IV.3.5.2 Elementos mecánicos en columnas.**

Los resultados se muestran en las tablas *IV.76* y *IV.77* para el sismo actuando en las direcciones X y Y, respectivamente. Las columnas seleccionadas para la dirección X son: 2, 4, 6 y 11; y para la dirección Y son: 2, 4, 6, y 10. Los niveles fueron: 2, 5 y 8.

#### **IV.3.5.3 Elementos mecánicos en trabes.**

Los resultados se muestran en las tablas *IV.78* y *IV.79* para el sismo actuando en las direcciones X y Y, respectivamente. Las trabes seleccionadas para la dirección X son: 4, 7, 12, 14 y 15; y para la dirección Y son: 1, 4, 11, 12 y 15. Se consideran los mismos niveles seleccionados para las columnas.

#### **IV.3.5.4 Conclusiones y comentarios.**

Con respecto a los análisis, sin incluir las excentricidades de diseño según el código en los dos programas, se puede concluir lo siguiente:

1.- Se observa, a nivel de los periodos y de los factores de participación modal, que la dirección más crítica es la "Y", como era de esperarse, debido a la ubicación de los muros de concreto.

2.- Las deformaciones angulares de entrepiso presentan valores ligeramente superiores al límite de 0.006 en la dirección X, y menores en la dirección Y.

3.- Los desplazamientos obtenidos con cada uno de los programas son prácticamente iguales.

4.- Los elementos mecánicos de columnas y trabes calculados con ambos programas se consideran, para fines prácticos, iguales; las diferencias que existen no son apreciables.

5.- El programa **SUPER-ETABS** y **TORSION** dan resultados prácticamente iguales, por lo que el usar uno u otro programa es indistinto.

#### **IV.3.6 Consideraciones para incluir las especificaciones de torsión, según el RDF-87.**

Para incluir los efectos de torsión en el programa **SUPER-ETABS** es necesario realizar algunos "artificios", por lo que a continuación se describe la metodología empleada.

##### **IV.3.6.1 Obtención de las coordenadas del centro de torsión.**

Los pasos a seguir para calcular las coordenadas del centro de torsión e incluir los efectos al programa **SUPER-ETABS** mediante las excentricidades de diseño, según lo especifica el RDF-87, son:

a.- Obtención de fuerzas cortantes que toma cada marco mediante un análisis de traslación pura. En las *tablas IV.80* y *IV.81* se muestran las fuerzas cortantes de cada entrepiso en las direcciones X y Y de los sistemas resistentes del edificio en estudio. Las *tablas IV.82* y *IV.83* muestran las coordenadas correspondientes a los marcos del edificio, en la dirección X y Y, respectivamente, con respecto al sistema global de ejes de referencia.

b.- Para la obtención de las coordenadas del centro de torsión se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$X_{Tr} = \frac{\sum_{i=1}^n (V_{iy,r} - V_{iy,r+1}) X_i}{F_{y,r}}$$

$$Y_{Tr} = \frac{\sum_{i=1}^n (V_{ix,r} - V_{ix,r+1}) Y_i}{F_{x,r}}$$

donde:

$X_{Tr}$  ,  $Y_{Tr}$  : Coordenadas del centro de torsión a nivel de piso.

$V_{i,r}$  : Cortante del elemento resistente  $i$ .

$X_i$  ,  $Y_i$  : Coordenadas del elemento resistente  $i$ .

$F_{y,r}$  ,  $F_{x,r}$  : Fuerza sísmica que actúa en el piso correspondiente  $r$ .

Sustituyendo los valores de las fuerzas cortantes obtenidas, así como las coordenadas de los elementos resistentes, se tiene:

Para el último nivel:

Sismo en dirección Y.

$$X_{T10} = \frac{65.1757(0.0) + 5.7401(800) + 3.2817(1600) + 0.4525(2400)}{74.65} = 146.4 \text{ cm.}$$

Sismo en dirección X.

$$Y_{T10} = \frac{7.7297(1600) + 29.4258(800) + 37.4945(0.0)}{74.65} = 481.02 \text{ cm.}$$

Para el nivel 9:

Sismo en dirección Y.

$$X_{T9} = \frac{(136.1706-65.1757)0.0 + (4.2424-5.7401)800 + (2.4137-3.2817)1600 + (0.3434-0.4525)2400}{68.52} = -41.57 \text{ cm.}$$

Sismo en dirección X.

$$Y_{T9} = \frac{(21.8623-7.7297)1600 + (51.313-29.4258)800 + (69.9949-37.4945)0.0}{68.53} =$$

$$= 585.55 \text{ cm.}$$

Los resultados de los otros pisos se muestran en la *tabla IV.84*.

Para poder comparar estos resultados con los obtenidos con el programa **TORSION**, es necesario transformarlos a nivel de entrepiso, para lo cual se emplean las siguientes ecuaciones:

$$X_T = \frac{X_{Tr+1} F_{r+1} + \sum_{l=1}^n X_{Tr} F_r}{V_{xr}}$$

$$Y_T = \frac{Y_{Tr+1} F_{r+1} + \sum_{l=1}^n Y_{Tr} F_r}{V_{yr}}$$

donde :

$X_T, Y_T$  : Son las coordenadas del centro de torsión a nivel de entrepiso.

$X_{Tr}, Y_{Tr}$  : Son las coordenadas del centro de torsión a nivel de piso.

$F_{rl}$  : Es la fuerza sísmica que actúa en el piso correspondiente  $r$ .

$V_{xr}, V_{yr}$  : Son las fuerzas cortantes que actúan en la estructura en el entrepiso  $r$ .

Para el último nivel:

Sismo en dirección Y.

$$X_{T10} = \frac{146.40(74.65)}{74.65} = 146.40 \text{ cm.}$$

Sismo en dirección X.

$$Y_{T10} = \frac{481.02(74.65)}{74.65} = 481.02 \text{ cm.}$$

Para el nivel 9:

Sismo en dirección Y.

$$X_{T9} = \frac{146.40(74.65) + (-41.57)(68.52)}{143.17} = 56.40 \text{ cm.}$$

Sismo en dirección X.

$$Y_{T9} = \frac{585.60(68.52) + 481.02(74.65)}{143.17} = 531.00 \text{ cm.}$$

Los resultados para los otros entrepisos se muestran en la tabla IV.85. En esta misma tabla, para fines comparativos, se muestran los resultados obtenidos directamente del programa TORSION; se puede observar que existen diferencias mínimas, las cuales no influyen al comparar los resultados de desplazamientos y elementos mecánicos de trabes y columnas, resultando ser prácticamente iguales.

#### IV.3.6.2 Consideraciones para incluir las excentricidades de diseño del RDF-87.

A continuación se explica los pasos a seguir para tomar en cuenta las excentricidades de diseño del RDF-87 en el programa SUPER-ETABS. Los pasos consisten en modificar los datos de entrada de los centros de masas, mientras que para el programa TORSION sólo se activa una opción implícita en el programa.

##### IV.3.6.2.1 Cálculo de la excentricidad estática.

La excentricidad estática se calcula con la ecuación :

$$e_c = CM - CT$$

donde :

$e_c$  : Excentricidad estática.

CM : Centro de masa; para la estructura en cuestión el CM de todos los niveles se encuentra en (739.0 , 686.0 cm), con respecto al sistema global de coordenadas.

CT : Centro de torsión.

La tabla IV.86 muestra los resultados de las excentricidades estáticas para cada nivel.

#### IV.3.6.2.2 Cálculo de las excentricidades de diseño, según el código.

Para considerar las excentricidades de diseño, según lo especifica el RDF-87, es necesario emplear las siguientes ecuaciones:

$$E_{d1} = 1.5e_{cj} + 0.1b \text{ (sig. e)}$$

$$E_{d2} = e_{cj} - 0.1b \text{ (sig. e)}$$

La tabla IV.87 muestra los resultados de las excentricidades de diseño obtenidas para cuando el sismo actúa en la dirección X y Y, respectivamente.

#### IV.3.6.2.3 Modificación de los centros de masa.

Para la modificación de los centros de masa, en el programa SUPER-ETABS, se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$X_{CM}^{\circ} = X_{CT} + E_{dx}$$

$$Y_{CM}^{\circ} = Y_{CT} + E_{dy}$$

donde:

$X_{CM}^{\circ}$  ,  $Y_{CM}^{\circ}$  : Coordenadas del centro de masa modificado.

$X_{CT}$  ,  $Y_{CT}$  : Coordenadas del centro de torsión.

$E_{dx}$  ,  $E_{dy}$  : Excentricidades de diseño.

Realizando las operaciones pertinentes se obtienen los resultados de la tabla IV.88, para las opciones E<sub>d1</sub> y E<sub>d2</sub>.

#### **IV.3.6.3 Obtención de resultados.**

Los resultados de los análisis correspondientes con las excentricidades E<sub>d1</sub> y E<sub>d2</sub>, ambas direcciones, se muestran a continuación.

##### **IV.3.6.3.1 Periodos de vibración.**

Los resultados de los periodos de la estructura al tomar en cuenta las excentricidades de diseño se muestran en la tabla IV.89; se puede observar que la estructura resulta más flexible con la excentricidad de diseño E<sub>d1</sub> que con la excentricidad de diseño E<sub>d2</sub>. Nótese el considerable incremento del periodo con E<sub>d1</sub>, con respecto al caso sin considerar el código; lo anterior sólo se observa para la dirección Y, como era de esperarse.

##### **IV.3.6.3.2 Desplazamientos horizontales máximos totales.**

Los resultados de los desplazamientos con las excentricidades de diseño E<sub>d1</sub> y E<sub>d2</sub>, para cuando el sismo actúa en la dirección X, se muestran en las tablas IV.90 y IV.91; se muestran también los resultados obtenidos directamente del programa TORSION, así como los resultados obtenidos del análisis dinámico modal espectral realizado con el programa SUPER-ETABS. En las tablas IV.92 y IV.93 se muestran los resultados obtenidos cuando el sismo actúa en la dirección Y.

##### **IV.3.6.3.3 Elementos mecánicos en columnas.**

Las tablas IV.94 y IV.95 presentan los resultados obtenidos con el programa SUPER-ETABS, con las excentricidades de diseño E<sub>d1</sub> y E<sub>d2</sub>, actuando la acción sísmica en la dirección X. En esta misma tabla se muestran los resultados del programa TORSION, así como también los resultados de un análisis dinámico modal espectral. En las tablas IV.96 y IV.97 se muestran los resultados obtenidos en la dirección Y.

#### IV.3.6.3.4 Elementos mecánicos en trabes.

Los resultados se muestran en las tablas IV.98 y IV.99 para las excentricidades  $E_{d1}$  y  $E_{d2}$ , considerando que el sismo actúa en la dirección X. Cuando el sismo actúa en la dirección Y los resultados se muestran en las tablas IV.100 y IV.101 para las excentricidades  $E_{d1}$  y  $E_{d2}$ , respectivamente. En estas mismas tablas se muestran los resultados obtenidos directamente del programa TORSION, así como los resultados de un análisis dinámico modal espectral realizado con el programa SUPER-ETABS.

#### IV.3.6.4 Conclusiones y comentarios.

A continuación se presentan los comentarios vistos al tomar en cuenta las excentricidades de diseño según lo especifica el RDF-87.

1.- En la obtención de las coordenadas de los centros de torsión se observa que los valores de un programa a otro difieren relativamente poco; esto puede deberse a la forma en que cada programa resuelve la estructura, pero al final los resultados de los desplazamientos y elementos mecánicos de columnas y trabes son prácticamente iguales.

2.- Como ya se mencionó, la estructura es más flexible con la excentricidad de diseño  $E_{d2}$  que con la excentricidad de diseño  $E_{d1}$ , siendo la componente Y la más crítica.

3.- Los desplazamientos obtenidos con el programa SUPER-ETABS son prácticamente iguales a los del programa TORSION; si acaso se observa que en la dirección X, con la excentricidad de diseño  $E_{d1}$ , existe un poco más de diferencia.

4.- Los elementos mecánicos de columnas y trabes son prácticamente iguales.

5.- Así, se puede decir que el uso de cualquier programa de computadora es indistinto.

#### **IV.4 EJEMPLO No. 4 EDIFICIO VARSOVIA.**

En este ejemplo se procederá directamente a emplear la metodología propuesta para tomar en cuenta los efectos de torsión; para ello, sólo se utilizará el programa SUPER-ETABS. A continuación se describen las observaciones y resultados obtenidos.

##### **IV.4.1 Idealización de la estructura.**

Como ya se ha mencionado el edificio está formado por 11 niveles, un cuarto de maquinas y un sótano. En la *fig IV.4* se muestra la idealización en planta del edificio para su modelación.

##### **IV.4.2 Fuerzas sísmicas.**

Las fuerzas sísmicas obtenidas con el método estático se muestran en la *tabla IV.102*. Del análisis dinámico modal espectral de traslación pura en las direcciones X y Y, se obtienen las fuerzas dinámicas, que se muestran en las *tablas IV.103* y *IV.103-a*, para las direcciones X y Y, respectivamente.

##### **IV.4.3 Periodos de vibración.**

Los periodos de vibración de la estructura, sin modificar los centros de masa originalmente obtenidos, se presentan en la *tabla IV.104*. En esta tabla se observan los periodos obtenidos con la opción de considerar tres grados de libertad por nivel y con un grado de libertad (traslación únicamente). En la *tabla IV.105* se muestra la participación modal que toma cada componente de la estructura (X, Y,  $\theta$ ).

##### **IV.4.4 Deformaciones angulares de entrepiso.**

La *tabla IV.106* presenta las deformaciones angulares para cuando el sismo actúa en la dirección X y Y, respectivamente; se puede observar que la dirección más flexible es en Y.

#### IV.4.5 Consideraciones para poder incluir las especificaciones de torsión, según el RDF-87.

A continuación se describe la metodología para tomar en cuenta los efectos de torsión en el programa SUPER-ETABS.

##### IV.IV.5.1 Obtención de las coordenadas del centro de torsión.

Los pasos para calcular las coordenadas del centro de torsión e incluirlos en el programa, son los siguientes:

a.- Obtención de fuerzas cortantes que toma cada sistema resistente (marco) mediante un análisis dinámico modal espectral de traslación pura. Las tablas IV.107 y IV.108 muestran las fuerzas cortantes de entrepiso para las direcciones X y Y, respectivamente; las tablas IV.109 y IV.110 presentan las coordenadas correspondientes a los marcos del edificio en las direcciones X y Y, respectivamente.

b.- En la obtención del centro de torsión se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$X_{Tr} = \frac{\sum_{i=1}^n (V_{iy,r} - V_{iy,r+1}) X_i}{F_{y,r}}$$

$$Y_{Tr} = \frac{\sum_{i=1}^n (V_{ix,r} - V_{ix,r+1}) Y_i}{F_{x,r}}$$

donde:

$X_{Tr}$  ,  $Y_{Tr}$  : Coordenadas del centro de torsión a nivel de piso.

$V_{i,r}$  : Cortante del elemento resistente i.

$X_i$  ,  $Y_i$  : Coordenadas del elemento resistente i.

$F_{y,r}$  ,  $F_{x,r}$  : Fuerza sísmica que actúa en el piso correspondiente r.

Sustituyendo los valores de las fuerzas obtenidas, así como las coordenadas de los elementos resistentes, se tiene:

Para el último nivel (nivel C.Ma.):

Sismo en dirección Y.

$$X_{TCMa.} = \frac{3.42(380.0) + 3.27(930.0)}{6.69} = 648.83 \text{ cm.}$$

Sismo en dirección X.

$$Y_{TCMa.} = \frac{0.57(800.0) + 6.22(1250.0)}{6.79} = 1212.22 \text{ cm.}$$

Para el nivel 11:

Sismo en dirección Y.

$$X_{T11} = \frac{(29.86-0.0)0.0 + (5.02-3.42)380.0 + 3.62(640.0) + (7.39-3.27)930.0}{74.83} + \frac{0.81(1290.0) + 0.81(1910.0)}{74.83} = 653.62 \text{ cm.}$$

Sismo en dirección X.

$$Y_{T11} = \frac{15.80(0.0) + 0.03(420.0) + 0.97(620.0) + (18.08-0.57)800.0 + 2.13(940.0) + 2.43(1040.0) + (9.09-6.22)1250.0}{41.78} = 544.25 \text{ cm.}$$

Los resultados de los otros pisos se muestran en la tabla IV.111; en la tabla IV.112 se muestran los resultados a nivel de entrepiso.

Los resultados a nivel de piso se obtuvieron con las siguientes expresiones:

$$X_T = \frac{X_{Tr+1} F_{r+1} + \sum_{i=1}^n X_{Tr} F_r}{V_{xr}}$$

$$Y_T = \frac{Y_{Tr+1} F_{r+1} + \sum_{i=1}^n Y_{Tr} F_r}{V_{yr}}$$

donde :

$X_T, Y_T$  : Son las coordenadas del centro de torsión a nivel de entrepiso.

$X_{Tr}, Y_{Tr}$  : Son las coordenadas del centro de torsión a nivel de piso.

$F_{r1}$  : Es la fuerza sísmica que actúa en el piso correspondiente r.

$V_{xr}, V_{yr}$  : Son las fuerzas cortantes que actúan en la estructura en el entrepiso r.

Para el último nivel (Nivel C.Ma.):

Sismo en dirección Y.

$$X_{TCMa.} = \frac{648.83(6.69)}{6.69} = 648.83 \text{ cm.}$$

Sismo en dirección X.

$$Y_{TCMa.} = \frac{1212.22(6.79)}{6.79} = 1212.22 \text{ cm.}$$

Para el nivel 11:

Sismo en dirección Y.

$$X_{T11} = \frac{648.83(6.69) + 229.18(40.79)}{47.47} = 288.37 \text{ cm.}$$

Sismo en dirección X.

$$Y_{T11} = \frac{1212.22(6.79) + 544.25(41.78)}{48.58} = 637.50 \text{ cm.}$$

#### IV.4.5.2 Aplicación de las especificaciones del RDF-87.

Los pasos para modificar los datos de entrada en el programa SUPER-ETABS, específicamente los centros de masa, son los siguientes.

##### IV.4.5.2.1 Cálculo de la excentricidad estática.

Las excentricidades estáticas se calculan con la siguiente ecuación:

$$e_c = CM - CT$$

donde :

$e_c$  : Excentricidad estática.

CM : Centro de masa; para la estructura en cuestión se encuentra en (275.0 , 225.0 cm) en C.Ma. y en (955.0 , 625.0 cm) en los otros niveles, con respecto al sistema global de coordenadas.

CT : Centro de torsión.

La tabla IV.113 muestra los resultados de las excentricidades estáticas para cada nivel.

##### IV.4.5.2.2 Cálculo de las excentricidades de diseño según el código.

El RDF-87 especifica para el cálculo de las excentricidades de diseño las siguientes ecuaciones:

$$Ed1 = 1.5e_{cj} + 0.1b \text{ (sig. } e)$$

$$Ed2 = e_{cj} - 0.1b \text{ (sig. } e)$$

La tabla IV.104 muestra las excentricidades de diseño obtenidas cuando el sismo actúa en la dirección X y Y, respectivamente.

##### IV.4.5.2.3 Modificaciones del centro de masa.

Para la modificación del centro de masa de cada nivel en el programa SUPER-ETABS, es necesario emplear las siguientes ecuaciones:

$$X_{CH}^{\circ} = X_{CT} + Edx$$

$$Y_{CH}^{\circ} = Y_{CT} + Edy$$

donde:

$X_{CH}^{\circ}$  ,  $Y_{CH}^{\circ}$  : Coordenadas del centro de masa modificado.

$X_{CT}$  ,  $Y_{CT}$  : Coordenadas del centro de torsión.

$Edx$  ,  $Edy$  : Excentricidades de diseño.

La tabla IV.105 muestra los centros de masas modificadas para las excentricidades de diseño  $Ea_1$  y  $Ea_2$ .

#### IV.4.5.3 Obtención de resultados.

Los resultados de los análisis correspondientes, obtenidos con las excentricidades de diseño  $Ea_1$  y  $Ea_2$ , se muestran a continuación.

##### IV.4.5.3.1 Periodos de vibración.

La tabla IV.116 sólo presenta los resultados obtenidos al tomar en cuenta la excentricidad de diseño  $Ea_1$ , siendo ésta la más desfavorable; la estructura es más flexible con la excentricidad de diseño  $Ea_1$ .

##### IV.4.5.3.2 Desplazamientos horizontales máximos totales.

Las tablas IV.117 y IV.118 muestran los desplazamientos con las excentricidades de diseño  $Ea_1$  y  $Ea_2$ , actuando el sismo en dirección X; en esta misma tabla se muestran los resultados obtenidos con un análisis dinámico modal espectral, considerando los tres grados de libertad por piso con la participación de la inercia rotacional, pero sin incluir las excentricidades de diseño. Las tablas IV.119 y IV.120 muestran los resultados en la dirección Y.

#### **IV.4.5.3.3 Elementos mecánicos en columnas.**

Las tablas IV.121 y IV.122 muestran los resultados con las excentricidades de diseño  $E_{d1}$  y  $E_{d2}$ , en la dirección X; en esta misma tabla se tienen los resultados de un análisis dinámico modal espectral, sin incluir el código. Las tablas IV.123 y IV.124 presentan los resultados obtenidos del análisis en la dirección Y. Los niveles elegidos son: 2, 6, 9, 11 y C.Ma.; y las columnas: 1, 6, 24, 54 y 58 para los niveles 2, 6, 9 y 11, y para el C.Ma. las columnas 16, 19, 32 y 33.

#### **IV.4.5.3.4 Elementos mecánicos en trabes.**

Los resultados se muestran en las tablas IV.125 y IV.126, actuando el sismo en la dirección X y con las excentricidades  $E_{d1}$  y  $E_{d2}$ . Cuando el sismo actúa en la dirección Y, los resultados se presentan en las tablas IV.127 y IV.128. En las mismas tablas se muestran los resultados obtenidos de un análisis dinámico modal espectral. Los niveles elegidos son los mismos que en columnas; las trabes seleccionadas son: 3, 16, 22, 32, 48 y 77, para los niveles 2, 6, 9 y 11, y para el C.Ma. las trabes 8, 11, 18, 67 y 76.

#### **IV.4.5.3.5 Conclusiones y comentarios.**

En los siguientes renglones se presentan algunas observaciones obtenidas al tomar en cuenta las especificaciones del RDF-87.

- 1.- La estructura resulta más rígida en la dirección X (ver periodos). Al incluir los efectos de la torsión según el código, la dirección Y resulta aún más flexible, como era de esperarse.
- 2.- Las deformaciones angulares de entrepiso se pueden asociar al 0.012, valor permitido por el RDF-87.
- 3.- Se observa que algunos de los valores de las excentricidades calculadas se encuentran fuera de la estructura; esto es, los centros de torsión caen fuera de las plantas, lo cual indica que se trata de un caso en que las torsiones son muy críticas.

4.- Los desplazamientos obtenidos con la excentricidad de diseño  $E_{d2}$  son mayores a los obtenidos con la excentricidad de diseño  $E_{d1}$ . Nótese, sin embargo la importante participación de los efectos de la torsión.

5.- Con respecto a los resultados de los elementos mecánicos obtenidos con las excentricidades de diseño  $E_{d1}$  y  $E_{d2}$  se puede observar que la columna 24 es la más desfavorable; comparando los resultados obtenidos con  $E_{d2}$ , éstos resultan mayores, con respecto a la excentricidad de diseño  $E_{d1}$ .

6.- En los elementos mecánicos de trabes se puede observar que la trabe 48 es la más desfavorable, y la excentricidad de diseño  $E_{d1}$  es la más crítica.

## V. ANALISIS Y COMPARACION DE RESPUESTAS.

En este capítulo se resumen los resultados y los comentarios presentados en el capítulo IV. Se comparan los resultados de desplazamientos obtenidos al incluir los efectos de las excentricidades de diseño, con traslación pura y con el análisis dinámico modal espectral (se toman en cuenta tres grados de libertad por nivel, actuando la inercia rotacional a nivel de la masa); por último se comparan los resultados de elementos mecánicos de traveses y columnas.

### V.1 EJEMPLO No. 1 EDIFICIO CASO A.

Con los resultados de los análisis dinámicos modales espectrales del edificio (esto es, sin código, pero activando la masa rotacional), realizados con el programa SUPER-ETABS, y con las respuestas obtenidas aplicando las especificaciones del código para incluir las excentricidades de diseño, se hacen las siguientes comparaciones, a saber:

#### V.1.1 Desplazamientos horizontales máximos totales.

Los resultados de los desplazamientos con ambos criterios son parecidos; esto es, los valores del análisis dinámico (sin código) no están lejos de los resultados obtenidos al aplicar el código con las excentricidades de diseño.

Las *figs V.1 y V.2* muestran las deformadas de los niveles 2, 5, y 8 con y sin las excentricidades de diseño y activando la masa rotacional, para el sismo actuando en X y Y respectivamente. En las *tablas V.1 a V.1.4* se presentan los valores de los desplazamientos de las esquinas 1, 2, 3, 6, 7 y 8 (ver *fig IV.1*) para las condiciones de análisis: traslación pura, con excentricidad de diseño  $E_{d1}$ , con excentricidad de diseño  $E_{d2}$ , y por último

el dinámico modal espectral, actuando el sismo en la dirección X. Los resultados cuando el sismo se presenta en la dirección Y se muestran en las tablas V.5 a V.8.

#### V.1.2. Elementos mecánicos de columnas.

Los resultados se muestran en las tablas correspondientes del capítulo IV para las direcciones X y Y, respectivamente; se observa que los resultados con ambos criterios son similares.

#### V.1.3. Elementos mecánicos de trabes.

Los elementos mecánicos de trabes se muestran en el capítulo IV, para el sismo en la dirección X y Y, respectivamente; también, los resultados son similares.

#### V.1.4. Conclusiones y comentarios.

1.- Se observa y verifica que la estructura es más flexible en la dirección Y (ver *figs V.1 y V.2*).

2.- Se observa que los desplazamientos en traslación pura, sismo en X, son ligeramente mayores que los correspondientes al tomar en cuenta las excentricidades de diseño y al activar la masa rotacional. Se nota que la condición para la excentricidad de diseño  $E_{d1}$  resulta ligeramente más desfavorable los desplazamientos, con respecto a los obtenidos con la excentricidad de diseño  $E_{d2}$ .

Para el sismo en Y (*fig V.2*), se observa que los desplazamientos de traslación pura no son más desfavorables que los obtenidos al aplicar las excentricidades de diseño; los desplazamientos calculados con la excentricidad de diseño  $E_{d1}$  son ligeramente mayores que los obtenidos con la excentricidad de diseño  $E_{d2}$ .

3.- Los desplazamientos determinados al aplicar el análisis dinámico modal espectral (esto es, se activa la masa rotacional,  $m_r$ ) son similares a los desplazamientos obtenidos con las excentricidades de diseño  $E_{d1}$  y  $E_{d2}$ ; al menos para este caso, resulta ser casi un promedio de los valores

calculados al aplicar las dos excentricidades de diseño, tal vez con tendencias a aproximarse más a la excentricidad de diseño  $E_{d1}$ .

4.- Los resultados de elementos mecánicos de columnas obtenidos al realizar el análisis dinámico modal espectral (activando  $m_r$ ) tienden a ser más parecidos a los resultados con la excentricidad de diseño  $E_{d1}$ .

5.- Con respecto a los resultados de elementos mecánicos de trabes se puede observar que también tienden a ser más parecidos a los resultados obtenidos con la excentricidad de diseño  $E_{d1}$ .

6.- Así, podemos concluir que al realizar un análisis dinámico modal espectral, los resultados obtenidos no son tan malos en comparación a los calculados utilizando las especificaciones que marca el RDF-87, con respecto a los efectos de torsión; cabe aclarar, sin embargo, que los valores del análisis dinámico tienden a ser menores.

## **V.2 EJEMPLO No. 2 EDIFICIO CASO B.**

Haciendo el mismo tipo de análisis del caso A, para el caso B se tienen las siguientes comparaciones:

### **V.2.1 Desplazamientos horizontales máximos totales.**

La *fig V.3* muestra las deformadas de los pisos 2, 5 y 8 para cuando el sismo se presenta en la dirección X; en la *fig V.4* se observan las deformadas para cuando el sismo se presenta en la dirección Y. Se presentan los resultados para los diferentes análisis llevados a cabo.

En las *tablas V.9 a V.12* se muestran los desplazamientos de las esquinas 1, 2, 8, 15, 16 y B (ver *fig IV.2*) para los diferentes análisis llevados a cabo, esto es: traslación pura, excentricidad de diseño  $E_{d1}$ , excentricidad de diseño  $E_{d2}$  y por último el análisis dinámico modal espectral (activando  $m_r$ ), para cuando el sismo actúa en la dirección X. Para cuando el sismo se presenta en la dirección Y los resultados se muestran en las *tablas V.13 a V.16*.

### **V.2.2 Elementos mecánicos de columnas.**

Los elementos mecánicos de columnas se muestran en las *tablas del*

capítulo IV, para el sismo en la dirección X y Y, respectivamente. En general los resultados con ambos criterios no son totalmente diferentes; si acaso los correspondientes al análisis dinámico resultan ligeramente por abajo.

#### **V.2.3 Elementos mecánicos de traves.**

Los elementos mecánicos de traves se muestran en las tablas del capítulo IV, para el sismo en la dirección X y Y, respectivamente. La tendencia de comportamiento entre las diferencias con ambos criterios, es similar a lo observado en columnas.

#### **V.2.4 Conclusiones y comentarios.**

1.- Los desplazamientos son más críticos cuando el sismo se presenta en la dirección Y (ver *figs V.3 y V.4*).

2.- Cuando se realiza el análisis dinámico modal espectral, sismo en X, los resultados de los desplazamientos no están muy alejados de los resultados obtenidos con las excentricidades de diseño  $E_{d1}$  y  $E_{d2}$ ; esto es, los resultados con el análisis dinámico son aproximadamente un promedio de los desplazamientos obtenidos con las excentricidades  $E_{d1}$  y  $E_{d2}$ .

Al comparar los desplazamientos calculados con las dos excentricidades de diseño ( $E_{d1}$  y  $E_{d2}$ ), se observa que los desplazamientos más críticos se presentan con la excentricidad de diseño  $E_{d1}$ .

3.- Con respecto a los desplazamientos del análisis en la dirección Y (*fig V.4*), se puede observar lo siguiente:

a.- Los desplazamientos obtenidos al realizar el análisis dinámico modal espectral (activando  $m_r$ ) siguen la misma tendencia que los desplazamientos obtenidos con la excentricidad de diseño  $E_{d1}$ .

b.- Al comparar los desplazamientos calculados con las dos excentricidades de diseño se puede observar que los desplazamientos con la excentricidad de diseño  $E_{d1}$ , resultan mayores.

4.- Los elementos mecánicos de columnas del análisis dinámico modal espectral, sismo en dirección X, tienden a ser más parecidos a los resultados obtenidos con la excentricidad de diseño  $E_{d1}$ . Por lo que

respecta a los resultados en la dirección Y, el patrón de comportamiento y las diferencias son similares, para los valores obtenidos cuando el sismo actúa en la dirección X.

5.- Los resultados de los elementos mecánicos de trabes al realizar un análisis dinámico modal espectral (activando  $m_r$ ), en dirección X son muy parecidos a los resultados obtenidos con la excentricidad de diseño  $E_{at}$ ; sucede lo mismo para la dirección Y.

### **V.3 EJEMPLO No. 3 EDIFICIO CASO C.**

Como se ha mencionado anteriormente, con el fin de comparar resultados se realizó un análisis dinámico modal espectral con el programa SUPER-ETABS activando la masa rotacional del edificio ( $m_r$ ). A continuación se presentan las principales comparaciones observadas entre este criterio y el propuesto por el reglamento.

#### **V.3.1 Desplazamientos horizontales máximos totales.**

Las *figs V.5 y V.6* presentan graficadas las deformadas de los niveles 2, 6 y 10 para cuando el sismo actúa en la dirección X y Y, respectivamente; se muestran los resultados para los diferentes tipos de análisis llevados a cabo.

Las *tablas V.17 a V.20* muestran los valores de los desplazamientos de las esquinas 1, 2, 3 y C (ver *fig IV.3*), en que se evaluó la respuesta con el sismo actuando en X; para cuando el sismo se presenta en la dirección Y, los resultados se muestran en las *tablas V.21 a V.24*. Nótese la gran importancia que en esta estructura tienen los efectos de torsión para cuando el sismo actúa en la dirección Y, debido al muro de concreto colocado asimétricamente.

#### **V.3.2 Elementos mecánicos de columnas.**

Los resultados (ver *tablas del capítulo IV*) de los elementos mecánicos del análisis dinámico son en algunos casos mayores a los

obtenidos con las excentricidades de diseño  $E_{d1}$  y  $E_{d2}$ , y en otros casos son menores; esto es, dichos resultados son aceptables para diseñar si es que no se quiere hacer el análisis correspondiente, según lo especifica el código.

### V.3.3 Elementos mecánicos de traveses.

Los resultados obtenidos con ambos criterios son similares; si acaso se observa que con los criterios de diseño según el reglamento son ligeramente superiores.

### V.3.4 Conclusiones y comentarios.

1.- Los desplazamientos más críticos se presentan para el sismo actuando en la dirección Y, y con la excentricidad de diseño  $E_{d1}$ . Se observa también que al no tomar en cuenta las excentricidades de diseño, según lo especificado por el RDF-87, se está cometiendo grandes errores, debido a la gran diferencia de desplazamientos que existe entre la condición de traslación pura (considerado como un análisis de marcos planos) y con las excentricidades de diseño  $E_{d1}$  y  $E_{d2}$ .

2.- En la *fig V.5* (sismo en X) se observa que los desplazamientos obtenidos con el análisis dinámico modal espectral (activando  $m_r$ ) presenta un comportamiento similar al calculado con la excentricidad de diseño  $E_{d2}$ , siendo casi siempre mayor la respuesta con  $E_{d2}$ .

En la *fig V.6* (sismo en Y) se observa que los desplazamientos obtenidos con las excentricidades de diseño  $E_{d1}$  y  $E_{d2}$  tienen el mismo comportamiento. Los desplazamientos obtenidos con el análisis dinámico modal espectral (activando  $m_r$ ) resulta ligeramente mayores que para el caso de  $E_{d2}$ .

Por lo que respecta a los resultados de traslación pura, se comprueba que la estructura es más flexible en la dirección X que en la dirección Y, lo cual se debe a que el muro de concreto trabaja esencialmente en la dirección Y, como era de esperarse.

3.- Así, al utilizar el análisis dinámico modal espectral, los resultados obtenidos no son totalmente diferentes a los calculados aplicando el código

con las excentricidades de diseño  $E_{d1}$  y  $E_{d2}$ ; esto es, los resultados dinámicos podrían servir para tener una idea preliminar de las posibles deformadas ante efectos sísmicos.

#### **V.4 EJEMPLO No. 4 EDIFICIO VARSOVIA.**

Se compara también en esta parte los resultados obtenidos de los análisis sísmicos aplicando las excentricidades de diseño  $E_{d1}$  y  $E_{d2}$ , y de un análisis dinámico modal espectral.

##### **V.4.1 Desplazamientos horizontales máximos totales.**

Las *figs V.7 y V.8* muestran las gráficas de las deformadas en planta de los niveles 2, 6, 9 y 11 para cuando la acción sísmica actúa en la dirección X y Y, respectivamente. Nuevamente se presentan los desplazamientos resultantes para los diversos tipos de análisis realizados.

Como ya se había hecho notar en las tablas de los desplazamientos del capítulo IV, los resultados dinámicos son un poco menores a los desplazamientos obtenidos al aplicar las excentricidades de diseño  $E_{d1}$  y  $E_{d2}$ .

Las gráficas de los desplazamientos en planta (*figs V.7 y V.8*) presentan el comportamiento observado con las excentricidades de diseño  $E_{d1}$  y  $E_{d2}$ , traslación pura y el análisis dinámico modal espectral (mr).

Las tablas V.25 a V.28 muestran los valores de los desplazamientos de las esquinas referidas en la *fig IV.4*, para los niveles seleccionados 2, 6, 9, y 11 y el sismo actuando en la dirección X. Para cuando el sismo se presenta en la dirección Y los resultados se muestran en las *tablas V.29 a V.32*. Nótese que para este caso los efectos de torsión que provoca el cubo rígido excéntrico del elevador y escaleras, son extraordinariamente importantes para cuando el sismo actúa en la dirección Y, principalmente.

##### **V.4.2 Elementos mecánicos de columnas.**

Los resultados, que ya se mostraron en las tablas correspondientes

del capítulo IV, tienden a ser similares con ambos criterios; esto es, con un análisis dinámico modal espectral sin código y con las excentricidades de diseño  $E_{d1}$  y  $E_{d2}$ .

#### **V.4.3 Elementos mecánicos de trabes.**

Estos resultados que ya se presentaron en las tablas correspondientes del capítulo IV, para el sismo actuando en la dirección X y Y, respectivamente, mostraron también similitud, tanto en distribución como en amplitud.

#### **V.4.4 Conclusiones y comentarios.**

1.- Los desplazamientos de la dirección Y resultan más críticos con la excentricidad de diseño  $E_{d1}$ .

2.- En la *fig V.7* se observó que son más críticos los desplazamientos obtenidos del análisis dinámico modal espectral que con las excentricidades de diseño  $E_{d1}$  y  $E_{d2}$ . Se nota en las deformadas sin incluir los efectos de las excentricidades de diseño  $E_{d1}$  y  $E_{d2}$ , que habría errores importantes en los cálculos si sólo se tomaran en cuenta los resultados de un análisis de traslación pura, debido a que los problemas de torsión resultan extraordinariamente importantes.

3.- De la *fig V.8* se observa que los desplazamientos con la excentricidad de diseño  $E_{d1}$  son más desfavorables que con la excentricidad de diseño  $E_{d2}$ ; se observa también que los desplazamientos obtenidos con el análisis dinámico modal espectral son ligeramente más desfavorables que con la excentricidad de diseño  $E_{d2}$ .

4.- Con respecto a los resultados de los elementos mecánicos de trabes y columnas, se llega a presentar la situación de que son más grandes los resultados obtenidos con el análisis dinámico modal espectral que los calculados aplicando la excentricidad de diseño  $E_{d1}$ .

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación se se presentan las conclusiones de índole general y algunas recomendaciones, planteadas a raíz del estudio del trabajo presente. Cabe aclarar que según se desarrolló cada capítulo, se fue haciendo ver las principales observaciones.

1.- Podemos decir que debido a la gran variabilidad de factores que intervienen en los efectos de torsión, los cuales no se pueden evitar, se debe seguir estudiando más al respecto, ya que los daños que causan sobre la estructura ante sismos intensos, son siempre de consideración.

2.- Al tomar en cuenta los efectos de torsión en el programa **SUPER-ETABS** (modelando tridimensionalmente a la estructura) y en el programa **TORSION**, podemos concluir lo siguiente:

a.- Al aplicar el método de **STAFFORD-VEZINAS** con el programa **SUPER-ETABS** se obtienen resultados adecuados y satisfactorios; estos resultados son congruentes y se comprobaron con el programa **TORSION**.

b.- Los resultados de desplazamientos y elementos mecánicos de columnas y trabes obtenidos con el programa **SUPER-ETABS** son prácticamente iguales a los obtenidos con el programa **TORSION**; esto es, no hay problemas de implementar la metodología en este tipo de programas de cómputo.

c.- Es importante tomar en cuenta los efectos de torsión, debido a que al realizar los análisis a través de marcos planos (traslación pura) se esta considerando que la estructura tiene respuestas muy diferentes y con amplitudes inferiores, con respecto a un análisis en que se incluyen los efectos de torsión y del comportamiento tridimensional.

3.- Al realizar el análisis dinámico modal espectral con el programa **SUPER-ETABS** (sin tomar en cuenta los efectos de torsión especificados por el RDF-87, pero sí tomando en cuenta los efectos de la inercia rotacional), los resultados obtenidos se podrían considerar adecuados para una etapa preliminar del diseño, por cuestiones de tiempo o por condiciones de proyecto.

4.- Se recomienda el uso de la metodología propuesta por **STAFFORD-VEZINAS** para tomar en cuenta los efectos de torsión que marca el RDF-87; su implementación es relativamente sencilla de llevar a cabo.

5.- En la etapa del proyecto arquitectónico y estructural conviene que se seleccionen sistemas con buenas condiciones de regularidad. Se debe evitar lo menos posible construir edificios con asimetría en planta, masa y rigidez.

6.- Se recomienda realizar los análisis modelando a la estructura de forma tridimensional debido a que su comportamiento se aproxima más a la realidad, con respecto a un análisis tradicional, llevado a cabo mediante el acoplamiento de marcos planos.

7.- Se recomienda estudiar casos adicionales a los propuestos en este trabajo, que también presenten características estructurales de casos reales utilizados en la práctica, para así poder tener y definir criterios de diseño que sean más sólidos. El problema de la torsión cuando la estructura excursiona en el rango inelástico es que también lo que conviene estudiar con más detalle, pero no limitarse a modelos simples que no necesariamente llegan a ser representativos de las estructuras reales y complejas.

## REFERENCIAS.

- 1.- Housner, G. W. y Outinen, H, "THE EFFECT OF TORSIONAL OSCILLATIONS ON EARTHQUAKE STRESSES". Boletín de la Sociedad Sismológica de América, Vol.4 (Jul-1958).
- 2.- Maison, B. F. y Newss, C. F, "SUPER-ETABS. An enhanced version of the ETABS program", Universidad de California, Berkeley (1985).
- 3.- Damy, J. "PROGRAMA DE COMPUTADORA PARA EL ANALISIS DE EDIFICIOS", Reporte interno, Instituto de Ingeniería, U.N.A.M. (1985).
- 4.- Smith, B. S. y Vézina, M.S, "EVALUACION DE CENTROS DE TORSION", Revista IMCYC, No. 195 (1987).
- 5.- Jorge A. Avila, Héctor Gallegos y José Luis Díaz, "CRITERIOS PARA INCLUIR EL EFECTO DE TORSION EN LA RESPUESTA SISMICA DE ESTRUCTURAS TRIDIMENSIONALES", VIII Congreso de Ingeniería Sísmica y VII Congreso Nacional de Ingeniería Estructural. Vol. I, Acapulco Gro. (1989).
- 6.- Apuntes del XVI Curso Internacional de Ingeniería Sísmica en su módulo de diseño sísmico de edificios, U.N.A.M. (Jul-1990).
- 7.- Sergio M. Alcocer, "CENTRO DE TORSION DE EDIFICIOS OBTENIDO MATRICIALMENTE", tesis de Licenciatura, Facultad de Ingeniería U.N.A.M. México D. F. (1986).
- 8.- José L. Díaz H. y Héctor M. Gallegos H, "CRITERIOS PARA EVALUAR LOS EFECTOS DE TORSION EN EDIFICIOS", tesis de Licenciatura, Facultad de Ingeniería U.N.A.M. México D. F. 1990.

- 9.- R. Meli P, "DISEÑO ESTRUCTURAL", Editorial Limusa, México D.F. (1987).
- 10.- E. Bazán y R. Meli P, "MANUAL DE DISEÑO SISMICO DE EDIFICIOS", Editorial Limusa, México D. F. (1986).
- 11.- "REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL (RDF-87)", D. D. F., (Jul-1987).
- 12.- "NORMAS TECNICAS COMPLEMENTARIAS PARA DISEÑO POR SISMO", D.D.F., (Nov-1987).

ENTREPISO	SECCION (cm)	$A_v(\text{cm}^2)$	$A_x(\text{cm}^2)$	$A_y(\text{cm}^2)$	$I_x(\text{cm}^4)$	$I_y(\text{cm}^4)$	$J(\text{cm}^4)$
8	60x50	3,000.0	2,500.0	2,500.0	900,000.0	625,000.0	1'222,500.0
7	60x50	3,000.0	2,500.0	2,500.0	900,000.0	625,000.0	1'222,500.0
6	70x60	4,200.0	3,500.0	3,500.0	1'715,000.0	1'260,000.0	2'404,080.0
5	70x60	4,200.0	3,500.0	3,500.0	1'715,000.0	1'260,000.0	2'404,080.0
4	70x60	4,200.0	3,500.0	3,500.0	1'715,000.0	1'260,000.0	2'404,080.0
3	80x70	5,600.0	4,666.0	4,666.0	2'986,666.7	2'286,666.7	4'291,616.0
2	80x70	5,600.0	4,666.0	4,666.0	2'986,666.7	2'286,666.7	4'291,616.0
1	80x70	5,600.0	4,666.0	4,666.0	2'986,666.7	2'286,666.7	4'291,616.0

TABLA III.1. Propiedades geométricas de columnas.  
Edificio caso A.

NIVEL	SECCION (cm)	$A_v(\text{cm}^2)$	$I(\text{cm}^4)$	$J(\text{cm}^4)$
8	50x30	1,500.0	312,500.0	278,100.0
7	50x30	1,500.0	312,500.0	278,100.0
6	60x30	1,800.0	540,000.0	370,980.0
5	60x30	1,800.0	540,000.0	370,980.0
4	60x30	1,800.0	540,000.0	370,980.0
3	70x40	2,800.0	1'143,333.3	949,760.0
2	70x40	2,800.0	1'143,333.3	949,760.0
1	70x40	2,800.0	1'143,333.3	949,760.0

TABLA III.2. Propiedades geométricas de traves. Dirección longitudinal (X). Edificio caso A.

NIVEL	SECCION (cm)	$A_v(\text{cm}^2)$	$I(\text{cm}^4)$	$J(\text{cm}^4)$
8	30x60	1,800.0	540,000.0	370,980.0
7	30x60	1,800.0	540,000.0	370,980.0
6	35x70	2,450.0	1'000,416.7	687,286.3
5	35x70	2,450.0	1'000,416.7	687,286.3
4	35x70	2,450.0	1'000,416.7	687,286.3
3	40x80	3,200.0	1'706,666.7	1'172,480.0
2	40x80	3,200.0	1'706,666.7	1'172,480.0
1	40x80	3,200.0	1'706,666.7	1'172,480.0

TABLA III.3. Propiedades geométricas de traves. Dirección transversal (Y). Edificio caso A.

ENTREPISO	SECCION (cm)	$A_v(\text{cm}^2)$	$A_x(\text{cm}^2)$	$A_y(\text{cm}^2)$	$I_x(\text{cm}^4)$	$I_y(\text{cm}^4)$	$J(\text{cm}^4)$
8	50x50	2,500.0	2,083.0	2,083.0	520,833.3	520,833.3	881,250.0
7	50x50	2,500.0	2,083.0	2,083.0	520,833.3	520,833.3	881,250.0
6	60x60	3,600.0	3,000.0	3,000.0	1'080,000.0	1'080,000.0	1'827,360.0
5	60x60	3,600.0	3,000.0	3,000.0	1'080,000.0	1'080,000.0	1'827,360.0
4	60x60	3,600.0	3,000.0	3,000.0	1'080,000.0	1'080,000.0	1'827,360.0
3	70x70	4,900.0	4,083.0	4,083.0	2'000,833.3	2'000,833.3	3'385,410.0
2	70x70	4,900.0	4,083.0	4,083.0	2'000,833.3	2'000,833.3	3'385,410.0
1	70x70	4,900.0	4,083.0	4,083.0	2'000,833.3	2'000,833.3	3'385,410.0

TABLA III.4. Propiedades geométricas de columnas.  
Edificio caso B.

NIVEL	SECCION (cm)	$A_v(\text{cm}^2)$	$I(\text{cm}^4)$	$J(\text{cm}^4)$
8	50x30	1,500.0	312,500.0	278,100.0
7	50x30	1,500.0	312,500.0	278,100.0
6	60x30	1,800.0	540,000.0	370,980.0
5	60x30	1,800.0	540,000.0	370,980.0
4	60x30	1,800.0	540,000.0	370,980.0
3	70x35	2,450.0	1'000,416.6	687,286.2
2	70x35	2,450.0	1'000,416.6	687,286.2
1	70x35	2,450.0	1'000,416.6	687,286.2

TABLA III.5. Propiedades geométricas de traves, en las dos direcciones (X,Y). Edificio Caso B.

ENTREPISO	SECCION (cm)	$A_v$ (cm <sup>2</sup> )	$A_x$ (cm <sup>2</sup> )	$A_y$ (cm <sup>2</sup> )	$I_x$ (cm <sup>4</sup> )	$I_y$ (cm <sup>4</sup> )	$J$ (cm <sup>4</sup> )
10	70x50	3,500.0	2,910.0	2,910.0	1'429,166.0	729,160.0	1'627,500.0
9	70x50	3,500.0	2,910.0	2,910.0	1'429,166.0	729,160.0	1'627,500.0
8	70x50	3,500.0	2,910.0	2,910.0	1'429,166.0	729,160.0	1'627,500.0
7	70x50	3,500.0	2,910.0	2,910.0	1'429,166.0	729,160.0	1'627,500.0
6	80x50	4,000.0	3,333.0	3,333.0	2'133,334.0	833,334.0	2'020,000.0
5	80x50	4,000.0	3,333.0	3,333.0	2'133,334.0	833,334.0	2'020,000.0
4	80x50	4,000.0	3,333.0	3,333.0	2'133,334.0	833,334.0	2'020,000.0
3	90x50	4,500.0	3,750.0	3,750.0	3'037,500.0	937,500.0	2'427,750.0
2	90x50	4,500.0	3,750.0	3,750.0	3'037,500.0	937,500.0	2'427,750.0
1	90x50	4,500.0	3,750.0	3,750.0	3'037,500.0	937,500.0	2'427,750.0

**TABLA III.6.** Propiedades geométricas de columnas.  
Edificio caso C.

NIVEL	SECCION (cm)	$A_v(\text{cm}^2)$	$I(\text{cm}^4)$	$J(\text{cm}^4)$
10	70x40	2,800.0	1'143,330.0	950,000.0
9	70x40	2,800.0	1'143,330.0	950,000.0
8	70x40	2,800.0	1'143,330.0	950,000.0
7	70x40	2,800.0	1'143,330.0	950,000.0
6	80x40	3,200.0	1'706,660.0	1'172,480.0
5	80x40	3,200.0	1'706,660.0	1'172,480.0
4	80x40	3,200.0	1'706,660.0	1'172,480.0
3	90x40	3,600.0	2'430,000.0	1'376,640.0
2	90x40	3,600.0	2'430,000.0	1'376,640.0
1	90x40	3,600.0	2'430,000.0	1'376,640.0

TABLA III.7. Propiedades geométricas de traves. Dirección longitudinal (X). Edificio Caso C.

NIVEL	SECCION (cm)	$A_v(\text{cm}^2)$	$I(\text{cm}^4)$	$J(\text{cm}^4)$
10	60x30	1,800.0	540,000.0	370,980.0
9	60x30	1,800.0	540,000.0	370,980.0
8	60x30	1,800.0	540,000.0	370,980.0
7	60x30	1,800.0	540,000.0	370,980.0
6	70x40	2,800.0	1'143,330.0	950,000.0
5	70x40	2,800.0	1'143,330.0	950,000.0
4	70x40	2,800.0	1'143,330.0	950,000.0
3	80x40	3,200.0	1'706,660.0	1'172,480.0
2	80x40	3,200.0	1'706,660.0	1'172,480.0
1	80x40	3,200.0	1'706,660.0	1'172,480.0

TABLA III.8. Propiedades geométricas de traves. Dirección transversal (Y). Edificio Caso C.

ENTREPISO	SECCION (cm)	$A_v(\text{cm}^2)$	$A_x(\text{cm}^2)$	$A_y(\text{cm}^2)$	$I_x(\text{cm}^4)$	$I_y(\text{cm}^4)$	$J(\text{cm}^4)$
10	50x50	2,500.0	2,080.0	2,080.0	520,833.0	520,833.0	881,250.0
9	50x50	2,500.0	2,080.0	2,080.0	520,833.0	520,833.0	881,250.0
8	50x50	2,500.0	2,080.0	2,080.0	520,833.0	520,833.0	881,250.0
7	50x50	2,500.0	2,080.0	2,080.0	520,833.0	520,833.0	881,250.0
6	50x50	2,500.0	2,080.0	2,080.0	520,833.0	520,833.0	881,250.0
5	50x50	2,500.0	2,080.0	2,080.0	520,833.0	520,833.0	881,250.0
4	50x50	2,500.0	2,080.0	2,080.0	520,833.0	520,833.0	881,250.0
3	50x50	2,500.0	2,080.0	2,080.0	520,833.0	520,833.0	881,250.0
2	50x50	2,500.0	2,080.0	2,080.0	520,833.0	520,833.0	881,250.0
1	50x50	2,500.0	2,080.0	2,080.0	520,833.0	520,833.0	881,250.0

**TABLA III.9.** Propiedades geométricas de patines.  
 Edificio caso C.

ENTREPISO	ESPESOR (cm)	$A_v(\text{cm}^2)$	$A_y(\text{cm}^2)$	$I_x(\text{cm}^4)$	$J(\text{cm}^4)$
10	25.0	45,000.0	37,500.0	10,959'300,000.0	8'580,000.0
9	25.0	45,000.0	37,500.0	10,959'300,000.0	8'580,000.0
8	25.0	45,000.0	37,500.0	10,959'300,000.0	8'580,000.0
7	25.0	45,000.0	37,500.0	10,959'300,000.0	8'580,000.0
6	30.0	52,500.0	43,700.0	12,510'900,000.0	14'830,000.0
5	30.0	52,500.0	43,700.0	12,510'900,000.0	14'830,000.0
4	30.0	52,500.0	43,700.0	12,510'900,000.0	14'830,000.0
3	40.0	67,500.0	56,200.0	15,614'000,000.0	35'830,000.0
2	40.0	67,500.0	56,200.0	15,614'000,000.0	35'830,000.0
1	40.0	67,500.0	56,200.0	15,614'000,000.0	35'830,000.0

**TABLA III.10.** Propiedades geométricas de muros y patines en conjunto.  
Edificio Caso C.

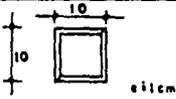
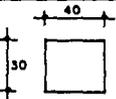
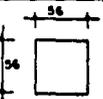
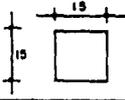
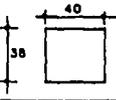
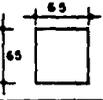
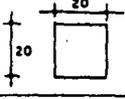
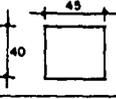
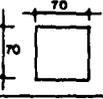
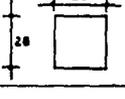
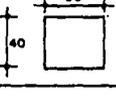
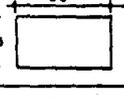
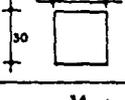
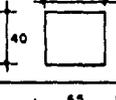
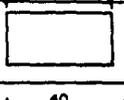
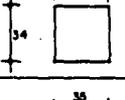
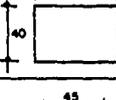
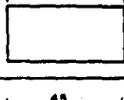
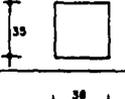
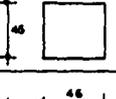
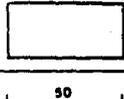
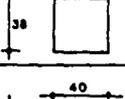
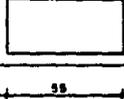
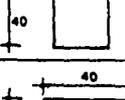
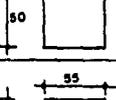
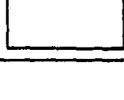
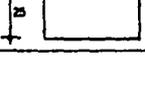
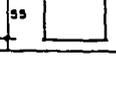
TIPO	SECCION (cm)	TIPO	SECCION (cm)	TIPO	SECCION (cm)
C-1	 10 10	C-11	 40 30	C-21	 56 56
C-2	 15	C-12	 40 38	C-22	 65 65
C-3	 20	C-13	 45 40	C-23	 70 70
C-4	 28	C-14	 50 40	C-24	 30 15
C-5	 30	C-15	 55 40	C-25	 38 15
C-6	 34	C-16	 65 40	C-26	 40 15
C-7	 35	C-17	 45 46	C-27	 49 15
C-8	 38	C-18	 46 46	C-28	 50 15
C-9	 40	C-19	 50 50	C-29	 55 15
C-10	 40 25	C-20	 55 55		

TABLA III TIPO DE SECCIONES DE COLUMNAS.  
EDIFICIO VARSOVIA.

TIPO	$A_v(\text{cm}^2)$	$A_x(\text{cm}^2)$	$A_y(\text{cm}^2)$	$I_x(\text{cm}^4)$	$I_y(\text{cm}^4)$	$J(\text{cm}^4)$
C-1	36.9	30.7	30.7	540.1	540.1	1,410.0
C-2	225.0	187.5	187.5	4,218.7	4,218.7	7,138.0
C-3	400.0	333.3	333.3	13,333.3	13,333.3	22,566.6
C-4	784.0	653.3	653.3	51,221.3	51,221.3	86,666.6
C-5	900.0	750.0	750.0	67,500.0	67,500.0	114,210.0
C-6	1,156.0	963.3	963.3	111,361.3	111,361.3	188,423.0
C-7	1,225.0	1,021.0	1,021.0	125,052.1	125,052.1	211,588.0
C-8	1,444.0	1,203.0	1,203.0	173,761.3	173,761.3	294,000.0
C-9	1,600.0	1,333.0	1,333.0	213,333.3	213,333.3	360,960.0
C-10	1,000.0	833.3	833.3	133,333.3	52,083.3	126,625.0
C-11	1,200.0	1,000.0	1,000.0	160,000.0	90,000.0	193,320.0
C-12	1,520.0	1,266.0	1,266.0	202,666.6	182,906.0	309,478.0
C-13	1,800.0	1,500.0	1,500.0	303,750.0	240,000.0	449,280.0
C-14	2,000.0	1,666.0	1,666.0	416,666.6	266,666.6	547,200.0
C-15	2,200.0	1,833.0	1,833.0	644,160.0	554,583.3	293,333.3
C-16	2,600.0	2,166.0	2,166.0	915,416.6	346,666.6	840,320.0
C-17	2,025.0	1,687.0	1,687.0	341,718.7	341,718.7	578,188.0
C-18	2,116.0	1,763.0	1,763.0	373,121.3	373,121.3	631,321.2
C-19	2,500.0	2,083.0	2,083.0	520,833.3	520,833.3	881,250.0
C-20	3,025.0	2,520.0	2,520.0	762,552.1	762,552.1	1'290,230.0
C-21	3,136.0	2,613.0	2,613.0	819,541.3	819,541.3	1'386,666.6
C-22	4,225.0	3,521.0	3,521.0	1'487,552.0	1'487,552.0	2'516,938.1
C-23	4,900.0	4,083.0	4,083.0	2'000,833.3	2'000,833.3	3'385,410.0
C-24	450.0	375.0	375.0	33,750.0	8,437.5	23,186.0
C-25	570.0	475.0	475.0	68,590.0	10,687.5	31,934.2
C-26	600.0	500.0	500.0	80,000.0	11,250.0	34,155.0
C-27	675.0	562.0	562.0	113,906.0	12,656.0	39,943.1
C-28	750.0	625.0	625.0	156,250.0	14,062.5	45,225.0
C-29	825.0	687.0	687.0	207,968.0	15,468.7	50,861.2

**TABLA III. 12.** Propiedades geométricas de columnas.  
 Edificio Varsovia.

TIPO	SECCION (cm)	TIPO	SECCION (cm)
T - 1		T - 6	
T - 2		T - 7	
T - 3		T - 8	
T - 4		T - 9	
T - 5			

**TABLA III.13 TIPO DE SECCIONES DE TRABES.  
EDIFICIO VARSOVIA.**

TRABE TIPO	$A_v(\text{cm}^2)$	$I(\text{cm}^4)$	$J(\text{cm}^4)$
T-1	525.0	53,593.7	28,586.2
T-2	50.6	25,043.5	9,422.2
T-3	1,125.0	189,843.7	151,171.8
T-4	1,800.0	540,000.0	370,980.0
T-5	2,040.0	786,080.0	438,804.0
T-6	2,100.0	857,500.0	457,758.0
T-7	1,950.0	686,562.0	412,425.0
T-8	875.0	89,322.9	101,718.0
T-9	1,100.0	277,291.0	112,640.0

**TABLA III.14. Propiedades geométricas de trabes, en las dos direcciones (X,Y). Edificio Varsovia.**

NIVEL	W <sub>CM</sub> (Ton)	W <sub>CV</sub> (Ton)	W <sub>TOTAL</sub> (Ton)
C. Maq.	11.15	1.85	13.0
11	66.39	19.61	86.0
10	131.00	43.00	174.0
9	177.00	43.00	220.0
8	182.00	43.00	225.0
7	189.00	43.00	232.0
6	181.00	43.00	224.0
5	193.00	43.00	236.0
4	194.00	43.00	237.0
3	192.00	43.00	235.0
2	205.00	43.00	248.0
1	226.00	43.00	269.0
P.B.	201.00	43.00	244.0

CM : Cargas muertas.

CV : Cargas vivas.

TABLA III.15. Peso por nivel. Edificio Varsovia.

NIVEL	ENTREPISO	$F_1$ (Ton)	$V_1$ (Ton)
8	8	199.79	199.79
7	7	175.67	375.46
6	6	151.56	527.02
5	5	127.45	654.47
4	4	103.33	757.80
3	3	79.22	837.02
2	2	55.11	892.13
1	1	31.00	923.13

Nota:

Las fuerzas sísmicas y cortantes de entrepiso son obtenidas empleando el método estático con  $C_s = 0.40$ , Zona III.

TABLA IV.1 Fuerzas sísmicas estáticas.  
Edificio caso A.

NIVEL	ENTREPISO	$F_1$ (Ton)	$V_1$ (Ton)
8	8	59.44	59.44
7	7	48.60	108.04
6	6	39.25	147.29
5	5	32.65	179.94
4	4	24.93	204.87
3	3	17.85	222.72
2	2	13.86	236.58
1	1	7.22	243.80

Nota:

Las fuerzas fueron obtenidas de un análisis dinámico modal espectral de traslación pura (sismo en X).

TABLA IV.2 Fuerzas sísmicas dinámicas.  
Edificio caso A.

Modo	Periodo	Componente	Modo	Periodo	Componente	Modo	Periodo	Componente
1	1.2109	Y , $\theta$ , X	1	1.1821	X	1	1.1995	Y
2	1.1869	X , $\theta$ , Y	2	0.4329	X	2	0.4273	Y
3	0.9511	$\theta$ , Y , X	3	0.2463	X	3	0.2359	Y
4	0.4370	X , Y , $\theta$	4	0.1496	X	4	0.1417	Y
5	0.4286	Y , X , $\theta$	5	0.1051	X	5	0.0974	Y
6	0.3423	$\theta$ , Y , X	6	0.0785	X	6	0.0717	Y
7	0.2482	X , Y , $\theta$	7	0.0582	X	7	0.0530	Y
8	0.2365	Y , X , $\theta$	8	0.0440	X	8	0.0404	Y
9	0.1902	$\theta$ , Y , X						
10	0.1507	X , Y , $\theta$						
11	0.1420	Y , X , $\theta$						
12	0.1145	$\theta$ , Y , X						

**TABLA IV.3** Periodos de vibración, con tres y un grado de libertad por nivel. Sin código. Edificio caso A.

Modo	X	Y	$\theta$
1	0.013	0.738	0.019
2	0.740	0.009	0.016
3	0.011	0.023	0.737
4	0.099	0.050	0.000
5	0.049	0.087	0.006
6	0.001	0.005	0.135
7	0.042	0.006	0.000
8	0.006	0.040	0.002
9	0.000	0.002	0.046
10	0.016	0.002	0.000
11	0.002	0.018	0.001
12	0.000	0.001	0.200
Total	0.981	0.981	0.980

**TABLA IV.4** Participación modal de cada componente (X, Y,  $\theta$ ).  
Sin código. Edificio caso A.

Nivel	$\gamma_{XE}$	$\gamma_{XD}$
8	0.0071	0.0060
7	0.0096	0.0078
6	0.0098	0.0078
5	0.0109	0.0087
4	0.0100	0.0078
3	0.0076	0.0060
2	0.0074	0.0057
1	0.0058	0.0045

**TABLA IV.5** Deformaciones angulares de entrepiso.  
Análisis estático ( $\gamma_{XE}$ ) y dinámico ( $\gamma_{XD}$ ).  
Sismo en dirección X. Sin código.  
Edificio caso A.

Nivel	$\gamma_{YE}$	$\gamma_{YD}$
8	0.0074	0.0060
7	0.0095	0.0078
6	0.0097	0.0078
5	0.0107	0.0084
4	0.0103	0.0081
3	0.0085	0.0066
2	0.0081	0.0063
1	0.0058	0.0045

**TABLA IV.6** Deformaciones angulares de entrepiso.  
Análisis estático ( $\gamma_{YE}$ ) y dinámico ( $\gamma_{YD}$ ).  
Sismo en dirección Y. Sin código.  
Edificio caso A.

NIVEL	$\Delta_x$ (cm)	$\Delta_y$ (cm)	$\theta$ (rad $\times 10^{-3}$ )
8	19.72 <sup>*</sup> (19.72)	1.70 (1.70)	-0.825 (-0.825)
7	17.62 (17.62)	1.52 (1.52)	-0.735 (-0.735)
6	14.84 (14.84)	1.30 (1.30)	-0.647 (-0.647)
5	12.05 (12.05)	1.06 (1.06)	-0.543 (-0.543)
4	8.98 (8.98)	0.80 (0.80)	-0.436 (-0.436)
3	6.23 (6.23)	0.56 (0.56)	-0.318 (-0.318)
2	4.18 (4.18)	0.33 (0.33)	-0.180 (-0.180)
1	2.19 (2.19)	0.13 (0.13)	-0.061 (-0.061)

- \* Programa SUPER-ETABS.
- ( ) Programa TORSION.

**TABLA IV.7** Desplazamientos horizontales máximos totales.  
Sismo en dirección X. Sin código. Edificio caso A.

NIVEL	$\Delta_x$ (cm)	$\Delta_y$ (cm)	$\theta$ (rad $\times 10^{-3}$ )
8	1.07 <sup>*</sup> (1.07)	18.42 (18.42)	1.355 (1.355)
7	0.96 (0.96)	16.44 (16.44)	1.210 (1.210)
6	0.79 (0.79)	13.96 (13.96)	1.028 (1.028)
5	0.61 (0.61)	11.44 (11.44)	0.833 (0.833)
4	0.41 (0.41)	8.70 (8.70)	0.623 (0.623)
3	0.26 (0.26)	6.14 (6.14)	0.431 (0.431)
2	0.18 (0.18)	4.02 (4.02)	0.274 (0.274)
1	0.10 (0.10)	2.00 (2.00)	0.128 (0.128)

- \* Programa SUPER-ETABS.
- ( ) Programa TORSION.

**TABLA IV.8** Desplazamientos horizontales máximos totales.  
Sismo en dirección Y. Sin código. Edificio caso A.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)	
1	1	INF.	65.35*	17.86	0.87	-0.19	59.15	8.94	
		SUP.	(-65.36)	(-17.86)	(-0.87)	(0.19)	(-59.16)	(8.94)	
	6	INF.	23.15	-23.20	-0.31	-0.19	-67.96	-1.24	
		SUP.	(-23.16)	(-23.20)	(-0.32)	(0.19)	(-67.97)	(1.24)	
	7	INF.	-156.92	23.97	13.80	-0.19	64.95	-39.68	
		SUP.	(156.93)	(-23.98)	(13.80)	(0.19)	(-64.96)	(-39.68)	
	10	INF.	-13.02	16.16	-10.33	-0.19	53.93	-36.34	
		SUP.	(13.03)	(-16.16)	(10.33)	(0.19)	(-53.93)	(-36.34)	
	3	1	INF.	42.13	9.86	2.23	-0.64	16.41	3.24
			SUP.	(-42.13)	(-9.86)	(-2.24)	(0.65)	(-16.41)	(3.24)
		6	INF.	15.35	-24.62	1.50	-0.64	-35.38	1.88
			SUP.	(-15.36)	(-24.63)	(1.50)	(0.65)	(-35.38)	(-1.88)
7		INF.	-96.66	27.21	-14.72	-0.64	38.62	-21.37	
		SUP.	(96.67)	(-27.21)	(14.72)	(0.65)	(-38.62)	(-21.37)	
10		INF.	-7.78	9.55	-9.06	-0.64	15.72	-13.97	
		SUP.	(7.79)	(-9.55)	(9.07)	(0.65)	(-15.72)	(-13.97)	
							11.01	-11.41	
							(-11.01)	(-11.41)	

\* Programa SUPER-ETABS.

( ) Programa TORSION.

COL. COLUMNA.

EXT. EXTREMO.

INF. INFERIOR.

SUP. SUPERIOR.

P Carga axial.

V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.

M<sub>t</sub> Momento torsionante.

M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

TABLA IV.9 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X.  
Sin código. Edificio caso A.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
1	6	INF.	13.40	6.51	1.36	-0.26	7.04	1.67
		SUP.	(-13.41)	(-6.52)	(-1.37)	(0.26)	(-7.04)	(1.61)
6	7	INF.	4.93	-16.29	1.05	-0.26	23.53	-12.96
		SUP.	(-4.94)	(-16.30)	(1.06)	(0.26)	(-20.70)	(-1.60)
6	10	INF.	-27.50	17.95	-9.95	-0.26	28.53	-15.89
		SUP.	(27.50)	(-17.95)	(9.95)	(0.26)	(-23.53)	(-12.96)
10	10	INF.	-2.43	6.19	-6.03	-0.26	6.73	-7.09
		SUP.	(2.44)	(-6.19)	(-6.03)	(0.26)	(-6.73)	(-7.09)
						11.22	-10.39	
						(-11.22)	(-10.39)	

- \* Programa **SUPER-ETABS.**
- ( ) Programa **TORSION.**
- COL. COLUMNA.
- EXT. EXTREMO.
- INF. INFERIOR.
- SUP. SUPERIOR.
- P Carga axial.
- V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.
- M<sub>t</sub> Momento torsionante.
- M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

**TABLA IV.9** Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X.  
Sin código. Edificio caso A.  
(Continuación).

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
1	1	INF.	91.81 (-91.82)	1.01 (-1.01)	20.52 (-20.52)	0.40 (-0.40)	3.10 (-3.10)	69.08 (69.09)
		SUP.					1.08 (-1.09)	16.06 (16.06)
	6	INF.	-129.78 (129.79)	0.30 (0.30)	-28.38 (-28.38)	0.40 (-0.40)	0.38 (0.39)	-48.83 (84.83)
		SUP.					0.86 (0.86)	-32.95 (32.95)
	7	INF.	87.35 (-87.35)	8.92 (-8.92)	18.20 (-18.20)	0.40 (-0.40)	30.06 (-30.06)	64.81 (64.81)
		SUP.					6.95 (6.95)	10.73 (10.73)
10	INF.	-106.59 (106.59)	7.71 (-7.71)	20.67 (-20.67)	0.40 (-0.46)	26.54 (-26.54)	72.45 (72.45)	
	SUP.					5.47 (5.47)	13.33 (13.33)	
3	1	INF.	60.13 (-60.14)	0.16 (-0.16)	17.57 (-17.57)	0.73 (-0.74)	0.48 (-0.48)	26.73 (26.73)
		SUP.					-0.03 (-0.03)	22.46 (22.46)
	6	INF.	-85.21 (85.21)	2.19 (2.19)	-36.09 (-36.09)	0.73 (-0.74)	2.84 (2.84)	-51.31 (51.31)
		SUP.					3.29 (3.29)	-49.74 (49.74)
	7	INF.	56.18 (-56.19)	7.23 (-7.24)	14.44 (-14.44)	0.73 (-0.74)	11.18 (-11.18)	22.83 (22.83)
		SUP.					9.06 (-9.06)	17.60 (17.60)
	10	INF.	-69.50 (69.51)	5.57 (-5.57)	17.75 (-17.76)	0.73 (-0.74)	8.82 (-8.82)	27.47 (27.47)
		SUP.					6.77 (-6.77)	22.24 (22.24)

- Programa SUPER-ETABS.
- ( ) Programa TORSION.
- COL. COLUMNA.
- EXT. EXTREMO.
- INF. INFERIOR.
- SUP. SUPERIOR.
- P Carga axial.
- V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.
- M<sub>t</sub> Momento torsionante.
- M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

TABLA IV.10 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y.  
Sin código. Edificio caso A.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
1		INF.	19.28 (-19.29)	0.46 (-0.46)	11.75 (-11.76)	0.49 (-0.49)	0.47 (-0.47)	14.12 (14.12)
		SUP.					0.86 (0.86)	19.97 (19.97)
6		INF.	-26.97 (26.98)	1.53 (1.53)	-24.14 (-24.15)	0.49 (-0.49)	2.20 (2.20)	-31.25 (31.25)
		SUP.					2.24 (2.24)	-38.77 (38.77)
6		7 INF.	17.81 (-17.82)	4.66 (-4.67)	9.17 (-9.17)	0.49 (-0.49)	5.48 (-5.48)	10.57 (10.57)
		SUP.					8.05 (-8.05)	16.02 (16.02)
10		INF.	-22.26 (22.26)	3.18 (-3.19)	11.94 (-11.95)	0.49 (-0.49)	3.52 (-3.52)	14.06 (14.06)
		SUP.					5.71 (-5.71)	20.57 (20.57)

• Programa SUPER-ETABS.

( ) Programa TORSION.

COL. COLUMNA.

EXT. EXTREMO.

INF. INFERIOR.

SUP. SUPERIOR.

P Carga axial.

V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.

M<sub>t</sub> Momento torsionante.

M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

**TABLA IV.10** Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y.  
Sin código. Edificio caso A.  
(Continuación).

NIVEL	TRABE	MOMENTO TORSIONANTE (Ton-m)	M. FLEXIONANTE (Ton-m)	
			A	B
1	1	0.06*	-38.07	-36.46
		(-0.06)	(38.07)	(36.46)
	3	0.18	-57.70	-57.97
		(-0.18)	(57.70)	(57.98)
	6	0.08	-4.35	-4.35
		(-0.08)	(4.35)	(4.35)
9	0.28	-18.94	-18.77	
	(-0.28)	(18.94)	(18.77)	
17	0.08	-26.90	-26.90	
	(-0.08)	(26.90)	(26.90)	
3	1	0.10	-39.47	-38.10
		(-0.10)	(39.47)	(38.10)
	3	0.25	-55.90	-56.19
		(-0.26)	(55.90)	(56.20)
	6	0.13	-6.18	-6.18
		(-0.13)	(6.18)	(6.18)
9	0.26	-19.79	-19.92	
	(-0.26)	(19.79)	(19.92)	
17	0.13	-30.43	-30.43	
	(-0.13)	(30.43)	(30.43)	
6	1	0.03	-23.31	-22.58
		(-0.03)	(23.31)	(22.58)
	3	0.08	-32.37	-32.49
		(-0.08)	(32.37)	(32.49)
	6	0.05	-3.51	-3.51
		(-0.05)	(3.51)	(3.51)
9	0.13	-13.02	-13.14	
	(-0.13)	(13.02)	(13.14)	
17	0.05	-18.85	-18.85	
	(-0.05)	(18.85)	(18.85)	

- \* Programa SUPER-ETABS.
- ( ) Programa TORSION.
- A Extremo Izquierdo.
- B Extremo Derecho.

**TABLA IV.11** Elementos mecánicos de trabes, sismo en dirección X.  
Sin código. Edificio caso A.

NIVEL	TRABE	MOMENTO TORSIONANTE (Ton-m)	M. FLEXIONANTE (Ton-m)	
			A	B
1	1	-0.10 <sup>*</sup> (0.10)	-1.77 (1.77)	-1.70 (1.70)
	3	-0.21 (0.21)	-2.60 (2.60)	-2.62 (2.62)
	6	-0.13 (0.13)	-53.96 (-53.96)	-53.96 (53.96)
	9	-0.24 (0.24)	42.92 (-42.92)	45.30 (-45.30)
	17	-0.13 (0.13)	53.33 (-53.33)	53.33 (-53.33)
3	1	-0.13 (0.13)	-1.73 (1.73)	-1.67 (1.67)
	3	-0.21 (0.21)	-2.16 (2.16)	-2.05 (2.05)
	6	-0.16 (0.16)	-58.89 (-58.89)	-58.98 (-58.89)
	9	-0.25 (0.26)	48.31 (-48.31)	50.33 (-50.32)
	17	-0.16 (0.16)	60.12 (-60.12)	60.12 (-60.12)
6	1	-0.05 (0.05)	-1.52 (1.52)	-1.48 (1.48)
	3	-0.10 (0.10)	-2.17 (2.17)	-2.24 (2.24)
	6	-0.11 (0.11)	-36.56 (36.56)	-36.56 (36.56)
	9	-0.16 (0.16)	29.54 (-29.54)	30.91 (-30.91)
	17	-0.11 (0.11)	37.48 (-37.48)	37.48 (-37.48)

- \* Programa SUPER-ETABS.
- ( ) Programa TORSION.
- A Extremo Izquierdo.
- B Extremo Derecho.

TABLA IV.12 Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección Y.  
Sin código. Edificio caso A.

NIVEL	MARCO					
	1	2	3	4	5	6
8	2.9395	6.0911	16.0738	2.9310	6.3305	25.0737
7	7.3552	10.5127	28.2342	7.3573	10.6335	43.9474
6	7.7329	14.5804	38.3060	7.7281	14.8629	64.0796
5	11.2923	17.3924	46.4081	11.2930	17.5765	75.9774
4	13.0647	19.8041	53.1894	13.0637	19.9828	85.7652
3	11.0823	21.4706	58.1349	11.0746	21.8326	99.1248
2	12.4155	22.5653	60.7294	12.4170	22.6833	105.7691
1	19.0298	23.1517	64.0056	19.0350	23.1007	95.4770

**TABLA IV.13** Fuerzas cortantes de entrepiso (Ton) por marco obtenido de un análisis de traslación pura en dirección X. Edificio caso A.

NIVEL	MARCO							
	A	B	C	D	E	F	G	H
8	10.5902	10.6062	14.9273	3.8946	5.3638	5.2584	4.3986	4.4007
7	19.7520	19.7616	24.4993	8.1984	9.4139	9.3489	8.5329	8.5330
6	26.6955	26.7165	36.8087	9.9921	12.7674	12.6333	10.8374	10.8389
5	32.8862	32.8999	42.5351	13.2181	15.4579	15.3645	13.7890	13.7892
4	37.3638	37.3897	47.6982	15.1653	17.8116	17.7088	15.8660	15.8663
3	39.5918	39.6391	55.0485	15.6256	19.9062	19.7197	16.5935	16.5956
2	42.4974	42.5433	57.7373	16.9244	20.7756	20.6663	17.7197	17.7180
1	44.8515	44.8806	50.3625	19.9449	21.5310	21.5021	20.3644	20.3627

**TABLA IV.14** Fuerzas cortantes de entrepiso (Ton) por marco obtenido de un análisis de traslación pura en dirección Y. Edificio caso A.

NIVEL	MARCO					
	1	2	3	4	5	6
8	1532.84	1166.42	800.00	732.84	366.43	0.00
7	1532.84	1166.42	800.00	732.84	366.43	0.00
6	1532.84	1166.42	800.00	732.84	366.43	0.00
5	1532.84	1166.42	800.00	732.84	366.43	0.00
4	1532.84	1166.42	800.00	732.84	366.43	0.00
3	1532.84	1166.42	800.00	732.84	366.43	0.00
2	1532.84	1166.42	800.00	732.84	366.43	0.00
1	1532.84	1166.42	800.00	732.84	366.43	0.00

**TABLA IV.15** Coordenadas Y (cm), que corresponden a cada marco que forma a la estructura en la dirección transversal, con respecto al sistema global de ejes de referencia. Edificio caso A.

NIVEL	MARCO							
	A	B	C	D	E	F	G	H
8	0.0	800.0	1600.0	2012.22	2311.15	2723.38	3022.30	3434.52
7	0.0	800.0	1600.0	2012.22	2311.15	2723.38	3022.30	3434.52
6	0.0	800.0	1600.0	2012.22	2311.15	2723.38	3022.30	3434.52
5	0.0	800.0	1600.0	2012.22	2311.15	2723.38	3022.30	3434.52
4	0.0	800.0	1600.0	2012.22	2311.15	2723.38	3022.30	3434.52
3	0.0	800.0	1600.0	2012.22	2311.15	2723.38	3022.30	3434.52
2	0.0	800.0	1600.0	2012.22	2311.15	2723.38	3022.30	3434.52
1	0.0	800.0	1600.0	2012.22	2311.15	2723.38	3022.30	3434.52

**TABLA IV.16** Coordenadas X (cm), que corresponden a cada marco que forma a la estructura en la dirección longitudinal, con respecto al sistema global de ejes de referencia. Edificio caso A.

NIVEL	X <sub>T</sub> (cm)	Y <sub>T</sub> (cm)
8	1603.81	486.83
7	1614.97	544.75
6	1540.09	387.32
5	1632.75	576.55
4	1644.85	526.84
3	1653.06	116.67
2	1520.87	482.79
1	2389.46	2554.91

**TABLA IV.17** Coordenadas del centro de torsión a nivel de piso. Programa SUPER-ETABS. Edificio caso A.

ENTREPISO	X <sub>T</sub> (cm)	Y <sub>T</sub> (cm)
8	1603.81 <sup>*</sup>	486.83
	(1608.28)	(483.63)
7	1608.83	512.88
	(1615.88)	(552.56)
6	1590.51	479.42
	(1599.11)	(501.79)
5	1598.17	497.04
	(1606.72)	(534.97)
4	1603.86	500.67
	(1610.15)	(529.65)
3	1607.80	469.87
	(1606.22)	(450.58)
2	1602.71	470.63
	(1604.24)	(468.19)
1	1626.00	532.35
	(1631.26)	(566.18)

\* Programa SUPER-ETABS.

( ) Programa TORSION.

**TABLA IV.18** Coordenadas del centro de torsión a nivel de entrepiso. Edificio caso A.

NIVEL	$e_{cx}$ (cm)	$e_{cy}$ (cm)
8	106.89	88.37
7	95.73	30.45
6	170.61	187.88
5	77.95	-1.35
4	65.85	48.36
3	57.64	458.53
2	189.83	92.41
1	-678.76	-1979.71

**TABLA IV.19** Excentricidades estáticas a nivel de piso.  
Edificio caso A.

Sismo en dirección X			Sismo en dirección Y		
NIVEL	$E_{d1y}$ (cm)	$E_{d2y}$ (cm)	NIVEL	$E_{d1x}$ (cm)	$E_{d2x}$ (cm)
8	285.84	-64.91	8	503.79	-236.56
7	198.96	-122.83	7	487.05	-247.72
6	435.10	34.60	6	599.37	-172.84
5	151.93	-155.31	5	460.38	-265.50
4	225.82	-104.92	4	442.23	-277.60
3	841.08	305.24	3	429.91	-285.81
2	291.90	-60.87	2	628.20	-153.62
1	-1826.42	-3122.85	1	-335.31	-1361.59

$E_{d1x}$ ,  $E_{d1y}$  : Máximo de ( $E_{d1}$ ,  $E_{d2}$ )  
 $E_{d2x}$ ,  $E_{d2y}$  : Mínimo de ( $E_{d1}$ ,  $E_{d2}$ )

**TABLA IV.20** Excentricidades de diseño a nivel de piso, sismo en dirección X y Y. Edificio caso A.

Opción $E_{d1}$			Opción $E_{d2}$		
NIVEL	$X_{CM}^{\circ}$ (cm)	$Y_{CM}^{\circ}$ (cm)	NIVEL	$X_{CM}^{\circ}$ (cm)	$Y_{CM}^{\circ}$ (cm)
8	2107.60	772.67	8	1367.25	421.92
7	2102.02	743.71	7	1367.25	421.92
6	2139.46	822.42	6	1367.25	421.92
5	2093.13	728.48	5	1367.25	421.92
4	2087.08	752.66	4	1367.25	421.92
3	2082.97	957.75	3	1367.25	421.92
2	2149.07	774.69	2	1367.25	421.92
1	2054.15	728.49	1	1027.87	-567.94

**TABLA IV.21** Coordenadas de los centros de masas modificadas para el programa SUPER-ETABS. Edificio caso A.

Sin código			Con E <sub>a1</sub>			Con E <sub>a2</sub>		
Modo	Periodo	Componente	Modo	Periodo	Componente	Modo	Periodo	Componente
1	1.2109	Y, 0, X	1	1.4333	Y, 0, X	1	1.2660	Y, 0, X
2	1.1869	X, 0, Y	2	1.1944	X, Y, 0	2	1.1899	X, Y, 0
3	0.9511	0, Y, X	3	0.8702	0, Y, X	3	0.9533	0, Y, X
4	0.4370	X, Y, 0	4	0.5132	Y, 0, X	4	0.4608	Y, 0, X
5	0.4286	Y, X, 0	5	0.4369	X, Y, 0	5	0.4372	X, Y, 0
6	0.3423	0, Y, X	6	0.3138	0, Y, X	6	0.3508	0, Y, X
7	0.2483	X, Y, 0	7	0.2845	Y, X, 0	7	0.2662	X, Y, 0
8	0.2365	Y, X, 0	8	0.2478	X, Y, 0	8	0.2467	X, Y, 0
9	0.1902	0, Y, X	9	0.1747	0, Y, X	9	0.2018	0, Y, X
10	0.1507	X, Y, 0	10	0.1675	Y, 0, X	10	0.1628	Y, X, 0
11	0.1420	Y, X, 0	11	0.1506	X, Y, 0	11	0.1487	Y, X, 0
12	0.1145	0, Y, X	12	0.1147	Y, 0, X	12	0.1266	0, Y, X

TABLA IV.22. Periodos de vibración sin excentricidad de diseño y con las excentricidades de diseño. Edificio caso A.

NIVEL	$\Delta_x$ (cm)	$\Delta_y$ (cm)	$\theta$ (rad $\times 10^{-3}$ )
8	18.37*	5.97	-3.475
	[18.15]	[4.83]	[-2.528]
	(18.46)	(5.68)	(-3.299)
7	16.40	5.34	-3.109
	[16.27]	[4.33]	[-2.266]
	(16.49)	(5.08)	(-2.944)
6	13.81	4.57	-2.674
	[13.76]	[3.70]	[-1.951]
	(13.88)	(4.35)	(-2.535)
5	11.20	3.74	-2.209
	[11.20]	[3.04]	[-1.614]
	(11.26)	(3.56)	(-2.096)
4	8.33	2.86	-1.710
	[8.37]	[2.31]	[-1.248]
	(8.37)	(2.72)	(-1.627)
3	5.78	2.02	-1.226
	[5.83]	[1.63]	[-0.889]
	(5.81)	(1.92)	(-1.163)
2	3.87	1.30	-0.776
	[3.92]	[1.05]	[-0.560]
	(3.91)	(1.21)	(-0.718)
1	2.03	0.61	-0.357
	[2.05]	[0.50]	[-0.257]
	(2.05)	(0.55)	(-0.314)

- \* Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS con un análisis dinámico modal espectral.
- ( ) Programa TORSION.

**TABLA IV.23** Desplazamientos horizontales máximos totales, sismo en dirección X. Excentricidad de diseño  $E_d1$ . Edificio caso A.

NIVEL	$\Delta_x$ (cm)	$\Delta_y$ (cm)	$\theta$ (rad x $10^{-3}$ )
8	20.79*	-1.61	1.235
	[18.15]	[-4.83]	[2.528]
	(20.79)	(-1.61)	(1.235)
7	18.57	-1.44	1.105
	[16.27]	[-4.33]	[2.266]
	(18.59)	(-1.51)	(1.149)
6	15.67	-1.28	0.959
	[13.76]	[-3.70]	[1.951]
	(15.65)	(-1.21)	(0.916)
5	12.72	-1.06	0.780
	[11.20]	[-3.70]	[1.614]
	(12.70)	(-1.00)	(0.737)
4	9.49	-0.82	0.577
	[8.37]	[-2.31]	[1.248]
	(9.47)	(-0.76)	(0.535)
3	6.60	-0.60	0.407
	[5.83]	[-1.63]	[0.889]
	(6.58)	(-0.54)	(0.365)
2	4.44	-0.44	0.306
	[3.92]	[-1.05]	[0.560]
	(4.42)	(-0.39)	(0.268)
1	2.32	-0.26	0.188
	[2.05]	[-0.50]	[0.257]
	(2.31)	(-0.22)	(0.161)

- \* Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS con un análisis dinámico modal espectral.
- ( ) Programa TORSION.

**TABLA IV.24** Desplazamientos horizontales máximos totales, sismo en dirección X. Excentricidad de diseño  $E_{az}$ . Edificio caso A.

NIVEL	$\Delta_x$ (cm)	$\Delta_y$ (cm)	$\theta$ (rad $\times 10^{-3}$ )
8	3.81*	9.82	6.700
	[2.87]	[14.94]	[3.756]
	(3.79)	(9.90)	(6.649)
7	3.41	8.75	5.987
	[2.57]	[13.38]	[3.368]
	(3.39)	(8.82)	(5.940)
6	2.87	7.43	5.086
	[2.16]	[11.42]	[2.872]
	(2.85)	(7.49)	(5.046)
5	2.30	6.09	4.152
	[1.74]	[9.39]	[2.350]
	(2.29)	(6.14)	(4.119)
4	1.69	4.64	3.138
	[1.28]	[7.17]	[1.785]
	(1.68)	(4.68)	(3.113)
3	1.16	3.29	2.201
	[0.88]	[5.08]	[1.255]
	(1.15)	(3.31)	(2.181)
2	0.78	2.15	1.431
	[0.60]	[3.33]	[0.816]
	(0.77)	(2.17)	(1.414)
1	0.41	1.07	0.702
	[0.31]	[1.65]	[0.400]
	(0.40)	(1.08)	(0.690)

- \* Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS con un análisis dinámico modal espectral.
- ( ) Programa TORSION.

**TABLA IV.25** Desplazamientos horizontales máximos totales, sismo en dirección Y. Excentricidad de diseño  $E_{d1}$ . Edificio caso A.

NIVEL	$\Delta_x$ (cm)	$\Delta_y$ (cm)	$\theta$ (rad x $10^{-3}$ )
8	-1.31*	25.88	-3.277
	[-2.87]	[14.94]	[-3.756]
	(-1.30)	(25.86)	(-3.261)
7	-1.16	23.10	-2.929
	[-2.57]	[13.38]	[-3.368]
	(-1.15)	(23.08)	(-2.913)
6	-1.01	19.62	-2.490
	[-2.16]	[11.42]	[-2.872]
	(-1.00)	(19.60)	(-2.475)
5	-0.85	16.09	-2.050
	[-1.74]	[9.39]	[-2.350]
	(-0.84)	(16.06)	(-2.035)
4	-0.69	12.23	-1.568
	[-1.28]	[7.17]	[-1.785]
	(-0.68)	(12.21)	(-1.553)
3	-0.51	8.64	-1.115
	[-0.88]	[5.08]	[-1.255]
	(-0.50)	(8.62)	(-1.101)
2	-0.33	5.66	-0.742
	[-0.60]	[3.33]	[-0.816]
	(-0.32)	(5.64)	(-0.729)
1	-0.16	2.82	-0.379
	[-0.31]	[1.65]	[-0.400]
	(-0.15)	(2.81)	(-0.369)

- \* Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS con un análisis dinámico modal espectral.
- ( ) Programa TORSION.

TABLA IV.26 Desplazamientos horizontales máximos totales, sismo en dirección Y. Excentricidad de diseño  $E_d2$ . Edificio caso A.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
1	INF.		82.10 [72.37] (-81.12)	16.56 [16.80] (16.87)	5.85 [4.76] (-4.71)	-1.12 [-0.81] (0.99)	54.87 [55.58] (-55.71)	20.62 [16.67] (-17.54)
		SUP.					13.84 [14.17] (-14.30)	3.66 [3.20] (-3.58)
6	INF.		23.96 [21.66] (23.92)	-23.96 [-22.92] (-23.83)	-0.41 [-1.52] (-0.38)	-1.12 [-0.81] (-0.99)	-70.28 [-67.13] (-69.93)	-1.50 [-4.62] (-1.44)
		SUP.					-29.17 [-27.99] (-28.95)	-0.19 [-1.75] (-0.15)
7	INF.		-150.37 [-146.03] (150.76)	21.84 [22.46] (-22.30)	-13.74 [-13.24] (-13.74)	-1.12 [-0.81] (0.99)	58.90 [60.73] (60.01)	-40.17 [38.22] (-40.11)
		SUP.					31.75 [32.50] (32.51)	-16.84 [16.76] (-16.90)
10	INF.		2.61 [9.87] (1.68)	16.69 [16.07] (16.58)	-15.23 [-12.37] (-14.10)	-1.12 [-0.81] (-0.99)	55.80 [53.61] (55.49)	-53.35 [-43.36] (-50.26)
		SUP.					13.46 [13.11] (13.31)	-9.85 [-8.03] (-8.24)
1	INF.		53.00 [46.87] (52.40)	8.89 [9.18] (8.84)	6.57 [5.25] (6.81)	-2.10 [-1.54] (-2.09)	14.97 [15.36] (14.89)	9.62 [7.85] (9.95)
		SUP.					9.93 [10.71] (9.84)	8.79 6.91 (9.10)
6	INF.		15.87 [14.35] (15.85)	-26.13 [-24.59] (-26.13)	1.47 [1.88] (1.47)	-2.10 [-1.54] (-2.09)	-37.42 [-35.29] (-37.43)	1.84 [2.51] (1.83)
		SUP.					-35.74 [-33.69] (-35.72)	2.27 [2.84] (2.26)
7	INF.		-92.92 [-90.14] (-93.12)	24.50 [25.30] (24.44)	-14.40 [-14.06] (-14.40)	-2.10 [-1.54] (-2.09)	34.85 [35.90] (34.75)	-21.00 [-20.40] (-21.00)
		SUP.					33.77 [35.07] (33.68)	-19.32 [-19.05] (-19.32)
10	INF.		2.43 [6.13] (1.87)	10.25 [9.71] (10.27)	-13.23 [-10.79] (-13.47)	-2.10 [-1.54] (-2.09)	16.70 [15.94] (16.73)	-20.19 [-16.62] (-20.52)
		SUP.					12.00 [11.57] (12.01)	-16.88 [-13.77] (-17.18)

Nota: Para simbología y abreviatura ver al final de la tabla.

TABLA IV.27 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X. Con excentricidad de diseño E<sub>a1</sub>. Edificio caso A.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)	
1		INF.	16.84 [15.03] (16.62)	5.93 [6.11] (5.96)	4.24 [3.42] (4.08)	-1.17 [-0.86] (-1.11)	6.36 [7.08] (-6.38)	5.13 [4.21] (-4.98)	
		SUP.				--	10.84 [11.24] (-10.90)	7.16 [5.81] (6.85)	
6		INF.	5.08 [4.65] (5.07)	-17.10 [-16.16] (-17.06)	1.06 [1.32] (1.06)	-1.17 [-0.86] (-1.11)	-21.76 [-20.72] (-21.70)	1.61 [1.97] (1.60)	
		SUP.					-27.84 [-26.35] (-27.76)	1.46 [1.95] (1.46)	
6		7	INF.	-26.55 [-26.16] (-26.62)	16.38 [16.76] (16.48)	-9.79 [-9.49] (-9.81)	-1.17 [-0.86] (-1.11)	21.48 [22.12] (21.60)	-12.68 [-12.44] (-12.70)
		SUP.					26.02 [26.61] (26.19)	-15.71 [-15.19] (-15.73)	
10		INF.	0.83 [2.09] (0.63)	6.54 [6.26] (6.52)	-8.80 [-7.15] (-8.65)	-1.17 [-0.86] (-1.11)	7.16 [7.29] (7.14)	-10.36 [-8.59] (-10.22)	
		SUP.					11.81 [11.42] (11.77)	-15.17 [-12.41] (-14.87)	

- \* Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS con un análisis dinámico modal espectral.
- ( ) Programa TORSION.
- COL. COLUMNA.
- EXT. EXTREMO.
- INF. INFERIOR.
- SUP. SUPERIOR.
- P Carga axial.
- V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.
- M<sub>t</sub> Momento torsionante.
- M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

**TABLA IV.27** Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X.  
 Con excentricidad de diseño Ed<sub>1</sub>. Edificio caso A.  
 (Continuación).

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	Vx (Ton)	Vy (Ton)	Mt (T-m)	Mx (T-m)	My (T-m)	
7	1	INF.	52.13 [72.37] (-52.43)	19.03 [16.80] (-18.84)	-3.59 [-4.76] (-2.87)	0.59 [0.81] (-0.51)	62.90 [55.58] (-62.37)	-10.52 [-16.67] (8.56)	
		SUP.					16.08 [14.17] (15.80)	-4.38 [-3.20] (3.33)	
	6	INF.	22.52 [21.66] (-22.54)	-22.53 [-22.92] (22.63)	-0.22 [-1.52] (-0.24)	0.59 [0.81] (-0.51)	-65.99 [-67.13] (-66.22)	-0.99 [-4.62] (-1.00)	
		SUP.					-27.52 [-27.99] (-27.66)	-0.04 [-1.75] (-0.02)	
	7	INF.	-162.11 [-146.03] (161.97)	25.85 [22.46] (-25.57)	-13.84 [-13.24] (-13.85)	0.59 [0.81] (-0.51)	70.21 [60.73] (69.51)	-39.27 [-38.22] (39.32)	
		SUP.					37.10 [32.50] (36.62)	-18.19 [-16.76] (18.15)	
	10	INF.	-25.38 [9.87] (25.11)	15.69 [16.07] (-15.77)	-5.93 [-12.37] (-6.66)	0.59 [0.81] (-0.51)	52.32 [53.61] (52.52)	-21.61 [-43.36] (-23.58)	
		SUP.					12.81 [13.11] (12.91)	-3.03 [-8.03] (4.03)	
	3	1	INF.	33.58 [46.87] (-33.61)	10.57 [9.18] (10.57)	-0.98 [-5.25] (0.98)	0.47 [1.54] (-0.46)	17.49 [15.36] (-17.51)	-1.50 [-7.85] (1.63)
			SUP.					12.11 [10.71] (-12.08)	-1.24 [-6.91] (1.12)
		6	INF.	14.95 [14.35] (-14.96)	-23.47 [-24.59] (23.49)	1.52 [1.88] (1.53)	0.47 [1.54] (-0.46)	-33.82 [-35.29] (-33.81)	1.91 [2.51] (1.91)
			SUP.					-31.91 [-33.69] (-31.94)	2.36 [2.84] (2.36)
7		INF.	-99.59 [-90.14] (99.61)	29.24 [25.30] (-29.24)	-14.96 [-14.06] (-14.97)	0.47 [1.54] (-0.46)	41.45 [35.90] (41.48)	-21.66 [-20.40] (-21.65)	
		SUP.					40.42 [35.03] (40.38)	-20.24 [-19.05] (20.25)	
10		INF.	-15.81 [6.13] (15.79)	9.02 [9.71] (-9.02)	-5.97 [-10.79] (-5.97)	0.47 [1.54] (-0.46)	14.98 [15.94] (14.96)	-9.34 [-16.62] (-9.20)	
		SUP.					10.27 [11.57] (10.29)	-7.38 [-13.77] (-7.52)	

Nota: Para simbología y abreviatura ver al final de la tabla.

TABLA IV.28 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X. Con excentricidad de diseño E42. Edificio caso A.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
1	INF.		10.68	6.95	-0.81	0.45	7.54	-0.94
			[15.03]	[6.11]	[-3.42]	[0.86]	[7.08]	[4.21]
		SUP.	(-10.68)	(6.95)	(0.82)	(-0.45)	(-7.54)	(0.94)
							12.61	-1.43
							[11.24]	[-5.81]
							(-12.61)	(1.42)
6	INF.		4.82	-15.66	1.05	0.45	-19.88	1.60
			[4.65]	[-16.16]	[1.32]	[0.86]	[-20.72]	[1.97]
6	SUP.		(-4.82)	(15.67)	(1.06)	(-0.45)	(-19.88)	(1.60)
							-25.55	1.46
						[ -26.35]	[1.95]	
						(-25.55)	(1.46)	
7	INF.		-28.25	19.16	-10.08	0.45	25.10	-13.18
			[-26.16]	[16.76]	[-9.49]	[0.86]	[22.12]	[-12.44]
		SUP.	(28.26)	(-19.16)	(-10.08)	(0.45)	(25.10)	(-13.18)
							30.46	-16.04
							[26.61]	[-15.19]
							(30.46)	(-16.04)
10	INF.		-5.03	5.92	-3.92	0.45	6.41	-4.62
			[-2.09]	[6.26]	[-7.15]	[0.86]	[7.29]	[-8.59]
		SUP.	(5.03)	(-5.92)	(-3.93)	(-0.45)	(6.41)	(-4.62)
							10.76	-6.76
							[11.42]	[-12.41]
							(10.76)	(-6.76)

- Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS con un análisis dinámico modal espectral.
- ( ) Programa TORSION.
- COL. COLUMNA.
- EXT. EXTREMO.
- INF. INFERIOR.
- SUP. SUPERIOR.
- P Carga axial.
- V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.
- M<sub>t</sub> Momento torsionante.
- M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

**TABLA IV.28** Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X. Con excentricidad de diseño E<sub>d2</sub>. Edificio caso A. (Continuación).

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)	
1	1	INF.	58.27	3.533	10.86	2.22	11.41	36.74	
			[77.90]	[2.72]	[17.02]	[1.26]	[8.79]	[57.28]	
				(-58.58)	(3.45)	(-11.18)	(-2.19)	(-11.17)	(-37.60)
		SUP.					3.25	8.33	
						[2.52]	[13.40]		
							(-3.13)	(8.78)	
		6	INF.	-131.39	1.78	-28.19	2.22	4.89	-84.31
				[-122.88]	[0.97]	[-27.32]	[1.26]	[2.68]	[-81.60]
				(131.39)	(-1.75)	(-28.31)	(-2.19)	(4.79)	(-84.33)
		SUP.					2.53	-32.71	
							[1.45]	[-31.81]	
							(2.47)	(32.72)	
	7	INF.	74.28	13.05	18.08	2.22	41.81	65.76	
			[75.92]	[10.75]	[17.28]	[1.26]	[34.90]	[62.06]	
			(-74.42)	(-12.93)	(18.08)	(-2.19)	(41.50)	(65.75)	
	SUP.					12.34	9.28		
						[9.85]	[9.79]		
						(12.14)	(9.30)		
	10	INF.	-137.92	6.69	30.17	2.22	22.90	105.44	
			[-112.39]	[7.42]	[23.31]	[1.26]	[25.43]	[81.48]	
			(137.63)	(-6.72)	(29.86)	(-2.19)	(22.99)	(104.58)	
	SUP.					4.86	19.76		
						[5.38]	[15.36]		
						(4.90)	(19.34)		
3	1	INF.	38.00	1.99	9.27	3.60	3.32	14.15	
			[50.94]	[1.45]	[14.59]	[2.05]	[2.45]	[22.17]	
				(-38.18)	(2.00)	(-9.26)	(-3.61)	(-3.33)	(-14.10)
		SUP.					2.26	11.82	
						[1.70]	[18.90]		
							(2.27)	(11.81)	
		6	INF.	-86.26	5.14	-36.02	3.60	6.89	-51.23
				[-80.61]	[2.84]	[-34.73]	[2.05]	[3.71]	[-49.33]
				(86.25)	(-5.13)	(-36.03)	(-3.61)	(6.88)	(-51.23)
		SUP.					7.50	-49.64	
							[4.28]	[-48.06]	
							(7.49)	(-49.64)	
	7	INF.	48.54	12.46	13.81	3.60	18.57	22.13	
			[48.99]	[9.77]	[13.49]	[2.05]	[14.70]	[21.45]	
			(-48.60)	(-12.47)	(13.81)	(-3.61)	(18.57)	(22.13)	
	SUP.					16.32	16.53		
						[12.79]	[16.68]		
						(16.31)	(16.53)		
	10	INF.	-90.31	4.20	25.72	3.60	6.87	39.78	
			[-73.36]	[5.12]	[19.99]	[2.05]	[8.20]	[30.90]	
			(90.14)	(-4.21)	(25.75)	(-3.61)	(6.87)	(39.83)	
	SUP.					4.90	32.24		
						[6.28]	[25.46]		
						(4.91)	(32.25)		

Nota: Para abreviatura y simbología ver al final de la tabla.

**TABLA IV.29** Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y.  
Con excentricidad de diseño Ed1. Edificio caso A.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
1	INF.		12.20	1.61	5.99	2.36	1.79	7.21
			[16.36]	[1.18]	[9.64]	[1.33]	[1.43]	[11.77]
	SUP.		(-12.27)	(1.60)	(-6.06)	(-2.36)	(-1.78)	(-7.28)
							2.87	10.18
6	INF.		-27.27	3.18	-24.15	2.36	4.36	-31.27
			[-25.57]	[1.80]	[-23.02]	[1.33]	[2.58]	[-29.91]
6	SUP.		(27.27)	(-3.17)	(-24.16)	(-2.36)	(4.34)	(-31.27)
							4.86	-38.78
7	INF.		15.83	7.84	8.84	2.36	9.62	9.99
			[15.72]	[6.20]	[8.49]	[1.33]	[7.69]	[10.06]
	SUP.		(-15.86)	(-7.81)	(8.84)	(-2.36)	(9.58)	(9.99)
							13.12	15.64
10	INF.		-29.00	2.47	17.49	2.36	2.66	20.58
			[-23.57]	[2.96]	[13.35]	[1.33]	[3.44]	[16.11]
	SUP.		(29.00)	(-2.48)	(-17.43)	(-2.36)	(2.67)	(20.51)
							4.51	30.14
						[5.39]	[23.17]	
						(4.52)	(30.04)	

- \* Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS con un análisis dinámico modal espectral.
- ( ) Programa TORSION.
- COL. COLUMNA.
- EXT. EXTREMO.
- INF. INFERIOR.
- SUP. SUPERIOR.
- P Carga axial.
- V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.
- M<sub>t</sub> Momento torsionante.
- M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

**TABLA IV.29** Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y.  
Con excentricidad de diseño E<sub>sl</sub>. Edificio caso A.  
(Continuación).

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
1	INF.		120.89	-1.24	29.14	-1.19	-4.28	97.80
			[77.90]	[-2.72]	[17.02]	[-1.26]	[8.79]	[57.28]
	SUP.		(-120.79)	(-1.18)	(-28.90)	(1.17)	(4.10)	(-97.13)
							-0.89	23.15
6	INF.		-128.39	-1.01	-28.55	-1.19	-3.59	-85.30
			[-122.88]	[-0.97]	[-27.32]	[-1.26]	[-2.68]	[-81.60]
	SUP.		(128.40)	(0.99)	(-28.55)	(1.17)	(-3.51)	(-85.29)
							-0.63	-33.18
7	INF.		98.70	5.24	18.30	-1.19	19.63	63.97
			[17.92]	[10.75]	[17.28]	[-1.26]	[34.90]	[62.06]
	SUP.		(-98.65)	(-5.34)	(18.31)	(1.17)	(19.88)	(63.99)
							2.11	12.00
10	INF.		-79.42	8.62	12.18	-1.19	29.76	43.16
			[-112.39]	[7.42]	[23.31]	[-1.26]	[25.43]	[81.48]
	SUP.		(79.53)	(-8.60)	(12.43)	(1.17)	(29.69)	(43.85)
							6.03	7.39
1	INF.		79.23	-1.43	24.78	-1.74	-1.97	37.63
			[50.94]	[-1.45]	[14.59]	[-2.05]	[-2.45]	[22.17]
	SUP.		(-79.23)	(-1.43)	(-24.79)	(1.75)	(1.98)	(-37.68)
							-2.04	31.77
6	INF.		-84.30	-0.36	-36.14	-1.74	-0.66	-51.38
			[-80.61]	[-2.84]	[-34.73]	[-2.05]	[-3.71]	[-49.33]
3	SUP.		(84.31)	(0.36)	(-36.15)	(1.75)	(-0.67)	(-51.38)
							-0.36	-49.83
7	INF.		62.77	2.69	14.99	-1.74	4.78	23.45
			[48.99]	[9.77]	[13.49]	[-2.05]	[14.70]	[21.45]
	SUP.		(-62.77)	(-2.69)	(14.99)	(1.75)	(4.77)	(23.44)
							2.75	18.52
10	INF.		-51.55	6.75	10.82	-1.74	10.51	16.82
			[-73.36]	[5.12]	[19.99]	[-2.05]	[8.20]	[30.90]
	SUP.		(51.57)	(-6.76)	(10.82)	(1.75)	(10.52)	(16.78)
							8.40	13.47
						[6.28]	[25.46]	
						(8.39)	(13.52)	

Nota: Para abreviatura y simbología ver al final de la tabla.

TABLA IV.30 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y.  
Con excentricidad de diseño E42. Edificio caso A.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
1	INF.		25.39	-0.51	16.65	-1.11	-0.64	19.99
			[16.36]	[-1.18]	[9.64]	[-1.33]	[-1.43]	[11.77]
			(-25.39)	(-0.51)	(-16.65)	(1.12)	(0.64)	(-19.99)
	SUP.						-0.83	28.29
							[-2.13]	[16.48]
							(0.83)	(-28.29)
6	INF.		-26.72	0.12	-24.14	-1.11	0.35	-31.24
			[-25.57]	[1.80]	[-23.02]	[-1.33]	[2.58]	[-29.91]
			(26.72)	(-0.12)	(-24.14)	(1.12)	(0.35)	(-31.24)
	SUP.						0.00	-38.76
							[2.67]	[-37.03]
							(0.00)	(-38.76)
7	INF.		19.51	1.95	9.46	-1.11	1.95	11.07
			[15.72]	[6.20]	[8.49]	[-1.33]	[7.69]	[10.06]
			(-19.52)	(-1.96)	(9.46)	(1.12)	(1.95)	(11.07)
	SUP.						3.72	16.35
							[10.48]	[15.09]
							(3.72)	(16.35)
10	INF.		-16.44	3.79	7.22	-1.11	4.26	8.52
			[-23.57]	[2.96]	[13.35]	[-1.33]	[3.44]	[16.11]
			(16.45)	(-3.79)	(7.23)	(1.12)	(4.26)	(8.52)
	SUP.						6.73	12.43
							[5.39]	[23.17]
							(6.73)	(12.43)

- Programa **SUPER-ETABS.**
- [ ] Programa **SUPER-ETABS** con un análisis dinámico modal espectral.
- ( ) Programa **TORSION.**
- COL. COLUMNA.
- EXT. EXTREMO.
- INF. INFERIOR.
- SUP. SUPERIOR.
- P Carga axial.
- V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.
- M<sub>t</sub> Momento torsionante.
- M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

**TABLA IV.30** Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y.  
Con excentricidad de diseño Ed2. Edificio caso A.  
(Continuación).

NIVEL	TRABE	MOMENTO	M. FLEXIONANTE		
		TORSIONANTE	(Ton-m)		
		(Ton-m)	A	B	
1	1	0.29	-35.24	-33.75	
		[0.21]	[-35.68]	[-34.18]	
	3	(-0.27)	(35.25)	(33.74)	
		0.44	-53.40	-53.60	
	6	[0.33]	[-54.29]	[-54.55]	
		(-0.41)	(53.91)	(54.17)	
	9	0.38	-17.37	-17.37	
		[0.27]	[-13.95]	[-13.95]	
	17	(-0.35)	(-15.72)	(-15.72)	
		0.52	-19.85	-19.82	
	3	1	[0.41]	[-18.47]	[-18.35]
			(-0.51)	(19.59)	(19.54)
3		0.37	-39.32	-19.32	
		[0.27]	[-31.99]	[-31.99]	
6		(-0.34)	(37.61)	(37.61)	
		0.36	-36.47	-35.30	
9		[0.27]	[-36.78]	[-35.50]	
		(-0.36)	(36.54)	(35.27)	
17		0.53	-51.62	-51.90	
		[0.41]	[-52.30]	[-52.58]	
6		1	(-0.53)	(51.68)	(51.96)
			0.46	-20.11	-20.11
	3	[0.34]	[-16.34]	[-16.34]	
		(-0.45)	(19.82)	(19.82)	
	6	0.54	-20.99	-21.24	
		[0.41]	[-19.31]	[-19.47]	
	9	(-0.54)	(20.95)	(21.20)	
		0.45	-44.05	-44.05	
	17	[0.33]	[-36.00]	[-36.00]	
		(-0.45)	(43.75)	(43.75)	
	1	1	0.13	-21.66	-20.98
			[0.10]	[-21.72]	[-21.04]
3		(-0.13)	(21.78)	(21.09)	
		0.19	-30.09	-30.09	
6		[0.15]	[-30.34]	[-30.45]	
		(-0.19)	(30.26)	(30.37)	
9		0.26	-12.00	-12.00	
		[0.19]	[-9.90]	[-9.90]	
17		(-0.25)	(-11.38)	(-11.38)	
		0.31	-13.72	-13.91	
3		1	[0.23]	[-12.60]	[-12.74]
			(-0.30)	(13.67)	(13.86)
	3	0.26	-27.19	-27.19	
		[0.19]	[-22.16]	[-22.16]	
	6	(-0.25)	(26.58)	(26.58)	

\* Programa SUPER-ETABS.

[ ] Programa SUPER-ETABS con un análisis dinámico modal espectral.

( ) Programa TORSION.

A Extremo Izquierdo.

B Extremo Derecho.

TABLA IV.31 Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección X.  
Excentricidad de diseño E<sub>sl</sub>. Edificio caso A.

NIVEL	TRABE	MOMENTO	M. FLEXIONANTE	
		TORSIONANTE	(Ton-m)	
		(Ton-m)	A	B
1	1	-0.12	-40.40	-38.70
		[ -0.21 ]	[ -35.68 ]	[ -34.18 ]
1	3	(0.11)	(40.19)	(38.50)
		-0.02	-61.25	-61.54
1	6	[ -0.33 ]	[ -54.29 ]	[ -54.55 ]
		(0.00)	(60.92)	(61.21)
1	9	-0.16	6.36	6.36
		[ -0.27 ]	[ 13.95 ]	[ 13.95 ]
1	17	(0.14)	(5.41)	(5.41)
		0.07	-18.20	-17.91
1	3	[ 0.41 ]	[ -18.47 ]	[ -18.35 ]
		(-0.09)	(18.25)	(17.97)
1	6	-0.15	-16.69	-16.69
		[ -0.27 ]	[ -31.99 ]	[ -31.99 ]
1	9	(0.14)	(17.58)	(17.58)
		-0.09	-41.79	-40.34
1	17	[ -0.27 ]	[ -36.78 ]	[ -35.50 ]
		(0.09)	(41.78)	(40.33)
3	3	0.04	-59.19	-59.50
		[ 0.41 ]	[ -52.30 ]	[ -52.58 ]
3	6	(-0.04)	(59.18)	(59.49)
		-0.11	4.58	4.58
3	9	[ -0.34 ]	[ 16.34 ]	[ 16.34 ]
		(0.11)	(4.50)	(4.50)
3	17	0.04	-18.86	-18.90
		[ 0.41 ]	[ -19.31 ]	[ -19.47 ]
3	6	(-0.04)	(18.87)	(18.91)
		-0.11	-19.89	-19.89
3	9	[ -0.33 ]	[ -36.00 ]	[ -36.00 ]
		(0.11)	(19.99)	(19.99)
3	17	-0.05	-24.61	-23.84
		[ -0.10 ]	[ -21.72 ]	[ -21.04 ]
3	6	(0.05)	(24.61)	(23.89)
		0.00	-34.16	-34.29
3	9	[ -0.15 ]	[ -30.34 ]	[ -30.45 ]
		(0.00)	(34.16)	(34.30)
6	17	-0.10	3.18	3.18
		[ -0.19 ]	[ 9.90 ]	[ 9.90 ]
6	6	(0.10)	(3.18)	(3.18)
		-0.01	-12.46	-12.53
6	9	[ -0.23 ]	[ -12.60 ]	[ -12.74 ]
		(0.01)	(12.46)	(12.53)
6	17	-0.10	-12.28	-12.28
		[ -0.19 ]	[ -22.16 ]	[ -22.16 ]
6	6	(0.10)	(12.29)	(12.29)

\* Programa SUPER-ETABS.

[ ] Programa SUPER-ETABS con un análisis dinámico modal espectral.

( ) Programa TORSION.

A Extremo Izquierdo.

B Extremo Derecho.

TABLA IV.32 Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección X.  
Excentricidad de diseño E2. Edificio caso A.

NIVEL	TRABE	MOMENTO TORSIONANTE (Ton-m)	M. FLEXIONANTE (Ton-m)	
			A	B
1	1	-0.56*	-7.26	-6.96
		[-0.31]	[-5.54]	[-5.31]
	3	(0.55)	(7.16)	(6.87)
		-0.70	-10.92	-10.97
	6	[-0.42]	[-8.38]	[-8.42]
		(0.70)	(10.77)	(10.81)
	9	-0.71	-28.71	-28.71
		[-0.40]	[-44.74]	[-44.74]
	17	(0.70)	(29.15)	(29.15)
		-0.72	44.70	47.36
	1	[-0.44]	[41.61]	[44.00]
		(0.72)	(44.67)	(47.32)
3	-0.70	77.44	77.44	
	[-0.40]	[59.86]	[59.86]	
6	(0.70)	(77.03)	(77.03)	
	-0.65	-7.69	-7.43	
9	[-0.37]	[-5.76]	[-5.56]	
	(0.65)	(7.66)	(7.40)	
17	-0.76	-10.62	-10.55	
	[-0.45]	[-8.01]	[-7.96]	
3	(0.76)	(10.59)	(10.52)	
	-0.81	-31.26	-31.26	
6	[-0.46]	[-48.60]	[-48.60]	
	(0.81)	(-31.38)	(-31.38)	
9	-0.82	50.69	52.94	
	[-0.49]	[46.79]	[48.81]	
17	(0.82)	(-50.67)	(52.93)	
	-0.80	87.14	87.14	
1	[-0.46]	[67.15]	[67.15]	
	(0.80)	(87.01)	(87.01)	
3	-0.28	-4.92	-4.77	
	[-0.16]	[-3.75]	[-3.64]	
6	(0.28)	(4.89)	(4.74)	
	-0.33	-6.87	-6.92	
9	[-0.19]	[-5.29]	[-5.36]	
	(0.33)	(6.82)	(6.91)	
17	-0.53	-19.10	-19.10	
	[-0.30]	[-29.79]	[-29.79]	
3	(0.53)	(-19.28)	(-19.28)	
	-0.54	30.99	32.49	
6	[-0.32]	[28.28]	[29.63]	
	(0.54)	(30.98)	(32.47)	
9	-0.53	54.60	54.60	
	[-0.30]	[41.52]	[41.52]	
17	(0.52)	(54.44)	(54.44)	

\* Programa SUPER-ETABS.

{ } Programa SUPER-ETABS con un análisis dinámico modal espectral.

( ) Programa TORSION.

A Extremo Izquierdo.

B Extremo Derecho.

**TABLA IV. 33** Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección Y.  
Excentricidad de diseño E<sub>41</sub>. Edificio caso A.

NIVEL	TRABE	MOMENTO TORSIONANTE (Ton-m)	M. FLEXIONANTE (Ton-m)		
			A	B	
1	1	0.29	3.04	2.92	
		[0.31]	[5.54]	[5.31]	
	3	(-0.28)	(-2.98)	(-2.85)	
		0.22	4.71	4.73	
	6	[0.42]	[8.38]	[8.42]	
		(-0.21)	(-4.59)	(-4.61)	
	9	0.37	-76.16	-76.16	
		[0.40]	[-44.74]	[-44.74]	
	17	(-0.36)	(-75.83)	(-75.83)	
		0.18	41.36	43.50	
	3	1	[0.44]	[41.61]	[44.00]
			(-0.17)	(-41.37)	(-43.52)
3		0.36	32.14	32.14	
		[0.40]	[59.86]	[59.86]	
6		(-0.36)	(-32.45)	(-32.44)	
		0.31	3.43	3.31	
9		[0.37]	[5.76]	[5.56]	
		(-0.31)	(-3.43)	(-3.31)	
17		0.26	5.18	5.31	
		[0.45]	[8.01]	[7.96]	
6		1	(-0.26)	(-5.17)	(-5.30)
			0.39	-82.86	-82.86
	3	[0.46]	[-48.60]	[-48.60]	
		(-0.39)	(-82.83)	(-82.83)	
	6	0.22	46.25	48.06	
		[0.49]	[46.79]	[48.81]	
	9	(-0.22)	(-46.25)	(-48.06)	
		0.38	36.69	36.69	
	17	[0.46]	[67.15]	[67.15]	
		(-0.39)	(-36.72)	(-36.72)	
	1	1	0.13	1.38	1.34
			[0.16]	[3.75]	[3.64]
3		(-0.13)	(-1.38)	(-1.34)	
		0.10	1.84	1.81	
6		[0.19]	[5.29]	[5.36]	
		(-0.10)	(-1.84)	(-1.81)	
9		0.25	-51.56	-51.56	
		[0.30]	[-29.79]	[-29.79]	
17		(-0.25)	(-51.55)	(-51.55)	
		0.15	28.30	29.55	
6		[0.32]	[28.28]	[29.63]	
		(-0.15)	(-28.30)	(-29.55)	
1	17	0.25	22.77	22.77	
		[0.30]	[41.52]	[41.52]	
3	17	(-0.25)	(-22.77)	(-22.77)	

- \* Programa SUPER-ETABS.  
 [ ] Programa SUPER-ETABS con un análisis dinámico modal espectral.  
 ( ) Programa TORSION.  
 A Extremo Izquierdo. B Extremo Derecho.

TABLA IV.34 Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección Y. Excentricidad de diseño E2. Edificio caso A.

NIVEL	ENTREPISO	$F_1$ (Ton)	$V_1$ (Ton)
8		265.93	
	8		265.93
7		233.84	
	7		499.77
6		201.74	
	6		701.51
5		169.65	
	5		871.16
4		137.55	
	4		1008.71
3		105.46	
	3		1114.17
2		73.36	
	2		1187.53
1		41.27	
	1		1228.80

Nota:

Las fuerzas sísmicas y cortantes de entrepiso son obtenidas empleando el método estático con  $C_s=0.4$ , Zona III.

TABLA IV.35 Fuerzas sísmicas estáticas.  
Edificio caso B.

NIVEL	ENTREPISO	$F_1$ (Ton)	$V_1$ (Ton)
8		117.28	
	8		117.28
7		97.95	
	7		215.28
6		79.91	
	6		295.14
5		67.25	
	5		362.39
4		51.93	
	4		414.32
3		37.17	
	3		451.49
2		28.52	
	2		480.01
1		13.29	
	1		493.30

Nota:

Las fuerzas fueron obtenidas de un análisis dinámico modal espectral de traslación pura (sismo en X).

TABLA IV.36 Fuerzas sísmicas dinámicas.  
Edificio caso B.

Modo	Periodo	Componente	Modo	Periodo	Componente	Modo	Periodo	Componente
1	1.4679	Y, $\theta$ , X	1	1.3897	X	1	1.4534	Y
2	1.3951	X, $\theta$ , Y	2	0.5069	X	2	0.5260	Y
3	1.2042	$\theta$ , Y, X	3	0.2856	X	3	0.2940	Y
4	0.5287	Y, $\theta$ , X	4	0.1732	X	4	0.1772	Y
5	0.5078	X, $\theta$ , Y	5	0.1208	X	5	0.1226	Y
6	0.4379	$\theta$ , Y, X	6	0.0895	X	6	0.0905	Y
7	0.2945	Y, $\theta$ , X	7	0.0659	X	7	0.0663	Y
8	0.2857	X, $\theta$ , Y	8	0.0495	X	8	0.0497	Y
9	0.2451	$\theta$ , Y, X						
10	0.1773	Y, X, $\theta$						
11	0.1732	X, Y, $\theta$						
12	0.1477	$\theta$ , X, Y						
13	0.1228	Y, X, $\theta$						
14	0.1208	X, Y, $\theta$						
15	0.1020	$\theta$ , X, Y						

**TABLA IV.37** Periodos de vibración, con tres y un grado de libertad por nivel. Sin código. Edificio caso B.

Modo	X	Y	$\theta$
1	0.006	0.729	0.032
2	0.748	0.011	0.013
3	0.019	0.029	0.723
4	0.001	0.139	0.004
5	0.139	0.001	0.001
6	0.001	0.003	0.137
7	0.000	0.047	0.001
8	0.047	0.000	0.000
9	0.000	0.000	0.047
10	0.000	0.020	0.000
11	0.019	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.002
13	0.000	0.010	0.000
14	0.010	0.000	0.000
15	0.000	0.000	0.011
Total	0.991	0.991	0.991

TABLA IV.38 Participación modal de cada componente (X, Y,  $\theta$ ).  
Sin código. Edificio caso B.

SISMO Nivel	EN DIRECCION X	
	$\gamma_{XE}$	$\gamma_{XD}$
8	0.0094	0.0078
7	0.0129	0.0106
6	0.0133	0.0108
5	0.0149	0.0118
4	0.0142	0.0112
3	0.0112	0.0088
2	0.0110	0.0086
1	0.0082	0.0064

SISMO Nivel	EN DIRECCION Y	
	$\gamma_{YE}$	$\gamma_{YD}$
8	0.1060	0.0088
7	0.0143	0.0116
6	0.0148	0.0118
5	0.0165	0.0130
4	0.0156	0.0122
3	0.0125	0.0096
2	0.0120	0.0092
1	0.0087	0.0066

TABLA IV.39 Deformaciones angulares de entrepiso.  
Análisis estático ( $\gamma_E$ ) y dinámico ( $\gamma_D$ ).  
Sismo en dirección X y Y, respectivamente.  
Sin código. Edificio caso B.

NIVEL	$\Delta_x$ (cm)	$\Delta_y$ (cm)	$\theta$ (rad $\times 10^{-3}$ )
8	26.99 <sup>*</sup> (26.99)	1.19 (1.19)	-1.038 (-1.039)
7	24.30 (24.30)	1.03 (1.03)	-0.899 (-0.899)
6	20.68 (20.68)	0.86 (0.86)	-0.752 (-0.752)
5	16.99 (16.99)	0.66 (0.66)	-0.584 (-0.584)
4	12.89 (12.89)	0.48 (0.48)	-0.420 (-0.420)
3	9.09 (9.09)	0.31 (0.31)	-0.275 (-0.275)
2	6.07 (6.07)	0.16 (0.16)	-0.142 (-0.142)
1	3.12 (3.12)	0.04 (0.04)	-0.039 (-0.039)

\* Programa SUPER-ETABS.  
( ) Programa TORSION.

TABLA IV.40 Desplazamientos horizontales máximos totales. Sismo en dirección X. Sin código. Edificio caso B.

NIVEL	$\Delta_x$ (cm)	$\Delta_y$ (cm)	$\theta$ (rad $\times 10^{-3}$ )
8	1.35 <sup>*</sup> (1.35)	28.53 (28.53)	1.757 (1.758)
7	1.17 (1.17)	25.66 (25.66)	1.531 (1.531)
6	0.98 (0.98)	21.83 (21.83)	1.283 (1.284)
5	0.77 (0.77)	17.92 (17.92)	1.005 (1.005)
4	0.55 (0.55)	13.58 (13.58)	0.730 (0.730)
3	0.37 (0.37)	9.56 (9.56)	0.484 (0.484)
2	0.20 (0.20)	6.36 (6.36)	0.263 (0.263)
1	0.06 (0.06)	3.25 (3.25)	0.087 (0.087)

\* Programa SUPER-ETABS.  
( ) Programa TORSION.

TABLA IV.41 Desplazamientos horizontales máximos totales. Sismo en dirección Y. Sin código. Edificio caso B.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)	
1	1	INF.	117.44	31.24	-0.26	-0.14	108.51	0.41	
		SUP.	(-117.45)	(-31.24)	(0.26)	(0.14)	(-108.51)	(0.41)	
	6	INF.	-5.07	40.58	-0.17	-0.14	121.66	-0.03	
		SUP.	(5.07)	(-40.58)	(0.17)	(0.14)	(-121.66)	(-0.03)	
	7	INF.	114.42	31.30	-0.26	-0.14	106.84	0.41	
		SUP.	(-114.43)	(-31.30)	(0.26)	(0.14)	(-106.84)	(0.41)	
	13	INF.	-104.03	31.16	0.36	-0.14	107.21	-0.98	
		SUP.	(104.03)	(-31.16)	(-0.37)	(0.14)	(-107.21)	(-0.98)	
	3	1	INF.	75.72	23.82	1.53	-0.74	37.11	2.39
			SUP.	(-75.72)	(-23.82)	(-1.53)	(0.74)	(-37.11)	(2.39)
		6	INF.	-3.25	46.63	0.21	-0.74	65.89	0.42
			SUP.	(3.25)	(-46.63)	(-0.21)	(0.74)	(-65.89)	(0.42)
7		INF.	74.02	20.48	1.53	-0.74	32.12	2.39	
		SUP.	(-74.02)	(-20.48)	(-1.53)	(0.74)	(-32.12)	(2.39)	
13		INF.	-66.62	21.62	-2.73	-0.74	33.90	-4.31	
		SUP.	(66.62)	(-21.62)	(2.73)	(0.74)	(-33.90)	(-4.31)	

• Programa SUPER-ETABS.

( ) Programa TORSION.

COL. COLUMNA.

EXT. EXTREMO.

INF. INFERIOR.

SUP. SUPERIOR.

P Carga axial.

V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.

M<sub>t</sub> Momento torsionante.

M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

TABLA IV.42 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X.  
Sin código. Edificio caso B.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
1	INF.		23.89	15.45	1.07	-0.48	17.46	1.43
		SUP.	(-23.90)	(-15.45)	(-1.07)	(0.48)	(-17.46)	(1.43)
6	INF.		-1.19	30.69	0.07	-0.48	38.96	0.10
		SUP.	(1.19)	(-30.69)	(-0.07)	(0.48)	(-38.96)	(0.10)
7	INF.		23.38	13.19	1.07	-0.48	14.49	1.43
		SUP.	(-23.38)	(-13.19)	(-1.07)	(0.48)	(-14.49)	(1.43)
13	INF.		-20.85	13.98	-1.86	-0.48	15.55	-2.47
		SUP.	(20.85)	(-13.99)	(1.86)	(0.48)	(-15.55)	(-2.47)
						25.00	-2.92	
						(-25.00)	(-2.92)	

• Programa SUPER-ETABS.

( ) Programa TORSION.

COL. COLUMNA.

EXT. EXTREMO.

INF. INFERIOR.

SUP. SUPERIOR.

P Carga axial.

V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.

M<sub>t</sub> Momento torsionante.

M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

TABLA IV.42 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X.  
Sin código. Edificio caso B. (Continuación)

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)	
1	1	INF.	-127.76 (127.76)	-0.12 (0.12)	32.16 (-32.16)	0.32 (-0.32)	-2.88 (2.88)	110.54 (110.54)	
		SUP.					2.39 (-2.38)	24.55 (24.55)	
	6	INF.	-5.38 (5.38)	-0.16 (0.16)	42.15 (-42.15)	0.32 (-0.32)	-0.31 (0.31)	127.16 (127.16)	
		SUP.					-0.35 (0.35)	49.86 (49.86)	
	7	INF.	121.34 (-121.34)	0.02 (-0.02)	32.16 (-32.16)	0.32 (-0.32)	1.27 (-1.27)	110.54 (110.54)	
		SUP.					-1.18 (1.18)	24.55 (24.55)	
	13	INF.	-141.55 (141.55)	-0.04 (0.04)	32.76 (-32.76)	0.32 (-0.32)	-0.13 (0.13)	116.72 (116.72)	
		SUP.					-0.04 (0.04)	20.87 (20.87)	
	3	1	INF.	-83.16 (83.16)	-3.48 (3.48)	21.93 (-21.93)	1.22 (-1.22)	-5.52 (5.52)	34.39 (34.39)
			SUP.					-4.24 (4.24)	26.99 (26.99)
		6	INF.	-3.43 (3.43)	-0.80 (0.80)	50.84 (-50.84)	1.22 (-1.22)	-1.05 (1.05)	71.96 (71.96)
			SUP.					-1.19 (1.19)	70.37 (70.37)
7		INF.	78.65 (-78.65)	1.66 (-1.66)	21.93 (-21.93)	1.22 (-1.22)	2.60 (-2.60)	34.39 (34.39)	
		SUP.					2.05 (-2.05)	26.99 (26.99)	
13		INF.	-92.41 (92.41)	-0.17 (0.17)	28.87 (-28.87)	1.22 (-1.22)	-0.25 (0.25)	45.09 (45.09)	
		SUP.					-0.21 (0.21)	35.74 (35.74)	

\* Programa SUPER-ETABS.

( ) Programa TORSION.

COL. COLUMNA.

EXT. EXTREMO.

INF. INFERIOR.

SUP. SUPERIOR.

P Carga axial.

V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.

M<sub>t</sub> Momento torsionante.

M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

TABLA IV.43 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y.  
Sin código. Edificio caso B.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
1		INF.	-26.39	-2.35	14.17	0.80	-3.08	15.69
		SUP.	(26.39)	(2.35)	(-14.17)	(-0.80)	(3.08)	(15.69)
6		INF.	-1.25	-0.63	33.50	0.80	-0.84	42.67
		SUP.	(1.25)	(0.63)	(-33.50)	(-0.80)	(0.84)	(42.67)
6		INF.	24.88	1.15	14.17	0.80	1.52	15.69
		SUP.	(-24.88)	(-1.15)	(-14.17)	(-0.80)	(-1.52)	(15.69)
13		INF.	-29.49	-0.10	18.85	0.80	-0.13	21.79
		SUP.	(29.49)	(0.11)	(-18.85)	(-0.80)	(0.13)	(21.79)
							-0.16	32.86
							(0.16)	(32.86)

\* Programa SUPER-ETABS.

( ) Programa TORSION.

COL. COLUMNA.

EXT. EXTREMO.

INF. INFERIOR.

SUP. SUPERIOR.

P Carga axial.

V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.

M<sub>t</sub> Momento torsionante.

M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

TABLA IV.43 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y.  
Sin código. Edificio caso B. (Continuación).

NIVEL	TRABE	MOMENTO TORSIONANTE (Ton-m)	M. FLEXIONANTE (Ton-m)	
			A	B
1	1	0.05 <sup>*</sup> (-0.05)	77.14 (-77.14)	77.14 (-77.14)
	7	0.03 (-0.03)	1.65 (-1.65)	1.65 (-1.65)
	11	0.05 (-0.05)	-71.61 (71.61)	-68.55 (68.55)
	13	0.05 (-0.05)	-67.62 (67.62)	-67.73 (67.73)
	21	0.05 (-0.05)	-3.10 (3.10)	-3.10 (3.10)
	3	1	0.12 (-0.12)	-84.00 (84.00)
7		0.11 (-0.11)	3.67 (-3.67)	3.67 (-3.67)
11		0.12 (-0.12)	-75.42 (75.42)	-72.91 (72.91)
13		0.12 (-0.12)	-74.97 (74.97)	-75.00 (75.00)
21		0.12 (-0.12)	-6.84 (6.84)	-6.84 (6.84)
6		1	0.07 (-0.07)	-49.92 (49.92)
	7	0.07 (-0.07)	2.31 (-2.31)	2.31 (-2.31)
	11	0.07 (-0.07)	-44.89 (44.89)	-43.33 (44.89)
	13	0.08 (-0.08)	-44.95 (44.95)	-44.95 (44.95)
	21	0.07 (-0.07)	-4.22 (4.22)	-4.22 (4.22)

\* Programa SUPER-ETABS.

( ) Programa TORSION.

A Extremo Izquierdo.

B Extremo Derecho.

TABLA IV.44 Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección X.  
Sin código. Edificio caso B.

NIVEL	TRABE	MOMENTO	M. FLEXIONANTE	
		TORSIONANTE (Ton-m)	(Ton-m)	
			A	B
1	1	-0.10 <sup>*</sup> (0.10)	4.71 (-4.71)	4.71 (-4.71)
	7	-0.10 (0.10)	69.34 (-69.34)	69.34 (-69.34)
	11	-0.10 (0.10)	-2.19 (2.19)	-2.12 (2.12)
	13	-0.54 (0.54)	1.11 (-1.11)	1.10 (-1.10)
	21	-0.10 (0.10)	86.07 (-86.07)	86.07 (-86.07)
	3	1	-0.20 (0.20)	9.05 (-9.05)
7		-0.20 (0.20)	76.62 (-76.62)	76.62 (-76.62)
11		-0.20 (0.20)	-4.25 (4.25)	-4.11 (4.11)
13		-0.59 (0.59)	2.21 (-2.21)	2.20 (-2.20)
21		-0.20 (0.20)	98.25 (-98.25)	98.25 (-98.25)
6		1	-0.12 (0.12)	5.57 (-5.57)
	7	-0.12 (0.12)	45.92 (-45.92)	45.92 (-45.92)
	11	-0.12 (0.12)	-2.66 (2.66)	-2.56 (2.56)
	13	-0.37 (0.37)	1.66 (-1.66)	1.66 (-1.66)
	21	-0.12 (0.12)	58.62 (-58.62)	58.62 (-58.62)

- \* Programa SUPER-ETABS.
- ( ) Programa TORSION.
- A Extremo Izquierdo.
- B Extremo Derecho.

**TABLA IV. 45** Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección Y.  
Sin código. Edificio caso B.

NIVEL	MARCO			
	A	B	C	D
8	10.4243	10.5010	48.1530	48.2016
7	24.1912	24.2360	83.3863	83.4165
6	27.8660	27.9615	119.6261	119.6865
5	38.5578	38.6215	142.5842	142.6265
4	45.1868	45.2629	161.9036	161.9601
3	43.1918	43.3105	182.4539	182.5338
2	47.9244	48.0255	191.9922	192.0680
1	63.0424	63.1002	183.5567	183.6006

**TABLA IV.46** Fuerzas cortantes de entrepiso (Ton) por marco obtenido de un análisis de traslación pura en dirección X. Edificio caso B.

NIVEL	MARCO				
	1	2	3	4	5
8	40.5446	40.4903	12.1389	12.0533	12.0530
7	68.7078	68.6749	25.9816	25.9326	25.9328
6	100.1192	100.0525	31.7265	31.6208	31.6210
5	118.0525	118.0061	42.1570	42.0870	42.0874
4	133.7159	133.6542	49.0435	48.9531	48.9532
3	152.5576	152.4688	48.9088	48.7772	48.7774
2	159.6075	159.5253	53.6991	53.5890	53.5892
1	148.8503	148.8037	65.2565	65.1950	65.1946

**TABLA IV.47** Fuerzas cortantes de entrepiso (Ton) por marco obtenido de un análisis de traslación pura en dirección Y. Edificio caso B.

NIVEL	MARCO			
	A	B	C	D
8	2400.0	1600.0	800.0	0.0
7	2400.0	1600.0	800.0	0.0
6	2400.0	1600.0	800.0	0.0
5	2400.0	1600.0	800.0	0.0
4	2400.0	1600.0	800.0	0.0
3	2400.0	1600.0	800.0	0.0
2	2400.0	1600.0	800.0	0.0
1	2400.0	1600.0	800.0	0.0

**TABLA IV.48** Coordenadas Y (cm), correspondientes a cada marco que forma a la estructura en la dirección transversal, con respecto al sistema global de ejes de referencia. Edificio caso B.

NIVEL	MARCO				
	1	2	3	4	5
8	0.0	800.0	1600.0	2400.0	3200.0
7	0.0	800.0	1600.0	2400.0	3200.0
6	0.0	800.0	1600.0	2400.0	3200.0
5	0.0	800.0	1600.0	2400.0	3200.0
4	0.0	800.0	1600.0	2400.0	3200.0
3	0.0	800.0	1600.0	2400.0	3200.0
2	0.0	800.0	1600.0	2400.0	3200.0
1	0.0	800.0	1600.0	2400.0	3200.0

**TABLA IV.49** Coordenadas X (cm), que corresponden a cada marco que forma a la estructura en la dirección longitudinal, con respecto al sistema global de ejes de referencia. Edificio caso B.

NIVEL	$X_T$ (cm)	$Y_T$ (cm)
8	1017.32	685.05
7	1249.84	849.45
6	827.78	547.77
5	1333.27	908.29
4	1193.65	808.81
3	372.65	229.16
2	1411.49	930.32
1	5636.29	4037.19

**TABLA IV.50** Coordenadas del centro de torsión a nivel de piso. Programa SUPER-ETABS. Edificio caso B.

ENTREPISO	$X_T$ (cm)	$Y_T$ (cm)
8	1017.33 (1017.79)	685.05 (683.48)
7	1123.14 (1123.35)	759.86 (759.31)
6	1043.17 (1043.47)	702.44 (701.55)
5	1097.01 (1097.20)	740.64 (740.12)
4	1109.12 (1109.28)	749.18 (748.71)
3	1048.49 (1048.72)	706.37 (705.66)
2	1070.05 (1070.21)	719.68 (719.25)
1	1193.07 (1193.11)	809.06 (808.94)

\* Programa SUPER-ETABS.

( ) Programa TORSION.

**TABLA IV.51** Coordenadas del centro de torsión a nivel de entrepiso. Edificio caso B.

NIVEL	$e_{cx}$ (cm)	$e_{cy}$ (cm)
8	182.68	114.95
7	-49.84	-49.45
6	372.22	252.23
5	-133.27	-108.29
4	6.35	-8.81
3	827.35	570.84
2	-211.49	-130.32
1	-4436.29	-3237.19

**TABLA IV.52** Excentricidades estáticas a nivel de piso. Edificio caso B.

Sismo en dirección X			Sismo en dirección Y		
NIVEL	$E_{d1y}$ (cm)	$E_{d2y}$ (cm)	NIVEL	$E_{d1x}$ (cm)	$E_{d2x}$ (cm)
8	412.42	-125.05	8	594.02	-137.32
7	190.55	-314.17	7	270.16	-394.76
6	618.34	12.23	6	878.33	52.22
5	131.71	-402.43	5	186.73	-519.90
4	231.19	-253.21	4	329.52	-313.65
3	1096.26	330.84	3	1561.02	507.35
2	109.68	-435.48	2	108.51	-637.23
1	-2997.19	-5095.78	1	-4116.29	-6971.43

$E_{d1x}$ ,  $E_{d1y}$  : Máximo de ( $E_{d1}$ ,  $E_{d2}$ ).

$E_{d2x}$ ,  $E_{d2y}$  : Mínimo de ( $E_{d1}$ ,  $E_{d2}$ ).

**TABLA IV.53** Excentricidades de diseño a nivel de piso, sismo en dirección X y Y. Edificio caso B.

NIVEL	Opción $E_{d1}$		NIVEL	Opción $E_{d2}$	
	$X_{CM}^*$ (cm)	$Y_{CM}^*$ (cm)		$X_{CM}^*$ (cm)	$Y_{CM}^*$ (cm)
8	1611.34	1097.47	8	880.00	560.00
7	1520.00	1040.00	7	855.08	535.27
6	1706.11	1166.11	6	880.00	560.00
5	1520.00	1040.00	5	813.36	505.85
4	1523.17	1040.00	4	880.00	555.59
3	1933.67	1325.42	3	880.00	560.00
2	1520.00	1040.00	2	774.25	494.84
1	1520.00	1040.00	1	-1338.14	-1058.59

**TABLA IV.54** Coordenadas de los centros de masas modificadas para el programa SUPER-ETABS. Edificio caso B.

Sin código			Con Ed1			Con Eaz		
Modo	Periodo	Componente	Modo	Periodo	Componente	Modo	Periodo	Componente
1	1.4678	Y, 0, X	1	1.7509	Y, 0, X	1	1.5677	Y, 0, X
2	1.3951	X, 0, Y	2	1.4119	X, Y, 0	2	1.4147	X, Y, 0
3	1.2042	0, Y, X	3	1.0938	0, Y, X	3	1.2142	0, X, Y
4	0.5287	Y, 0, X	4	0.6391	Y, 0, X	4	0.6679	0, Y, X
5	0.5078	X, 0, Y	5	0.5133	X, Y, 0	5	0.5160	X, Y, 0
6	0.4379	0, Y, X	6	0.4036	0, Y, X	6	0.4819	0, X, Y
7	0.2445	Y, 0, X	7	0.3546	Y, X, 0	7	0.3781	Y, X, 0
8	0.2857	X, Y, 0	8	0.2884	X, Y, 0	8	0.2896	X, Y, 0
9	0.2451	0, X, Y	9	0.2274	0, Y, X	9	0.2752	0, X, Y
10	0.1773	Y, X, 0	10	0.1989	Y, 0, X	10	0.2131	0, Y, X
11	0.1732	X, Y, 0	11	0.1745	X, Y, 0	11	0.1751	X, Y, 0
12	0.1477	0, X, Y	12	0.1395	0, Y, X	12	0.1695	0, X, Y
13	0.1227	Y, X, 0	13	0.1391	Y, X, 0	13	0.1343	Y, 0, X
14	0.1208	X, Y, 0	14	0.1214	X, Y, 0	14	0.1215	X, Y, 0
15	0.1020	0, X, Y	15	0.1057	0, Y, X	15	0.1140	X, Y, 0

**TABLA IV.55** Periodos de vibración sin excentricidad de diseño y con excentricidad de diseño. Edificio caso B.

NIVEL	$\Delta_x$ (cm)	$\Delta_y$ (cm)	$\theta$ (rad x $10^{-3}$ )
8	23.56*	6.28	-5.706
	[24.33]	[5.52]	[-3.707]
	(23.76)	(5.98)	(-5.430)
7	21.22	5.60	-5.091
	[21.96]	[4.95]	[-3.313]
	(21.40)	(5.32)	(-4.825)
6	18.04	4.78	-4.330
	[18.76]	[4.21]	[-2.814]
	(18.22)	(4.50)	(-4.084)
5	14.82	3.88	-3.515
	[15.45]	[3.43]	[-2.284]
	(14.98)	(3.64)	(-3.294)
4	11.24	2.94	-2.645
	[11.76]	[2.59]	[-1.713]
	(11.38)	(2.72)	(-2.460)
3	7.92	2.06	-1.848
	[8.32]	[1.80]	[-1.188]
	(8.02)	(1.88)	(-1.698)
2	5.28	1.32	-1.176
	[5.57]	[1.17]	[-0.756]
	(5.38)	(1.18)	(-1.058)
1	2.72	0.62	-0.555
	[2.86]	[0.57]	[-0.360]
	(2.78)	(0.56)	(-0.482)

- \* Programa SUPER-ETABS.  
 [ ] Programa SUPER-ETABS con análisis dinámico modal espectral.  
 ( ) Programa TORSION.

TABLA IV.56 Desplazamientos horizontales máximos totales, sismo en dirección X. Excentricidad de diseño  $E_{s1}$ . Edificio caso B.

NIVEL	$\Delta_x$ (cm)	$\Delta_y$ (cm)	$\theta$ (rad x $10^{-3}$ )
8	30.06*	-3.34	3.113
	[24.33]	[-5.52]	[3.707]
	(29.84)	(-3.04)	(2.834)
7	27.06	-3.08	2.846
	[21.96]	[-4.95]	[3.313]
	(26.86)	(-2.76)	(2.576)
6	23.06	-2.64	2.444
	[18.76]	[-4.21]	[2.814]
	(22.86)	(-2.38)	(2.202)
5	18.96	-2.24	2.057
	[15.45]	[-3.43]	[2.284]
	(18.78)	(-1.98)	(1.634)
4	14.40	-1.74	1.595
	[11.76]	[-2.59]	[1.713]
	(14.26)	(-1.54)	(1.408)
3	10.16	-1.28	1.160
	[8.32]	[-1.80]	[1.188]
	(10.06)	(-1.12)	(1.009)
2	6.80	-0.92	0.821
	[5.57]	[-1.17]	[0.756]
	(6.72)	(-0.78)	(0.702)
1	3.50	-0.52	0.458
	[2.86]	[-0.57]	[0.360]
	(3.46)	(-0.44)	(0.384)

- \* Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS con análisis dinámico modal espectral.
- ( ) Programa TORSION.

TABLA IV.57 Desplazamientos horizontales máximos totales, sismo en dirección X. Excentricidad de diseño E42. Edificio caso B.

NIVEL	$\Delta_x$ (cm)	$\Delta_y$ (cm)	$\theta$ (rad $\times 10^{-3}$ )
8	6.04*	21.58	8.135
	[4.52]	[23.98]	[5.430]
	(5.78)	(21.96)	(7.789)
7	5.40	19.40	7.255
	[4.06]	[21.62]	[4.849]
	(5.14)	(19.78)	(6.920)
6	4.58	16.48	6.168
	[3.44]	[18.46]	[4.116]
	(4.36)	(16.84)	(5.856)
5	3.72	13.52	5.006
	[2.80]	[15.20]	[3.336]
	(3.52)	(13.84)	(4.722)
4	2.82	10.22	3.766
	[2.12]	[11.54]	[2.500]
	(2.64)	(10.50)	(3.523)
3	1.96	7.18	2.630
	[1.48]	[8.16]	[1.733]
	(1.82)	(7.42)	(2.428)
2	1.26	4.78	1.675
	[0.96]	[5.44]	[1.099]
	(1.14)	(4.96)	(1.512)
1	0.60	2.44	0.792
	[0.46]	[2.78]	[0.519]
	(0.54)	(2.56)	(0.689)

- \* Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS con análisis dinámico modal espectral.
- ( ) Programa TORSION.

**TABLA IV.58** Desplazamientos horizontales máximos totales, sismo en dirección Y. Excentricidad de diseño  $E_d1$ . Edificio caso B.

NIVEL	$\Delta_x$ (cm)	$\Delta_y$ (cm)	$\theta$ (rad x $10^{-3}$ )
8	-2.70*	34.54	-3.738
	[-4.52] (-2.44)	[23.98] (34.16)	[-5.430] (-3.395)
7	-2.48	31.10	-3.425
	[-4.06] (-2.24)	[21.62] (30.72)	[-4.849] (-3.093)
6	-2.14	26.48	-2.957
	[-3.44] (-1.92)	[18.46] (26.14)	[-4.116] (-2.646)
5	-1.82	21.76	-2.491
	[-2.80] (-1.62)	[15.20] (21.46)	[-3.336] (-2.208)
4	-1.42	16.52	-1.940
	[-2.12] (-1.24)	[11.54] (16.26)	[-2.500] (-1.698)
3	-1.04	11.68	-1.420
	[-1.48] (-0.90)	[8.16] (11.46)	[-1.733] (-1.218)
2	-0.76	7.80	-1.015
	[-0.96] (-0.64)	[5.44] (7.62)	[-1.099] (-0.853)
1	-0.44	4.00	-0.572
	[-0.46] (-0.36)	[2.78] (3.90)	[-0.519] (-0.471)

- \* Programa **SUPER-ETABS**.
- [ ] Programa **SUPER-ETABS** con análisis dinámico modal espectral.
- ( ) Programa **TORSION**.

**TABLA IV.59** Desplazamientos horizontales máximos totales, sismo en dirección Y. Excentricidad de diseño E22. Edificio caso B.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)	
1	1	INF.	129.08 [110.84] (-128.36)	39.20 [33.17] (-37.69)	5.68 [5.30] (-4.52)	-2.05 [-1.33] (1.79)	136.51 [115.09] (-131.98)	20.70 [18.89] (-17.30)	
		SUP.					28.14 [24.28] (-26.30)	3.14 [3.57] (3.06)	
	6	INF.	-5.37 [-5.10] (5.32)	40.57 [39.02] (-40.59)	2.29 [3.91] (-1.83)	-2.05 [-1.33] (1.79)	121.86 [103.06] (-121.89)	7.15 [21.56] (5.90)	
		SUP.					48.52 [22.85] (-48.59)	2.51 [8.04] (2.65)	
	7	INF.	121.19 [115.38] (-120.77)	27.25 [28.80] (-28.04)	5.68 [5.30] (-4.52)	-2.05 [-1.33] (1.79)	93.07 [98.19] (-95.38)	20.70 [18.89] (17.30)	
		SUP.					21.38 [22.82] (-22.38)	3.14 [3.57] (3.06)	
	13	INF.	-64.19 [-91.53] (66.71)	31.17 [29.99] (-31.18)	-9.66 [-5.60] (7.75)	-2.05 [-1.33] (1.79)	107.40 [103.11] (-107.47)	-36.30 [-20.59] (-30.59)	
		SUP.					23.46 [22.92] (-23.49)	-4.27 [-3.65] (-4.07)	
	3	1	INF.	83.33 [71.63] (-82.99)	30.75 [25.49] (-30.45)	5.88 [4.88] (-5.70)	-3.72 [-2.40] (3.56)	47.61 [39.76] (-47.40)	8.95 [7.64] (8.83)
			SUP.					38.50 [32.12] (-37.85)	7.50 [6.07] (7.12)
		6	INF.	-3.43 [-3.27] (3.43)	47.36 [44.92] (-47.32)	2.31 [4.50] (-2.22)	-3.72 [-2.40] (3.56)	66.96 [63.48] (-66.90)	3.30 [6.44] (3.23)
			SUP.					65.66 [62.49] (-65.59)	3.16 [6.18] (2.99)
7		INF.	78.35 [74.74] (-78.16)	17.48 [18.78] (-17.60)	5.88 [4.88] (-5.70)	-3.72 [-2.40] (3.56)	27.60 [29.50] (-27.69)	8.95 [7.64] (8.83)	
		SUP.					21.33 [23.58] (-21.60)	7.50 [6.06] (7.11)	
13		INF.	-41.00 [-58.63] (42.15)	22.23 [21.00] (-22.19)	-11.48 [-6.47] (11.09)	-3.72 [-2.40] (3.56)	34.78 [32.95] (-34.74)	-17.58 [-10.15] (-17.31)	
		SUP.					27.45 [26.36] (-27.40)	-14.56 [-8.00] (-13.75)	

Nota: Para simbología y abreviatura ver al final de la tabla.

TABLA IV.60 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X.  
Con excentricidad de diseño E<sub>sl</sub>. Edificio caso B.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
1	INF.		26.34	19.93	3.87	-2.35	22.64	4.60
			[22.86]	[16.61]	[3.23]	[-1.54]	[19.53]	[3.81]
		SUP.	(-26.27)	(-19.82)	(-3.81)	(2.29)	(-22.64)	(4.62)
							35.15	6.63
							(29.40)	(5.60)
							(-34.83)	(6.43)
6	INF.		-1.25	31.18	1.40	-2.35	39.63	1.75
			[-1.20]	[29.59]	[2.89]	[-1.54]	[37.91]	[3.65]
		SUP.	(1.25)	(-31.16)	(-1.37)	(2.29)	(-39.60)	(1.73)
6	INF.						50.79	2.32
							[48.19]	[4.74]
		SUP.				(-50.75)	(2.24)	
7	INF.		24.73	11.26	3.87	-2.35	12.30	4.59
			[23.78]	[12.13]	[3.23]	[-1.54]	[14.05]	[3.81]
		SUP.	(-24.69)	(-11.30)	(-3.81)	(2.29)	(-12.28)	(4.62)
							20.35	6.63
							[21.92]	[5.60]
							(-20.48)	(6.62)
13	INF.		-12.79	14.40	-7.50	-2.35	16.12	-8.98
			[-18.50]	[13.65]	[-4.30]	[-1.54]	[15.93]	[-5.25]
		SUP.	(13.02)	(-14.38)	(7.36)	(2.29)	(-16.09)	(-8.98)
							25.64	-12.76
							[24.41]	[-7.29]
							(-25.61)	(-11.62)

- Programa **SUPER-ETABS.**
- [ ] Programa **SUPER-ETABS** con análisis dinámico modal espectral.
- ( ) Programa **TORSION.**
- COL. COLUMNA.
- EXT. EXTREMO.
- INF. INFERIOR.
- SUP. SUPERIOR.
- P Carga axial.
- V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.
- M<sub>t</sub> Momento torsionante.
- M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

**TABLA IV.60** Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X.  
Con excentricidad de diseño E<sub>el</sub>. Edificio caso B.  
(Continuación).

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)	
1	1	INF.	107.10 [110.84] (-107.84)	23.13 [33.17] (-24.65)	-6.33 [-5.30] (5.18)	1.69 [1.33] (-1.43)	80.93 [115.09] (-85.46)	-19.71 [-18.89] (-16.31)	
		SUP.					16.23 [24.28] (-18.07)	-6.90 [-3.57] (-5.44)	
	6	INF.	-4.80 [-5.10] (4.82)	40.61 [39.02] (-40.60)	-2.68 [-3.91] (2.21)	1.69 [1.33] (-1.43)	121.54 [103.06] (-121.50)	-7.21 [-21.56] (-5.69)	
		SUP.					49.05 [22.85] (-48.99)	-4.05 [8.04] (-3.33)	
	7	INF.	108.40 [115.38] (-108.83)	35.44 [28.80] (-34.66)	-6.33 [-5.30] (5.18)	1.69 [1.33] (-1.43)	120.51 [98.19] (-118.20)	-19.71 [-18.89] (-16.31)	
		SUP.					28.35 [22.82] (-27.35)	-6.90 [-3.57] (-5.44)	
	13	INF.	-139.47 [-91.53] (136.93)	31.16 [29.99] (-31.15)	10.57 [5.60] (-8.66)	1.69 [1.33] (-1.43)	107.02 [103.11] (-107.02)	28.09 [20.59] (28.09)	
		SUP.					23.84 [22.92] (-23.80)	10.58 [3.65] (8.27)	
	3	1	INF.	69.02 [71.63] (-69.02)	17.99 [25.49] (-18.30)	-2.09 [-4.88] (1.91)	1.88 [2.40] (-1.70)	28.35 [39.76] (-28.58)	-3.04 [-7.64] (-2.92)
			SUP.					22.01 [32.12] (-22.66)	-2.81 [-6.07] (-2.42)
		6	INF.	-3.08 [-3.27] (3.09)	45.98 [44.92] (-46.02)	-1.54 [-4.50] (1.45)	1.88 [2.40] (-1.70)	64.95 [63.48] (-65.00)	-1.97 [-6.44] (-1.89)
			SUP.					63.79 [62.49] (-63.86)	-2.34 [-6.18] (-2.16)
7		INF.	70.22 [74.74] (-70.42)	22.98 [18.78] (-22.85)	-2.09 [-4.88] (1.91)	1.88 [2.40] (-1.70)	35.86 [29.50] (-35.77)	-3.04 [-7.64] (-2.92)	
		SUP.					28.48 [23.58] (-28.21)	-2.81 [-6.06] (-2.41)	
13		INF.	-89.09 [-58.63] (87.92)	21.09 [21.00] (-21.13)	4.62 [6.47] (-4.22)	1.88 [2.40] (-1.70)	33.14 [32.95] (-33.17)	6.74 [10.15] (6.45)	
		SUP.					25.92 [26.36] (-25.98)	6.18 [8.00] (5.37)	

Nota: Para simbología y abreviatura ver al final de la tabla.

TABLA IV.61 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X.  
Con excentricidad de diseño E42. Edificio caso B.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
1	INF.		21.77	11.73	-1.22	1.14	13.30	-1.05
			[22.86]	[16.61]	[-3.23]	[1.54]	[19.53]	[-3.81]
6	SUP.		(-21.85)	(-11.85)	(1.16)	(-1.07)	(-13.31)	(-1.07)
							20.72	-2.50
6	INF.		-1.13	30.25	-1.03	1.14	38.37	-1.23
			[-1.20]	[29.59]	[-2.89]	[1.54]	[37.91]	[-3.65]
6	SUP.		(1.13)	(-30.27)	(1.01)	(-1.07)	(-38.39)	(-1.22)
							49.35	-1.77
7	INF.		22.20	14.78	-1.22	1.14	16.23	-1.05
			[23.78]	[12.13]	[-3.23]	[1.54]	[14.05]	[-3.81]
7	SUP.		(-22.25)	(-14.74)	(1.16)	(-1.07)	(-16.24)	(-1.07)
							26.64	-2.50
13	INF.		-27.84	13.61	2.82	1.14	15.06	2.77
			[-18.50]	[13.65]	[4.30]	[1.54]	[15.93]	[5.25]
13	SUP.		(27.60)	(-13.64)	(-2.68)	(-1.07)	(-15.08)	(2.77)
							24.43	5.43
						[24.41]	[7.29]	
						(-24.46)	(5.01)	

- Programa **SUPER-ETABS.**
- [ ] Programa **SUPER-ETABS** con análisis dinámico modal espectral.
- ( ) Programa **TORSION.**
- COL. COLUMNA.
- EXT. EXTREMO.
- INF. INFERIOR.
- SUP. SUPERIOR.
- P Carga axial.
- V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.
- M<sub>t</sub> Momento torsionante.
- M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

**TABLA IV.61** Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X.  
Con excentricidad de diseño E<sub>d2</sub>. Edificio caso B.  
(Continuación).

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)	
1	1	INF.	-143.65 [-125.65] (142.75)	-10.98 [-7.39] (8.80)	24.06 [27.60] (-25.73)	2.92 [1.91] (-2.56)	-41.09 [-27.40] (34.65)	82.84 [94.76] (87.69)	
		SUP.					-5.04 [-4.18] (2.32)	18.19 [21.25] (20.35)	
	6	INF.	-4.97 [-4.84] (4.99)	-0.14 [-2.76] (0.18)	38.78 [38.54] (-39.45)	2.92 [1.91] (-2.56)	-0.58 [-8.28] (0.64)	117.35 [116.31] (119.13)	
		SUP.					-0.01 [-3.35] (0.09)	45.51 [46.61] (46.57)	
	7	INF.	112.09 [109.47] (-112.63)	5.54 [4.40] (-4.41)	24.06 [27.60] (-25.73)	2.92 [1.91] (-2.56)	20.07 [15.58] (-16.78)	82.84 [94.76] (87.69)	
		SUP.					3.22 [3.12] (-1.75)	18.19 [21.25] (20.36)	
	13	INF.	-195.97 [-156.39] (192.81)	-0.05 [-2.12] (0.08)	46.44 [37.02] (-43.70)	2.92 [1.91] (-2.56)	-0.46 [-7.28] (0.50)	164.92 [131.46] (156.81)	
		SUP.					0.21 [1.62] (0.44)	30.13 [24.14] (26.72)	
	3	1	INF.	-93.57 [-82.04] (93.16)	-12.97 [-8.62] (12.63)	15.98 [18.70] (-16.18)	5.29 [3.52] (-5.11)	-19.87 [-13.53] (19.75)	25.42 [29.42] (25.47)
			SUP.					-16.44 [-10.68] (15.59)	19.31 [23.58] (19.83)
		6	INF.	-3.17 [-3.10] (3.18)	-1.80 [-3.38] (1.75)	47.97 [46.79] (-48.07)	5.29 [3.52] (-5.11)	-2.51 [-4.77] (2.45)	68.02 [66.27] (68.07)
			SUP.					-2.54 [-4.70] (2.45)	66.29 [64.96] (66.51)
7		INF.	72.73 [71.10] (-72.73)	5.76 [4.13] (-5.63)	15.98 [18.70] (-16.18)	5.29 [3.52] (-5.11)	8.77 [6.44] (-8.74)	25.42 [29.42] (25.47)	
		SUP.					7.27 [5.16] (-7.27)	19.31 [23.48] (19.31)	
13		INF.	-127.41 [-102.25] (126.08)	-0.99 [-1.58] (0.95)	40.82 [32.50] (-40.39)	5.29 [3.52] (-5.11)	-1.45 [-2.47] (1.41)	63.21 [50.86] (63.06)	
		SUP.					-1.32 [-1.96] (1.25)	51.09 [40.73] (50.02)	

Nota: Para simbología y abreviatura ver al final de la tabla.

TABLA IV.62 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y.  
Con excentricidad de diseño E<sub>41</sub>. Edificio caso B.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
1	INF.		-29.74	-8.48	10.33	3.35	-10.19	11.34
			[-26.33]	[-5.72]	[12.14]	[2.27]	[-6.97]	[14.19]
6	SUP.		(29.66)	(8.36)	(-10.39)	(-3.29)	(10.21)	(11.29)
							-14.41	18.60
6	INF.		-1.15	-1.30	31.67	3.35	-1.76	40.42
			[-1.14]	[-2.26]	[30.94]	[2.27]	[-2.89]	[39.81]
6	SUP.		(1.16)	(1.28)	(-31.71)	(-3.29)	(1.72)	(40.42)
							-2.01	51.43
7	INF.		23.03	3.80	10.33	3.35	4.54	11.34
			[22.74]	[2.74]	[12.14]	[2.27]	[3.28]	[14.20]
7	SUP.		(-23.07)	(-3.76)	(-10.39)	(-3.29)	(-4.57)	(11.30)
							6.49	18.60
13	INF.		-40.53	-0.67	26.56	3.35	-0.90	30.73
			[-32.90]	[-1.03]	[21.35]	[2.27]	[-1.19]	[25.50]
13	SUP.		(40.28)	(0.65)	(-26.42)	(-3.29)	(0.87)	(30.76)
							-1.04	46.31
						[-1.82]	[37.22]	
						(1.01)	(45.84)	

- \* Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS con análisis dinámico modal espectral.
- ( ) Programa TORSION.
- COL. COLUMNA.
- EXT. EXTREMO.
- INF. INFERIOR.
- SUP. SUPERIOR.
- P Carga axial.
- V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.
- M<sub>t</sub> Momento torsionante.
- M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

TABLA IV.62 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y.  
Con excentricidad de diseño E<sub>d1</sub>. Edificio caso B.  
(Continuación).

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
1	INF.		-114.08	10.68	40.26	-2.11	33.83	137.34
			[-125.65]	[7.39]	[27.60]	[-1.91]	[27.40]	[94.76]
		SUP.	(114.98)	(-8.50)	(-38.60)	(1.75)	(-27.39)	(132.49)
							11.04	31.77
							[4.18]	[21.25]
							(-8.32)	(29.61)
6	INF.		-5.73	-0.20	45.49	-2.11	-0.15	136.71
			[-4.84]	[-2.76]	[38.54]	[-1.91]	[-8.28]	[116.31]
		SUP.	(5.71)	(0.17)	(-44.82)	(1.75)	(0.10)	(134.94)
1	INF.						-0.71	54.37
							[-3.35]	[45.61]
		SUP.				(0.63)	(53.31)	
7	INF.		129.31	-5.50	40.26	-2.11	-16.91	13.73
			[109.47]	[-4.40]	[27.60]	[-1.91]	[-15.58]	[94.76]
		SUP.	(-128.78)	(4.36)	(-38.60)	(1.75)	(13.62)	(13.25)
							-6.18	31.77
							[-3.12]	[21.25]
							(4.71)	(29.61)
13	INF.		-94.65	-0.05	19.16	-2.11	0.08	70.41
			[-156.39]	[-2.12]	[37.02]	[-1.91]	[7.28]	[131.46]
		SUP.	(97.79)	(0.03)	(-21.91)	(1.75)	(-0.11)	(78.51)
							-0.30	10.07
							[-1.62]	[24.14]
							(0.21)	(13.49)
1	INF.		-74.31	4.21	26.71	-2.24	5.99	41.54
			[-82.04]	[8.62]	[18.70]	[-3.52]	[13.53]	[29.42]
		SUP.	(74.71)	(-3.87)	(-26.51)	(2.03)	(-5.88)	(41.50)
							5.79	33.24
							[10.68]	[23.58]
							(-4.95)	(32.72)
6	INF.		-3.65	0.06	53.15	-2.24	0.19	75.12
			[-3.10]	[3.38]	[46.79]	[-3.52]	[4.77]	[66.27]
		SUP.	(3.64)	(0.00)	(-53.06)	(2.03)	(2.28)	(41.50)
3	INF.						-0.01	73.71
							[-4.70]	[64.96]
		SUP.				(0.12)	(73.49)	
7	INF.		83.66	-1.63	26.70	-2.24	-2.31	41.54
			[71.10]	[-4.13]	[18.70]	[-3.52]	[-6.44]	[29.42]
		SUP.	(-83.45)	(1.50)	(-26.51)	(2.03)	(2.28)	(41.50)
							-2.27	33.24
							[-5.16]	[23.48]
							(1.92)	(32.72)
13	INF.		-62.70	0.53	19.16	-2.24	0.75	30.54
			[-102.25]	[1.58]	[32.50]	[-3.52]	[2.47]	[50.86]
		SUP.	(64.02)	(-0.49)	(-19.59)	(2.03)	(-0.71)	(30.68)
							0.74	23.11
							[1.96]	[40.73]
							(-0.67)	(24.17)

Nota: Para simbología y abreviatura ver al final de la tabla.

**TABLA IV.63** Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y.  
Con excentricidad de diseño Eaz. Edificio caso B.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
1	INF.		-23.58	2.56	17.20	-1.34	2.43	18.99
			[-26.33]	[5.72]	[12.14]	[-2.27]	[6.97]	[14.19]
6	INF.		-1.32	-0.05	34.96	-1.34	-0.06	44.44
			[-1.14]	[-2.26]	[30.94]	[-2.27]	[-2.89]	[39.81]
6	SUP.		(23.66)	(-2.45)	(-17.15)	(1.27)	(-2.46)	(19.04)
							5.01	30.91
7	INF.		26.43	-0.95	17.20	-1.34	-0.07	18.99
			[22.74]	[-2.74]	[12.14]	[-2.27]	[-3.28]	[14.20]
13	INF.		-20.24	0.38	12.64	-1.34	0.52	14.85
			[-32.90]	[1.03]	[21.35]	[-2.27]	[1.19]	[25.50]
6	SUP.		(20.49)	(-0.36)	(-12.79)	(1.27)	(-0.49)	14.81
							0.58	21.82
						[1.82]	[37.22]	
						(-0.55)	(22.29)	

- Programa **SUPER-ETABS.**
- [ ] Programa **SUPER-ETABS** con análisis dinámico modal espectral.
- ( ) Programa **TORSION.**
- COL. COLUMNA.
- EXT. EXTREMO.
- INF. INFERIOR.
- SUP. SUPERIOR.
- P Carga axial.
- V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.
- M<sub>t</sub> Momento torsionante.
- M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

**TABLA IV.63** Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y. Con excentricidad de diseño E<sub>s2</sub>. Edificio caso B. (Continuación).

NIVEL	TRABE	MOMENTO	M. FLEXIONANTE	
		TORSIONANTE (Ton-m)	(Ton-m)	(Ton-m)
			A	B
1	1	0.50*	-97.53	-97.53
		[0.32]	[-81.82]	[-81.82]
	7	(-0.45)	(95.08)	(95.08)
		0.48	14.41	14.41
	11	[0.31]	[12.73]	[12.72]
		(-0.43)	(12.86)	(12.86)
	13	0.50	-62.29	-59.63
		[0.32]	[65.69]	[-62.89]
	21	(-0.45)	(63.44)	(60.72)
		0.48	-68.12	-68.21
	1	[0.29]	[-64.97]	[-65.07]
		(-0.43)	(68.09)	(68.18)
7	0.50	-28.86	-28.86	
	[0.32]	[-16.15]	[-16.15]	
11	(-0.45)	(25.76)	(25.76)	
	0.61	-106.70	-106.70	
13	[0.40]	[-89.05]	[-89.05]	
	(-0.59)	(105.41)	(105.41)	
21	0.61	17.70	17.70	
	[0.40]	[15.44]	[15.44]	
3	(-0.59)	(-16.93)	(-16.93)	
	0.62	-65.50	-63.32	
7	[0.40]	[-68.83]	[-66.54]	
	(-0.62)	(66.05)	(63.85)	
11	0.61	-76.04	-76.04	
	[0.38]	[-71.88]	[-71.90]	
13	(-0.59)	(75.98)	(75.98)	
	0.61	-35.56	-35.56	
21	[0.40]	[-20.26]	[20.26]	
	(-0.59)	(33.93)	(33.93)	
1	0.37	-63.23	-63.23	
	[0.24]	[-53.00]	[-53.00]	
7	(-0.36)	(62.75)	(62.75)	
	0.37	10.60	10.60	
11	[0.24]	[9.31]	[9.31]	
	(-0.36)	(-10.30)	(-10.30)	
13	0.37	-39.04	-37.69	
	[0.24]	[-40.96]	[-39.54]	
21	(-0.36)	(39.25)	(37.89)	
	0.37	-45.64	-45.62	
6	[0.23]	[-43.12]	[-43.11]	
	(-0.36)	(45.61)	(45.59)	
1	0.37	-21.05	-21.05	
	[0.24]	[-12.20]	[-12.20]	
		(-0.36)	(20.44)	(20.44)

- \* Programa SUPER-ETABS.  
[ ] Programa SUPER-ETABS con análisis dinámico modal espectral.  
( ) Programa TORSION.  
A Extremo Izquierdo. B.- Extremo Derecho.

TABLA IV.64 Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección X.  
Excentricidad de diseño Ed1. Edificio caso B.

NIVEL	TRABE	MOMENTO	M. FLEXIONANTE	
		TORSIONANTE (Ton-m)	(Ton-m)	
			A	B
1	1	-0.36*	-58.01	-58.01
		[-0.32]	[-81.82]	[-81.82]
	7	(0.31)	(60.47)	(60.47)
		-0.38	-10.33	-10.33
	11	[-0.31]	[-12.73]	[-12.72]
		(0.33)	(8.78)	(8.78)
	13	-0.36	-80.39	-76.96
		[-0.32]	[-65.69]	[-62.89]
	21	(0.31)	(79.23)	(75.86)
		0.34	-67.19	-67.32
	1	[0.29]	[-64.97]	[-65.07]
		(0.29)	(67.22)	(67.35)
7	-0.36	21.06	21.06	
	[-0.32]	[16.15]	[16.15]	
11	(0.31)	(-17.96)	(17.96)	
	-0.31	-64.06	-64.06	
13	[-0.40]	[-89.05]	[-89.05]	
	(0.28)	(65.36)	(65.36)	
3	7	-0.32	-8.63	-8.63
	11	[-0.40]	[-15.44]	[-15.44]
13	(0.29)	(7.84)	(7.84)	
	-0.31	-84.13	-81.33	
21	[-0.40]	[-68.83]	[-66.54]	
	(0.28)	(83.57)	(80.80)	
1	7	-0.29	-74.02	-74.07
	11	[-0.38]	[-71.88]	[-71.90]
6	13	(0.27)	(74.09)	(74.13)
	21	-0.31	18.38	18.38
1	7	[-0.40]	[20.26]	[20.26]
	11	(0.28)	(-16.73)	(-16.73)
3	1	-0.18	-38.33	-38.33
	7	[-0.24]	[-53.00]	[-53.00]
6	11	(0.17)	(38.82)	(38.82)
	13	-0.18	-4.91	-4.91
1	7	[-0.24]	[-9.31]	[-9.31]
	11	(0.17)	(4.60)	(4.60)
3	13	-0.18	-49.98	-48.25
	21	[-0.24]	[-40.96]	[-39.54]
6	1	(0.17)	(49.76)	(48.04)
	7	-0.17	-44.36	-44.37
1	11	[-0.23]	[-43.12]	[-43.11]
	13	(0.16)	(44.39)	(44.40)
3	21	-0.18	10.44	10.44
	1	[-0.24]	[12.20]	[12.20]
6	3	(0.17)	(-9.82)	(-9.82)

- \* Programa **SUPER-ETABS.**
- [ ] Programa **SUPER-ETABS** con análisis dinámico modal espectral.
- ( ) Programa **TORSION.**
- A Extremo Izquierdo. B.- Extremo Derecho.

TABLA IV.65 Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección X.  
Excentricidad de diseño Eaz. Edificio caso B.

NIVEL	TRABE	MOMENTO	M. FLEXIONANTE	
		TORSIONANTE (Ton-m)	(Ton-m)	
			A	B
1	1	-0.71*	32.54	32.54
		[-0.46]	[21.60]	[21.60]
		(0.64)	(-29.14)	(-29.14)
	7	-0.72	51.93	51.93
		[-0.47]	[59.28]	[59.28]
		(0.65)	(-54.07)	(-54.07)
	11	-0.72	-14.92	-14.30
		[-0.47]	[-11.25]	[-10.78]
		(0.65)	(13.32)	(12.78)
	13	-1.13	1.78	1.75
		[-0.80]	[4.76]	[4.76]
		(1.06)	(-1.75)	(-1.72)
21	-0.71	121.23	121.23	
	[-0.46]	[96.65]	[96.65]	
	(0.64)	(-116.94)	(-116.94)	
3	1	-0.87	40.03	40.03
		[-0.58]	[27.05]	[27.05]
		(0.85)	(-38.48)	(-38.48)
	7	-0.88	57.47	57.47
		[-0.59]	[63.13]	[63.13]
		(0.86)	(-50.40)	(-58.40)
	11	-0.88	-17.80	-17.21
		[-0.59]	[-13.28]	[-12.84]
		(0.85)	(17.14)	(16.58)
	13	-1.25	3.68	3.64
		[-0.89]	[5.75]	[5.74]
		(1.22)	(-3.59)	(-3.56)
21	-0.87	137.44	137.44	
	[-0.58]	[109.98]	[109.98]	
	(0.87)	(-137.44)	(137.44)	
6	1	-0.53	23.76	23.76
		[-0.35]	[16.30]	[16.30]
		(0.52)	(-23.23)	(-23.23)
	7	-0.53	34.58	34.58
		[-0.36]	[39.08]	[39.08]
		(0.53)	(-34.92)	(-34.92)
	11	-0.53	-10.65	-10.28
		[-0.36]	[-8.00]	[-7.72]
		(0.52)	(10.42)	(10.05)
	13	-0.76	2.60	2.57
		[-0.55]	[3.60]	[3.59]
		(0.76)	(-2.57)	(-2.54)
21	-0.53	81.63	81.63	
	[-0.35]	[65.83]	[65.83]	
	(0.52)	(-80.96)	(-80.96)	

\* Programa SUPER-ETABS.

[ ] Programa SUPER-ETABS con análisis dinámico modal espectral.

( ) Programa TORSION.

A.- Extremo Izquierdo.

B.- Extremo Derecho.

TABLA IV.66 Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección Y.  
Excentricidad de diseño E<sub>1</sub>. Edificio caso B.

NIVEL	TRABE	MOMENTO TORSIONANTE (Ton-m)	M. FLEXIONANTE (Ton-m)	
			A	B
1	1	0.45*	-20.70	-20.70
		[0.46]	[-21.60]	[-21.60]
	7	(-0.38)	(17.31)	(17.31)
		0.45	85.27	85.27
	11	[0.47]	[59.28]	[59.28]
		(-0.38)	(-83.12)	(-83.12)
	13	0.45	9.46	9.04
		[0.47]	[11.25]	[10.78]
	21	(-0.38)	(-83.12)	(-83.12)
		-0.01	0.54	0.56
	1	[ -0.80]	[4.76]	[4.76]
		(0.08)	(-0.57)	(-0.59)
7	0.45	53.96	53.96	
	[0.46]	[96.65]	[96.65]	
11	(-0.38)	(-58.24)	(-58.24)	
	0.37	-17.30	-17.30	
13	[0.58]	[-27.05]	[-27.05]	
	(-0.34)	(15.77)	(15.77)	
3	7	92.89	92.89	
	[0.59]	[63.13]	[63.13]	
11	(-0.34)	(-91.97)	(-91.97)	
	0.37	7.25	7.01	
13	[0.59]	[13.28]	[12.84]	
	(-0.34)	(-6.60)	(-6.38)	
21	-0.03	0.96	0.97	
	[-0.89]	[5.75]	[5.74]	
1	(0.06)	(-1.04)	(-1.05)	
	0.37	64.91	61.91	
7	[0.58]	[109.98]	[109.98]	
	(-0.34)	(-66.84)	(-66.84)	
11	0.21	-9.75	-9.75	
	[0.35]	[-16.30]	[-16.30]	
13	(-0.20)	(9.23)	(9.23)	
	0.21	55.47	55.47	
6	[0.36]	[39.08]	[39.08]	
	(-0.21)	(-55.14)	(-55.14)	
11	0.21	4.06	3.93	
	[0.36]	[8.00]	[7.72]	
13	(-0.20)	(-3.84)	(-3.71)	
	-0.04	0.87	0.88	
21	[-0.55]	[3.60]	[3.59]	
	(0.05)	(-0.90)	(-0.91)	
1	0.21	39.24	39.24	
	[0.35]	[65.83]	[65.83]	
3	(-0.20)	(-39.24)	(-39.24)	

\* Programa SUPER-ETABS.

[ ] Programa SUPER-ETABS con análisis dinámico modal espectral.

( ) Programa TORSION.

A.- Extremo Izquierdo.

B.- Extremo Derecho.

TABLA IV.67 Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección Y.  
Excentricidad de diseño Eaz. Edificio caso B.

NIVEL	ENTREPISO	$F_i$ (Ton)	$V_i$ (Ton)
10		182.05	
	10		182.05
9		164.35	
	9		346.40
8		146.65	
	8		493.05
7		128.95	
	7		622.00
6		111.25	
	6		733.25
5		93.55	
	5		826.80
4		75.85	
	4		902.65
3		58.15	
	3		960.80
2		40.45	
	2		1001.25
1		22.76	
	1		1024.01

**Nota:**

Las fuerzas sísmicas y cortantes de entrepiso son obtenidas empleando el método estático con  $C_s=0.4$ , Zona III.

**TABLA IV.68** Fuerzas sísmicas estáticas.  
Edificio caso C.

NIVEL	ENTREPISO	$F_1$ (Ton)	$V_1$ (Ton)
10		74.65	
9	10	68.52	74.65
8	9	61.06	143.17
7	8	52.63	204.23
6	7	44.60	256.86
5	6	38.69	301.46
4	5	31.43	304.16
3	4	24.02	371.58
2	3	18.54	395.60
1	2	10.22	414.14
	1		424.36

Nota:

Las fuerzas fueron obtenidas de un análisis dinámico modal espectral de traslación pura (sismo en X).

**TABLA IV.69** Fuerzas sísmicas dinámicas.  
Edificio caso C.

Modo	Periodo	Componente	Modo	Periodo	Componente	Modo	Periodo	Componente
1	1.3184	Y, $\theta$ , X	1	1.2690	X	1	0.3821	Y
2	1.2581	X, Y, $\theta$	2	0.4517	X	2	0.0909	Y
3	0.4824	$\theta$ , Y, X	3	0.2545	X	3	0.0443	Y
4	0.4464	X, $\theta$ , Y	4	0.1703	X	4	0.0298	Y
5	0.2697	Y, $\theta$ , X	5	0.1224	X	5	0.0226	Y
6	0.2688	$\theta$ , Y, X	6	0.0934	X	6	0.0188	Y
7	0.2505	X, $\theta$ , Y	7	0.0741	X	7	0.0164	Y
8	0.1794	Y, $\theta$ , X	8	0.0613	X	8	0.0151	Y
9	0.1668	X, Y, $\theta$	9	0.0524	X	9	0.0138	Y
10	0.1280	X, Y, $\theta$	10	0.0429	X	10	0.0123	Y
11	0.1189	X, Y, $\theta$						
12	0.0971	X, Y, $\theta$						
13	0.0898	X, Y, $\theta$						
14	0.0767	X, Y, $\theta$						
15	0.0704	X, Y, $\theta$						

**TABLA IV.70** Periodos de vibración, con tres y un grado de libertad por nivel. Sin código. Edificio caso C.

Modo	X	Y	$\theta$
1	0.167	0.330	0.303
2	0.636	0.088	0.076
3	0.021	0.051	0.058
4	0.106	0.009	0.013
5	0.002	0.329	0.221
6	0.007	0.028	0.156
7	0.030	0.003	0.007
8	0.004	0.006	0.004
9	0.010	0.003	0.002
10	0.003	0.002	0.002
11	0.005	0.002	0.002
12	0.002	0.001	0.001
13	0.002	0.001	0.001
14	0.001	0.000	0.000
15	0.001	0.001	0.001
Total	0.998	0.855	0.846

**TABLA IV.71** Participación modal de cada componente (X, Y,  $\theta$ ).  
Sin código. Edificio caso C.

Nivel	$\gamma_{XE}$	$\gamma_{XD}$
10	0.0037	0.0029
9	0.0058	0.0047
8	0.0078	0.0063
7	0.0086	0.0070
6	0.0083	0.0067
5	0.0088	0.0072
4	0.0086	0.0071
3	0.0076	0.0062
2	0.0077	0.0063
1	0.0078	0.0060

**TABLA IV.72** Deformaciones angulares de entrepiso.  
Análisis estático ( $\gamma_{XE}$ ) y dinámico ( $\gamma_{XD}$ ).  
Sismo en dirección X. Edificio caso C.

Nivel	$\gamma_{YE}$	$\gamma_{YD}$
10	0.0019	0.0015
9	0.0029	0.0024
8	0.0039	0.0031
7	0.0041	0.0034
6	0.0039	0.0032
5	0.0041	0.0034
4	0.0040	0.0032
3	0.0035	0.0029
2	0.0035	0.0029
1	0.0033	0.0027

**TABLA IV.73** Deformaciones angulares de entrepiso.  
Análisis estático ( $\gamma_{YE}$ ) y dinámico ( $\gamma_{YD}$ ).  
Sismo en dirección Y. Edificio caso C.

NIVEL	$\Delta_x$ (cm)	$\Delta_y$ (cm)	$\theta$ (rad $\times 10^{-3}$ )
10	21.70 <sup>*</sup> (21.70)	0.21 (0.21)	-0.979 (-0.979)
9	20.64 (20.64)	0.19 (0.19)	-0.928 (-0.928)
8	18.96 (18.96)	0.16 (0.16)	-0.833 (-0.833)
7	16.74 (16.74)	0.13 (0.13)	-0.706 (-0.706)
6	14.32 (14.32)	0.11 (0.11)	-0.600 (-0.600)
5	11.98 (11.98)	0.08 (0.08)	-0.527 (-0.527)
4	9.46 (9.46)	0.06 (0.06)	-0.449 (-0.449)
3	7.04 (7.04)	0.04 (0.04)	-0.373 (-0.373)
2	4.86 (4.86)	0.02 (0.02)	-0.303 (-0.303)
1	2.68 (2.68)	0.01 (0.01)	-0.213 (-0.213)

- \* Programa SUPER-ETABS.
- ( ) Programa TORSION.

**TABLA IV.74** Desplazamientos horizontales máximos totales.  
Sismo en dirección X. Sin código. Edificio caso C.

NIVEL	$\Delta_x$ (cm)	$\Delta_y$ (cm)	$\theta$ (rad x $10^{-3}$ )
10	10.27 <sup>*</sup> (10.27)	1.59 (1.59)	15.716 (15.711)
9	9.72 (9.72)	1.40 (1.40)	14.901 (14.896)
8	8.88 (8.88)	1.21 (1.21)	13.614 (13.610)
7	7.78 (7.77)	1.01 (1.01)	11.905 (11.900)
6	6.61 (6.61)	0.81 (0.81)	10.128 (10.124)
5	5.50 (5.50)	0.63 (0.63)	8.472 (8.469)
4	4.34 (4.34)	0.46 (0.46)	6.725 (6.722)
3	3.23 (3.23)	0.31 (0.31)	5.047 (5.045)
2	2.22 (2.22)	0.19 (0.19)	3.531 (3.530)
1	1.21 (1.21)	0.09 (0.09)	1.972 (1.972)

- \* Programa SUPER-ETABS.
- ( ) Programa TORSION.

**TABLA IV.75** Desplazamientos horizontales máximos totales.  
Sismo en dirección Y. Sin código. Edificio caso C.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
	2	INF.	-103.23 (103.23)	34.87 (-34.87)	-9.56 (9.56)	-0.37 (0.37)	36.67 (-36.67)	-13.85 (-13.85)
		SUP.					57.47 (-57.47)	-11.96 (-11.96)
2	4	INF.	174.07 (-174.13)	32.60 (32.60)	38.88 (-38.88)	-9.57 (5.61)	44.22 (-44.22)	780.24 (-780.13)
		SUP.					40.54 (-40.54)	-679.15 (679.05)
	6	INF.	-158.36 (158.36)	49.37 (-49.37)	-18.52 (18.52)	-0.37 (0.37)	62.07 (-62.07)	-26.68 (-26.67)
		SUP.					71.23 (-71.23)	-23.33 (-23.33)
	11	INF.	-198.71 (198.71)	40.33 (-40.33)	-8.55 (8.55)	-0.37 (0.37)	50.23 (-50.23)	-10.94 (-10.94)
		SUP.					58.66 (-58.66)	-12.13 (12.13)
	2	INF.	-52.89 (52.89)	33.26 (-33.26)	-6.57 (6.56)	-0.26 (0.26)	44.89 (-44.90)	-9.14 (-9.14)
		SUP.					48.24 (-48.24)	-9.24 (-9.24)
5	4	INF.	92.41 (-92.45)	25.66 (25.66)	29.58 (-29.58)	-1.99 (2.01)	34.00 (-34.00)	409.69 (-409.62)
		SUP.					35.28 (-35.28)	-329.82 (328.92)
	6	INF.	-78.11 (78.12)	41.22 (-41.22)	-12.90 (12.90)	-0.26 (0.26)	55.95 (-55.95)	-18.01 (-18.01)
		SUP.					59.47 (-59.47)	-18.12 (-18.12)
	11	INF.	-98.10 (98.10)	34.39 (-34.39)	-6.52 (6.52)	-0.26 (0.26)	46.37 (-46.37)	-9.01 (-9.01)
		SUP.					49.92 (49.92)	-9.24 (-9.24)

- \* Programa SUPER-ETABS.
- ( ) Programa TORSION.
- COL. COLUMNA.
- EXT. EXTREMO.
- INF. INFERIOR.
- SUP. SUPERIOR.
- P Carga axial.
- V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.
- M<sub>t</sub> Momento torsionante.
- M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

TABLA IV.76 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X.  
Sin código. Edificio caso C.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton) <sup>*</sup>	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
8	2	INF.	-15.00 (15.00)	19.68 (-19.68)	-3.39 (3.39)	-0.33 (0.33)	22.73 (-22.73)	-4.83 (-4.83)
		SUP.					34.34 (-34.34)	-5.00 (-5.00)
	4	INF.	29.75 (-29.77)	16.65 (16.65)	16.96 (-16.96)	-1.78 (1.79)	21.14 (-21.14)	135.92 (-135.89)
		SUP.					25.49 (-27.16)	-88.42 (88.39)
	6	INF.	-22.13 (22.13)	23.17 (-23.17)	-6.88 (6.88)	-0.33 (0.33)	27.72 (-27.72)	-9.85 (-9.84)
		SUP.					39.47 (39.47)	-10.11 (-10.11)
11	INF.	-27.82 (27.82)	19.26 (-19.26)	-3.27 (3.27)	-0.33 (0.33)	22.08 (-22.08)	-4.58 (4.58)	
	SUP.					33.78 (33.77)	-4.90 (-4.90)	

• Programa SUPER-ETABS.

( ) Programa TORSION.

COL. COLUMNA.

EXT. EXTREMO.

INF. INFERIOR.

SUP. SUPERIOR.

P Carga axial.

V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.

M<sub>t</sub> Momento torsionante.

M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

**TABLA IV.76** Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X.  
Sin código. Edificio caso C. (Continuación)

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
2	2	INF.	-15.65 (15.65)	-27.92 (27.91)	24.11 (24.10)	6.42 (-6.46)	-30.62 (30.62)	33.60 (33.59)
		SUP.					-44.75 (44.73)	31.48 (31.47)
	4	INF.	-17.20 (17.21)	-3.25 (3.25)	268.36 (268.41)	96.62 (97.21)	-4.28 (4.28)	5739.67 (5740.67)
		SUP.					-4.17 (4.50)	5041.92 (5042.80)
	6	INF.	-99.27 (99.23)	-24.34 (24.33)	47.37 (47.37)	6.42 (-6.46)	-33.61 (33.60)	66.51 (66.49)
		SUP.					-32.10 (32.09)	61.43 (61.41)
10	INF.	109.86 (-109.82)	33.04 (-33.02)	25.75 (-25.73)	6.42 (-6.46)	46.04 (-46.02)	33.72 (33.70)	
	SUP.					43.16 (-43.14)	35.80 (35.78)	
5	2	INF.	-5.96 (5.96)	-25.61 (25.61)	18.62 (-18.61)	5.78 (-5.81)	-35.00 (35.00)	25.76 (25.76)
		SUP.					-36.73 (36.72)	26.37 (26.36)
	4	INF.	-9.35 (9.35)	-2.39 (-2.39)	223.11 (223.15)	43.99 (44.26)	-3.15 (3.15)	3055.99 (3056.53)
		SUP.					-3.31 (3.31)	2453.60 (2454.03)
	6	INF.	-46.27 (46.26)	-18.50 (18.50)	35.14 (-35.13)	5.78 (-5.81)	-25.85 (25.96)	48.57 (48.56)
		SUP.					-25.96 (25.95)	49.82 (49.81)
	10	INF.	51.45 (-51.43)	25.44 (-25.43)	20.46 (-20.45)	5.78 (-5.81)	35.22 (-35.21)	27.95 (27.94)
		SUP.					36.00 (-36.00)	29.33 (29.33)

• Programa SUPER-ETABS.

( ) Programa TORSION.

COL. COLUMNA.

EXT. EXTREMO.

INF. INFERIOR.

SUP. SUPERIOR.

P Carga axial.

V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.

M<sub>t</sub> Momento torsionante.

M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

TABLA IV.77 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y.  
Sin código. Edificio caso C.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
8	2	INF.	-1.04 (1.04)	-16.84 (16.84)	10.34 (-10.34)	4.39 (-4.42)	-21.07 (21.06)	13.18 (13.18)
		SUP.					-27.77 (27.77)	16.80 (16.80)
	4	INF.	-3.17 (3.18)	-2.02 (2.02)	139.94 (139.97)	24.02 (24.16)	-2.65 (2.65)	1000.16 (1000.35)
		SUP.					-3.00 (3.20)	-608.43 (608.43)
	6	INF.	-11.15 (11.15)	-10.85 (10.84)	19.08 (-19.08)	4.39 (-4.42)	-15.28 (15.28)	24.12 (24.12)
		SUP.					-16.18 (16.17)	31.21 (31.20)
10	INF.	12.52 (-12.52)	16.52 (-16.52)	10.96 (-10.96)	4.39 (-4.42)	21.74 (-21.74)	12.41 (12.41)	
	SUP.					26.18 (26.17)	19.39 (19.38)	

• Programa **SUPER-ETABS.**

( ) Programa **TORSION.**

COL. COLUMNA.

EXT. EXTREMO.

INF. INFERIOR.

SUP. SUPERIOR.

P Carga axial.

V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.

M<sub>t</sub> Momento torsionante.

M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

**TABLA IV.77** Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y.  
Sin código. Edificio caso C. (Continuación).

NIVEL	TRABE	MOMENTO TORSIONANTE (Ton-m)	M. FLEXIONANTE (Ton-m)	
			A	B
1	4	0.38* (-0.38)	-1.29 (1.29)	-2.64 (2.64)
	7	-0.36 (-0.37)	-110.04 (-110.04)	-111.75 (111.75)
	12	0.17 (-0.18)	-39.22 (39.21)	-40.32 (40.31)
	14	0.08 (-0.09)	-110.80 (110.80)	-110.61 (110.61)
	21	-0.08 (0.08)	-106.86 (106.86)	-109.36 (109.36)
	5	4	0.44 (-0.44)	-1.69 (1.69)
7		-0.38 (0.38)	-84.51 (84.51)	-86.25 (86.25)
12		0.16 (-0.16)	-29.30 (29.29)	-30.25 (30.24)
14		0.09 (-0.09)	-86.91 (86.91)	-86.62 (86.62)
15		-0.09 (0.09)	-81.60 (81.60)	-84.18 (84.18)
8		4	0.19 (-0.19)	-2.01 (2.01)
	7	-0.09 (0.09)	-45.59 (45.58)	-46.94 (46.94)
	12	0.08 (-0.08)	-12.50 (12.49)	-12.85 (12.84)
	14	0.13 (-0.13)	-46.91 (46.91)	-46.80 (46.80)
	15	0.08 (-0.08)	-42.69 (42.69)	-44.34 (44.34)

- \* Programa SUPER-ETABS.
- ( ) Programa TORSION.
- A Extremo Izquierdo.
- B Extremo Derecho.

TABLA IV.78 Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección X.  
Sin código. Edificio caso C.

NIVEL	TRABE	MOMENTO TORSIONANTE (Ton-m)	M. FLEXIONANTE (Ton-m)	
			A	B
1	1	-1.85 <sup>*</sup> (1.86)	58.27 (-58.25)	64.34 (-64.31)
	4	-2.16 (2.17)	42.37 (-42.35)	41.83 (-41.82)
	11	-1.84 (1.86)	80.86 (-80.83)	84.46 (-84.43)
	12	-2.62 (2.64)	45.54 (-45.52)	49.50 (-49.47)
	21	-3.21 (3.23)	-48.80 (48.78)	-51.37 (51.35)
	1	-1.72 (1.73)	46.18 (-46.17)	49.64 (-49.63)
5	4	-1.99 (2.01)	34.10 (34.10)	33.72 (33.72)
	11	-1.61 (1.62)	61.76 (-61.74)	64.80 (-64.78)
	12	-2.48 (2.50)	35.26 (-35.25)	38.71 (-38.71)
	15	-3.22 (3.24)	-36.65 (36.64)	-39.33 (39.32)
	1	-1.32 (1.33)	30.57 (-30.55)	31.43 (-31.42)
8	4	-0.72 (0.72)	16.81 (-16.81)	16.71 (-16.71)
	11	-0.57 (0.58)	29.03 (29.02)	30.05 (30.05)
	12	-0.85 (0.86)	16.77 (16.77)	18.01 (18.01)
	15	-2.32 (2.33)	-20.30 (20.29)	-21.99 (21.98)

- \* Programa SUPER-ETABS.
- ( ) Programa TORSION.
- A Extremo Izquierdo.
- B Extremo Derecho.

TABLA IV.79 Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección Y.  
Sin código. Edificio caso C.

NIVEL	MARCO		
	1	2	3
10	7.7297	29.4258	37.4945
9	21.8623	51.3130	69.9949
8	32.2622	72.1479	99.8199
7	42.5705	90.0078	124.2818
6	45.8139	107.9602	147.6859
5	54.5016	120.0593	165.5891
4	60.7923	130.4157	180.3721
3	60.5515	140.7809	194.2676
2	64.3954	146.7729	202.9720
1	71.7725	144.7859	207.8015

**TABLA IV.80** Fuerzas cortantes de entrepiso (Ton) por marco obtenido de un análisis de traslación pura en dirección X. Edificio caso C.

NIVEL	MARCO			
	A	B	C	D
10	65.1757	5.7401	3.2817	0.4525
9	136.1706	4.2424	2.4137	0.3434
8	196.9362	4.4313	2.5173	0.3453
7	247.3740	5.6757	3.3027	0.5076
6	287.2621	8.4604	5.0196	0.7179
5	328.0533	7.2226	4.2617	0.6123
4	358.7427	7.5785	4.5362	0.7227
3	382.5665	7.7290	4.6409	0.6635
2	403.4639	6.3713	3.8296	0.4753
1	418.7138	3.1154	1.9785	0.5523

**TABLA IV.81** Fuerzas cortantes de entrepiso (Ton) por marco obtenido de un análisis de traslación pura en dirección Y. Edificio caso C.

NIVEL	MARCO		
	1	2	3
10	1600.0	800.0	0.0
9	1600.0	800.0	0.0
8	1600.0	800.0	0.0
7	1600.0	800.0	0.0
6	1600.0	800.0	0.0
5	1600.0	800.0	0.0
4	1600.0	800.0	0.0
3	1600.0	800.0	0.0
2	1600.0	800.0	0.0
1	1600.0	800.0	0.0

**TABLA IV.82** Coordenadas Y (cm), correspondientes a cada marco que forma la estructura en la dirección transversal, con respecto al sistema global de ejes de referencia. Edificio caso C.

NIVEL	MARCO			
	A	B	C	D
10	0.0	800.0	1600.0	2400.0
9	0.0	800.0	1600.0	2400.0
8	0.0	800.0	1600.0	2400.0
7	0.0	800.0	1600.0	2400.0
6	0.0	800.0	1600.0	2400.0
5	0.0	800.0	1600.0	2400.0
4	0.0	800.0	1600.0	2400.0
3	0.0	800.0	1600.0	2400.0
2	0.0	800.0	1600.0	2400.0
1	0.0	800.0	1600.0	2400.0

**TABLA IV.83** Coordenadas X (cm), que corresponden a cada marco que forma a la estructura en la dirección longitudinal, con respecto al sistema global de ejes de referencia. Edificio caso C.

NIVEL	$X_T$ (cm)	$Y_T$ (cm)
10	146.40	481.00
9	-41.60	585.60
8	5.30	545.50
7	50.20	584.90
6	122.90	438.40
5	-63.50	609.50
4	31.50	583.80
3	6.10	329.20
2	-153.00	590.30
1	-526.60	999.40

**TABLA IV.84** Coordenadas del centro de torsión a nivel de piso. Programa SUPER-ETABS. Edificio caso C.

ENTREPISO	$X_T$ (cm)	$Y_T$ (cm)
10	146.40 (152.00)	481.00 (661.00)
9	56.40 (59.00)	531.00 (632.00)
8	41.10 (43.00)	535.40 (625.00)
7	43.00 (44.00)	545.50 (643.00)
6	54.80 (56.00)	529.70 (666.00)
5	41.40 (43.00)	538.70 (652.00)
4	40.50 (41.00)	542.60 (657.00)
3	38.40 (39.00)	529.60 (654.00)
2	29.90 (31.00)	532.30 (666.00)
1	16.50 (17.00)	543.60 (591.00)

- Programa SUPER-ETABS.
- ( ) Programa TORSION.

**TABLA IV.85** Coordenadas del centro de torsión a nivel de entrepiso. Edificio caso C.

NIVEL	$e_{cx}$ (cm)	$e_{cy}$ (cm)
10	592.60	205.00
9	780.60	100.40
8	733.70	140.50
7	688.80	101.10
6	616.10	247.60
5	802.50	76.50
4	707.50	102.20
3	732.90	356.80
2	892.00	95.70
1	1265.60	-313.40

**TABLA IV.86** Excentricidades estáticas a nivel de piso. Edificio caso C.

Sismo en dirección X			Sismo en dirección Y		
NIVEL	Ed1y (cm)	Ed2y (cm)	NIVEL	Ed1x (cm)	Ed2x (cm)
10	467.50	45.00	10	1128.90	352.60
9	310.60	-59.60	9	1410.90	540.60
8	370.80	-19.50	8	1340.60	493.70
7	311.70	-58.90	7	1273.20	448.80
6	531.40	87.60	6	1164.20	376.10
5	274.80	-83.50	5	-1443.80	562.50
4	313.30	-57.80	4	1301.30	467.50
3	695.20	196.80	3	1339.40	492.90
2	303.60	-64.30	2	1578.00	652.00
1	-153.40	-630.10	1	2138.40	1025.60

Ed1x , Ed1y : Máximo de (Ed1 , Ed2).

Ed2x , Ed2y : Mínimo de (Ed1 , Ed2).

**TABLA IV.87** Excentricidades de diseño a nivel de piso, sismo en dirección X y Y. Edificio caso C.

NIVEL	Opción Ee1		NIVEL	Opción Ee2	
	X <sub>CM</sub> <sup>*</sup> (cm)	Y <sub>CM</sub> <sup>*</sup> (cm)		X <sub>CM</sub> <sup>*</sup> (cm)	Y <sub>CM</sub> <sup>*</sup> (cm)
10	1275.30	948.50	10	499.00	526.00
9	1369.30	896.20	9	499.00	526.00
8	1345.90	916.30	8	499.00	526.00
7	1323.40	896.60	7	499.00	526.00
6	1287.10	969.80	6	499.00	526.00
5	1380.30	884.30	5	499.00	526.00
4	1332.80	897.10	4	499.00	526.00
3	1345.50	1024.40	3	499.00	526.00
2	1425.00	893.90	2	499.00	526.00
1	1611.80	846.00	1	499.00	369.30

**TABLA IV.88** Coordenadas de centros de masas modificadas para el programa SUPER-ETABS. Edificio caso C.

Sin código			Con Ea1			Con Ea2		
Modo	Periodo	Componente	Modo	Periodo	Componente	Modo	Periodo	Componente
1	1.3184	Y, $\theta$ , X	1	2.1113	Y, $\theta$ , X	1	1.3114	X, $\theta$ , Y
2	1.2581	X, Y, $\theta$	2	1.2448	X, Y, $\theta$	2	1.1290	$\theta$ , Y, X
3	0.4824	$\theta$ , Y, X	3	0.7831	Y, $\theta$ , X	3	0.4670	X, $\theta$ , Y
4	0.4464	X, $\theta$ , Y	4	0.4424	X, Y, $\theta$	4	0.4125	$\theta$ , X, Y
5	0.2697	Y, $\theta$ , X	5	0.4390	X, Y, $\theta$	5	0.3249	Y, $\theta$ , X
6	0.2688	$\theta$ , Y, X	6	0.2938	$\theta$ , Y, X	6	0.2629	X, $\theta$ , Y
7	0.2505	X, $\theta$ , Y	7	0.2486	X, Y, $\theta$	7	0.2301	$\theta$ , Y, X
8	0.1794	Y, $\theta$ , X	8	0.2268	$\theta$ , Y, X	8	0.1755	X, Y, $\theta$
9	0.1668	X, Y, $\theta$	9	0.2093	$\theta$ , Y, X	9	0.1534	$\theta$ , Y, X
10	0.1280	X, Y, $\theta$	10	0.1666	X, Y, $\theta$	10	0.1258	X, Y, $\theta$
11	0.1189	X, Y, $\theta$	11	0.1582	X, Y, $\theta$	11	0.1092	$\theta$ , Y, X
12	0.0971	X, Y, $\theta$	12	0.1232	$\theta$ , Y, X	12	0.0953	X, Y, $\theta$
13	0.0898	X, Y, $\theta$	13	0.1191	X, Y, $\theta$	13	0.0824	$\theta$ , Y, X
14	0.0767	X, Y, $\theta$	14	0.0991	X, Y, $\theta$	14	0.0769	Y, $\theta$ , X
15	0.0704	X, Y, $\theta$	15	0.0911	X, Y, $\theta$	15	0.0750	X, $\theta$ , Y

**TABLA IV.89** Periodos de vibración sin excentricidad de diseño y con excentricidad de diseño. Edificio caso C.

NIVEL	$\Delta_x$ (cm)	$\Delta_y$ (cm)	$\theta$ (rad $\times 10^{-3}$ )
10	18.26 <sup>*</sup>	0.46	-6.321
	[21.34]	[0.28]	[-5.303]
	(19.06)	(0.40)	(-5.090)
9	17.40	0.40	-5.960
	[20.31]	[0.25]	[-5.018]
	(18.14)	(0.34)	(-4.812)
8	16.02	0.34	-5.411
	[18.68]	[0.21]	[-4.580]
	(16.70)	(0.32)	(-4.364)
7	14.18	0.28	-4.702
	[16.52]	[0.18]	[-4.004]
	(14.76)	(0.26)	(-3.778)
6	12.14	0.24	-3.994
	[14.15]	[0.14]	[-3.408]
	(12.64)	(0.22)	(-3.208)
5	10.16	0.18	-3.356
	[11.83]	[0.11]	[-2.850]
	(10.58)	(0.17)	(-2.714)
4	8.02	0.12	-2.688
	[9.36]	[0.08]	[-2.262]
	(8.34)	(0.12)	(-2.194)
3	5.98	0.08	-2.050
	[6.96]	[0.05]	[-1.698]
	(6.20)	(0.08)	(-1.696)
2	4.14	0.06	-1.470
	[4.82]	[0.03]	[-1.189]
	(4.28)	(0.05)	(-1.246)
1	2.28	0.02	-0.860
	[2.65]	[0.01]	[-0.667]
	(2.34)	(0.02)	(-0.760)

- Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS con análisis dinámico modal espectral.
- ( ) Programa TORSION.

TABLA IV.90 Desplazamientos horizontales máximos totales, sismo en dirección X. Excentricidad de diseño  $E_{d1}$ . Edificio caso C.

NIVEL	$\Delta_x$ (cm)	$\Delta_y$ (cm)	$\theta$ (rad $\times 10^{-3}$ )
10	24.02*	0.05	2.641
	[21.34]	[0.28]	[5.303]
	(24.02)	(0.05)	(2.652)
9	22.84	0.04	2.490
	[20.31]	[0.25]	[5.018]
	(22.84)	(0.04)	(2.502)
8	20.98	0.03	2.282
	[18.68]	[0.21]	[4.580]
	(20.98)	(0.03)	(2.292)
7	18.50	0.03	2.012
	[16.52]	[0.18]	[4.004]
	(18.50)	(0.03)	(2.024)
6	15.82	0.02	1.708
	[14.15]	[0.14]	[3.408]
	(15.82)	(0.02)	(1.718)
5	13.20	0.02	1.398
	[11.83]	[0.11]	[2.850]
	(13.20)	(0.02)	(1.406)
4	10.44	0.01	1.398
	[9.36]	[0.08]	[2.262]
	(10.44)	(0.01)	(1.084)
3	7.76	0.01	0.763
	[6.96]	[0.05]	[1.698]
	(7.76)	(0.01)	(0.774)
2	5.36	0.00	0.487
	[4.82]	[0.03]	[1.189]
	(5.36)	(0.00)	(0.487)
1	2.94	0.00	0.225
	[2.65]	[0.01]	[0.667]
	(2.94)	(0.00)	(0.232)

- \* Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS con análisis dinámico modal espectral.
- ( ) Programa TORSION.

**TABLA IV.91** Desplazamientos horizontales máximos totales, sismo en dirección X. Excentricidad de diseño E<sub>az</sub>. Edificio caso C.

NIVEL	$\Delta_x$ (cm)	$\Delta_y$ (cm)	$\theta$ (rad x $10^{-3}$ )
10	18.82*	0.98	29.022
	[10.10]	[0.95]	[15.492]
	(18.81)	(0.98)	(28.996)
9	17.80	0.88	27.496
	[9.56]	[0.84]	[14.669]
	(17.80)	(0.88)	(27.472)
8	16.28	0.74	25.108
	[8.70]	[0.72]	[13.395]
	(16.27)	(0.74)	(25.088)
7	14.24	0.62	21.946
	[7.66]	[0.60]	[11.712]
	(14.24)	(0.62)	(21.930)
6	12.12	0.50	18.662
	[6.51]	[0.48]	[9.961]
	(12.10)	(0.50)	(18.648)
5	10.08	0.38	15.600
	[5.41]	[0.37]	[8.321]
	(10.08)	(0.38)	(15.588)
4	7.94	0.28	12.374
	[4.26]	[0.27]	[6.594]
	(7.94)	(0.28)	(12.364)
3	5.91	0.18	9.278
	[3.16]	[0.18]	[4.939]
	(5.91)	(0.18)	(9.272)
2	4.06	0.10	6.486
	[2.17]	[0.11]	[3.447]
	(4.06)	(0.10)	(6.482)
1	2.20	0.04	3.618
	[1.18]	[0.05]	[1.922]
	(2.20)	(0.04)	(3.616)

- Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS con análisis dinámico modal espectral.
- ( ) Programa TORSION.

**TABLA IV.92** Desplazamientos horizontales máximos totales, sismo en dirección Y. Excentricidad de diseño  $E_{d1}$ . Edificio caso C.

NIVEL	$\Delta_x$ (cm)	$\Delta_y$ (cm)	$\theta$ (rad x $10^{-3}$ )
10	6.78*	1.84	10.284
	[10.10]	[0.95]	[15.492]
	(6.78)	(1.84)	(10.282)
9	6.42	1.62	9.770
	[9.56]	[0.84]	[14.669]
	(6.42)	(1.62)	(9.766)
8	5.88	1.38	8.940
	[8.70]	[0.72]	[13.395]
	(5.88)	(1.38)	(8.936)
7	5.14	1.16	7.824
	[7.66]	[0.60]	[11.712]
	(5.14)	(1.16)	(7.822)
6	4.38	0.94	6.664
	[6.51]	[0.48]	[9.961]
	(4.38)	(0.94)	(6.662)
5	3.64	0.72	5.284
	[5.41]	[0.37]	[8.321]
	(3.64)	(0.72)	(5.582)
4	2.88	0.54	4.442
	[4.26]	[0.27]	[6.594]
	(2.88)	(0.54)	(4.440)
3	2.14	0.36	3.342
	[3.16]	[0.18]	[4.939]
	(2.14)	(0.36)	(3.340)
2	1.48	0.24	2.344
	[2.17]	[0.11]	[3.447]
	(1.48)	(0.23)	(2.344)
1	0.80	0.10	1.314
	[1.18]	[0.05]	[1.922]
	(0.80)	(0.10)	(1.312)

- \* Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS con análisis dinámico modal espectral.
- ( ) Programa TORSION.

**TABLA IV.93** Desplazamientos horizontales máximos totales, sismo en dirección Y. Excentricidad de diseño  $E_{az}$ . Edificio caso C.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)	
2	2	INF.	-102.85 [-98.07] (102.96)	44.12 [32.95] (-41.18)	-16.95 [-10.98] (15.06)	-2.51 [-2.16] (2.02)	47.17 [34.75] (-42.43)	-24.10 [-15.63] (-21.32)	
		SUP.					71.98 [54.38] (68.76)	-21.66 [-14.02] (-19.35)	
	4	INF.	180.40 [163.37] (-178.90)	33.74 [30.84] (-33.44)	84.07 [48.46] (-71.67)	-33.79 [-32.54] (30.34)	45.73 [41.83] (-45.32)	1667.06 [1021.88] (1443.35)	
		SUP.					41.99 [38.35] (-44.97)	-1448.48 [-898.53] (1249.48)	
	6	INF.	-128.47 [-158.43] (135.91)	57.24 [46.29] (-55.27)	-33.55 [-21.56] (29.72)	-2.51 [-2.16] (2.02)	73.00 [58.23] (-70.19)	-47.76 [-30.68] (-42.08)	
		SUP.					81.55 [66.86] (79.02)	-42.82 [-27.54] (-38.17)	
	11	INF.	-189.01 [-189.52] (191.40)	39.05 [38.61] (-39.80)	-11.21 [-8.12] (9.93)	-2.51 [-2.16] (2.02)	49.87 [47.88] (-51.42)	-12.35 [-10.24] (-10.06)	
		SUP.					55.58 [56.54] (56.04)	-17.92 [-12.16] (-16.75)	
	5	2	INF.	-53.84 [-50.43] (53.64)	41.72 [31.42] (-39.68)	-12.07 [-7.88] (10.71)	-2.21 [-1.96] (1.73)	56.61 [42.55] (-53.71)	-16.74 [-10.94] (-14.85)
			SUP.					60.21 [45.64] (-57.40)	-17.06 [-11.14] (-15.15)
		4	INF.	95.93 [87.04] (-95.13)	26.52 [24.30] (-26.31)	64.85 [39.09] (-56.28)	-16.84 [-14.98] (13.21)	35.15 [32.22] (-34.86)	864.14 [554.65] (753.83)
			SUP.					36.47 [33.41] (36.18)	-689.02 [-450.59] (607.50)
6		INF.	64.41 [78.40] (67.73)	47.18 [38.70] (-45.70)	-23.86 [-15.39] (21.16)	-2.21 [-1.97] (1.73)	64.30 [52.65] (62.22)	-33.16 [-21.39] (-29.39)	
		SUP.					67.79 [55.87] (-65.74)	-33.64 [-21.72] (29.85)	
11		INF.	-92.91 [-94.16] (94.15)	32.46 [33.21] (32.89)	-10.08 [-6.68] (9.29)	-2.21 [-1.97] (1.73)	43.80 [44.93] (-44.43)	-13.70 [-9.16] (-12.57)	
		SUP.					47.08 [48.28] (47.67)	-14.53 [-9.16] (-13.44)	

Nota: Para simbología y abreviatura ver al final de la tabla.

TABLA IV. 94 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X. Con excentricidad de diseño E<sub>41</sub>. Edificio caso C.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
2	INF.		-15.86	25.29	-6.42	-1.82	29.87	-8.69
			[-14.89]	[18.72]	[-4.26]	[-1.54]	[21.94]	[-5.77]
	SUP.		(15.66)	(-24.21)	(5.82)	(1.52)	(-28.54)	(-7.96)
							43.47	-9.92
4	INF.		31.01	17.38	36.25	-9.96	22.10	273.63
			[28.06]	[15.77]	[24.96]	[-8.42]	[20.05]	[192.15]
8	SUP.		(-30.73)	(-32.61)	(17.24)	(8.28)	(-21.91)	(242.37)
							26.56	172.13
6	INF.		-18.92	26.67	-12.82	-1.82	32.66	-17.39
			[-22.27]	[21.79]	[-8.38]	[-1.54]	[26.24]	[-11.39]
	SUP.		(19.68)	(-25.95)	(11.67)	(1.52)	(-31.65)	(-15.98)
							44.68	-19.78
11	INF.		-26.08	17.69	-5.43	-1.82	20.53	-6.20
			[-26.98]	[18.82]	[-3.56]	[-1.54]	[21.76]	[-4.57]
	SUP.		(26.49)	(-17.96)	(5.08)	(1.52)	(-20.75)	(-6.05)
							30.77	-9.55
						[33.02]	[-6.30]	
						(31.34)	(-8.68)	

- Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS con análisis dinámico modal espectral.
- ( ) Programa TORSION.
- COL. COLUMNA.
- EXT. EXTREMO.
- INF. INFERIOR.
- SUP. SUPERIOR.
- P Carga axial.
- V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.
- M<sub>t</sub> Momento torsionante.
- M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

**TABLA IV.94** Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X. Con excentricidad de diseño E<sub>41</sub>. Edificio caso C. (Continuación).

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)	
2	2	INF.	-103.50 [-98.07] (103.50)	28.65 [32.95] (-28.62)	-4.55 [-10.98] (4.57)	1.08 [2.16] (-1.09)	29.82 [34.75] (-29.64)	-6.92 [-15.63] (-6.93)	
		SUP.					47.53 [54.38] (47.64)	-5.36 [-14.02] (-5.40)	
	4	INF.	169.77 [163.37] (-169.84)	31.83 [30.84] (31.84)	8.31 [48.46] (-8.36)	16.35 [32.54] (-16.32)	43.20 [41.83] (-43.20)	178.90 [1021.88] (-179.21)	
		SUP.					39.56 [38.35] (39.56)	-157.48 [-898.53] (157.48)	
	6	INF.	-178.65 [-158.43] (178.63)	44.02 [46.29] (-44.05)	-8.32 [-21.56] (8.36)	1.08 [2.16] (-1.09)	54.66 [58.23] (-54.69)	-12.41 [-30.68] (-12.44)	
		SUP.					64.20 [66.86] (-64.24)	-10.06 [-27.54] (-10.14)	
	11	INF.	-205.28 [-189.52] (205.28)	41.14 [38.61] (-41.18)	-6.80 [-8.12] (6.75)	1.08 [2.16] (-1.09)	50.27 [47.88] (-50.42)	-10.23 [-10.24] (-10.05)	
		SUP.					60.81 [56.54] (60.78)	-8.12 [-12.16] (-8.18)	
	5	2	INF.	-52.26 [-50.43] (52.26)	27.47 [31.42] (-27.42)	-2.80 [-7.88] (2.80)	1.07 [1.96] (-1.08)	36.92 [42.55] (-36.92)	-3.95 [-10.94] (3.96)
			SUP.					40.00 [45.64] (40.00)	-3.88 [-11.14] (-3.88)
		4	INF.	90.02 [87.04] (-90.07)	25.06 [24.30] (-25.07)	5.42 [39.09] (-5.43)	8.14 [14.98] (-8.20)	33.21 [32.22] (-33.21)	101.95 [554.65] (102.06)
			SUP.					34.46 [33.41] (-34.46)	-87.31 [-450.59] (87.49)
6		INF.	-87.39 [-78.40] (87.39)	37.15 [38.70] (-37.16)	-5.40 [-15.39] (5.41)	1.07 [1.97] (-1.08)	50.25 [52.65] (-50.26)	-7.66 [-21.39] (-7.66)	
		SUP.					53.77 [55.87] (53.78)	-7.48 [-21.72] (-7.48)	
11		INF.	-101.61 [-94.16] (101.61)	35.71 [33.21] (-35.72)	-4.06 [-6.68] (4.06)	1.07 [1.97] (-1.08)	48.09 [44.93] (-48.10)	-5.84 [-9.16] (-5.84)	
		SUP.					51.91 [48.28] (-51.91)	-5.53 [-9.16] (-5.53)	

Nota: Para simbología y abreviatura ver al final de la tabla.

TABLA IV.95 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X. Con excentricidad de diseño E<sub>42</sub>. Edificio caso C.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
8	2	INF.	-14.44	15.86	-1.33	0.69	17.93	-2.23
			[-14.89]	[18.72]	[-4.26]	[1.54]	[21.94]	[-5.77]
	SUP.	(14.45)	(-15.87)	(1.33)	(-0.70)	(-17.94)	(-2.24)	
						28.07	-1.63	
	4	INF.	28.90	16.16	3.85	3.79	20.49	44.59
			[28.06]	[15.77]	[24.96]	[8.42]	[20.05]	[192.15]
	SUP.	(-28.93)	(16.16)	(-3.86)	(-3.81)	(-20.49)	(-44.63)	
						24.75	33.80	
	6	INF.	-24.24	20.78	-2.84	0.69	24.36	-4.75
			[-22.27]	[21.79]	[-8.38]	[1.54]	[26.24]	[-11.39]
	SUP.	(24.24)	(-20.79)	(2.84)	(-0.70)	(-24.37)	(-4.75)	
						35.91	-3.48	
11	INF.	-28.96	20.32	-1.80	0.69	23.08	-3.58	
		[-26.98]	[18.82]	[-3.56]	[1.54]	[21.76]	[-4.57]	
SUP.	(28.96)	(-20.33)	(1.80)	(-0.70)	(-23.09)	(-3.58)		
					35.86	-1.64		
					[33.02]	[-6.30]		
					(-35.86)	(-1.64)		

\* Programa **SUPER-ETABS.**

[ ] Programa **SUPER-ETABS** con análisis dinámico modal espectral.

( ) Programa **TORSION.**

COL. COLUMNA.

EXT. EXTREMO.

INF. INFERIOR.

SUP. SUPERIOR.

P Carga axial.

V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.

M<sub>t</sub> Momento torsionante.

M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

**TABLA IV.95** Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X.  
Con excentricidad de diseño Eaz. Edificio caso C.  
(Continuación).

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
2	INF.		-16.71	-51.10	42.67	11.81	-56.35	59.28
			[-18.89]	[-28.84]	[22.95]	[6.28]	[-31.93]	[31.94]
	SUP.		(16.71)	(51.07)	(-42.65)	(-11.88)	(56.31)	(59.24)
							-81.60	55.94
4	INF.		-32.92	-6.11	154.85	177.69	-8.06	3532.21
			[-37.06]	[-6.98]	[154.90]	[94.58]	[-9.39]	[3408.47]
2	SUP.		(32.90)	(-6.11)	(155.03)	(178.71)	(8.06)	(3536.94)
							-7.82	3129.59
6	INF.		-173.70	-44.12	85.18	11.81	-61.05	119.40
			[-91.81]	[-26.27]	[45.84]	[6.28]	[-35.81]	[64.34]
	SUP.		(173.55)	(44.10)	(-85.13)	(-11.88)	(61.02)	(119.32)
							-58.09	110.59
10	INF.		194.45	60.48	46.15	11.81	84.30	60.20
			[103.88]	[32.25]	[24.50]	[6.28]	[45.03]	[32.00]
	SUP.		(-194.28)	(-60.44)	(-46.11)	(-11.88)	(-84.23)	(60.14)
							79.00	64.40
2	INF.		-3.73	-46.95	32.46	10.66	-64.25	44.90
			[-9.67]	[-26.80]	[17.55]	[5.74]	[-36.86]	[24.27]
	SUP.		(3.74)	(46.92)	(-32.44)	(-10.73)	(64.21)	(44.77)
							-67.20	46.10
4	INF.		-18.02	-4.57	134.21	81.23	-6.03	1933.91
			[-20.12]	[-5.41]	[131.20]	[43.76]	[-7.17]	[1859.43]
5	SUP.		(18.01)	(-4.57)	(134.38)	(-81.69)	(6.03)	(1936.79)
							-6.32	1571.53
6	INF.		-80.03	-33.45	62.70	10.66	-46.79	86.56
			[-42.90]	[-20.34]	[34.02]	[5.74]	[-28.33]	[47.08]
	SUP.		(79.96)	(33.43)	(-62.65)	(-10.73)	(46.76)	(86.50)
							-46.88	88.99
10	INF.		90.31	46.66	36.39	10.66	64.62	49.61
			[20.36]	[7.50]	[11.16]	[5.74]	[10.07]	[14.71]
	SUP.		(-90.22)	(-46.63)	(-36.36)	(-10.73)	(-64.57)	(49.57)
							66.04	52.29
						[11.12]	[16.86]	
						(-66.01)	(52.25)	

Nota: Para simbología y abreviatura ver al final de la tabla.

**TABLA IV.96** Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y.  
Con excentricidad de diseño E<sub>41</sub>. Edificio caso C.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
2	INF.		0.90	-30.88	17.90	8.12	-38.65	22.70
			[3.30]	[-17.74]	[9.78]	[4.41]	[-22.34]	[12.50]
	SUP.		(-0.90)	(-30.86)	(-17.89)	(-8.17)	(38.61)	(22.69)
							-50.91	29.21
4	INF.		-6.20	-3.83	91.66	44.41	-5.03	671.10
			[-6.75]	[-3.89]	[86.80]	[24.14]	[-5.04]	[635.61]
8	SUP.		(6.20)	(3.83)	(-91.78)	(44.65)	(5.03)	(672.32)
							-5.70	414.44
6	INF.		-18.66	-19.57	33.94	8.12	-27.59	42.79
			[-10.38]	[-12.01]	[18.62]	[4.42]	[-16.56]	[23.69]
	SUP.		(18.64)	(19.57)	(-33.91)	(-8.17)	(27.56)	(42.76)
							-29.22	55.62
10	INF.		21.49	30.35	19.44	8.12	39.95	21.85
			[12.23]	[16.44]	[10.58]	[4.41]	[21.67]	[12.14]
	SUP.		(-21.45)	(-30.32)	(-19.42)	(-8.17)	(-39.91)	(21.83)
							48.07	34.51
						[26.04]	[18.67]	
						(-48.03)	(34.49)	

- Programa **SUPER-ETABS.**
- [ ] Programa **SUPER-ETABS** con análisis dinámico modal espectral.
- ( ) Programa **TORSION.**
- COL. COLUMNA.
- EXT. EXTREMO.
- INF. INFERIOR.
- SUP. SUPERIOR.
- P Carga axial.
- V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.
- M<sub>t</sub> Momento torsionante.
- M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

**TABLA IV.96** Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y. Con excentricidad de diseño E<sub>ai</sub>. Edificio caso C. (Continuación).

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)	
2	2	INF.	-15.24 <sup>*</sup> [-18.89] (15.24)	-18.54 [-28.84] (18.54)	16.61 [22.95] (-16.61)	4.25 [6.28] (-4.28)	-20.08 [-31.93] (20.08)	23.21 [31.94] (23.21)	
		SUP.					-29.99 [-46.07] (29.99)	21.64 [30.03] (21.63)	
	4	INF.	-10.76 [-37.06] (10.77)	-2.10 [-6.98] (2.10)	314.16 [154.90] (314.19)	63.92 [94.58] (-64.31)	-2.75 [-9.39] (2.75)	6641.52 [3408.47] (6642.05)	
		SUP.					-2.70 [-8.75] (2.71)	5824.70 [3006.94] (5825.14)	
	6	INF.	-68.85 [-91.81] (68.83)	-16.35 [-26.27] (16.35)	32.14 [45.84] (-32.14)	4.25 [6.28] (-4.28)	-22.52 [-35.81] (22.52)	45.14 [64.34] (45.13)	
		SUP.					-21.63 [-35.15] (21.62)	41.65 [59.43] (41.64)	
	10	INF.	75.29 [103.88] (-75.26)	21.96 [32.25] (-21.96)	17.51 [24.50] (-17.51)	4.25 [6.28] (-4.28)	30.53 [45.03] (-30.52)	22.97 [32.00] (22.97)	
		SUP.					28.76 [42.07] (-28.76)	24.32 [34.17] (24.30)	
	5	2	INF.	-6.90 [-9.67] (6.90)	-16.92 [-26.80] (16.92)	12.97 [17.55] (-12.97)	3.77 [5.74] (-3.80)	-23.03 [-36.86] (23.03)	17.98 [24.27] (17.98)
			SUP.					-24.35 [-38.32] (24.34)	18.33 [24.90] (18.32)
		4	INF.	-5.77 [-20.12] (5.78)	-1.50 [-5.41] (1.51)	259.34 [131.20] (259.37)	28.78 [43.76] (-28.96)	-1.97 [-7.17] (1.97)	3517.61 [1859.43] (3517.86)
			SUP.					-2.09 [-7.44] (2.09)	2817.38 [1505.95] (2817.56)
6		INF.	-32.36 [-42.90] (32.35)	-12.40 [-20.34] (12.40)	23.89 [34.02] (23.89)	3.77 [5.74] (-3.80)	-17.30 [-28.33] (17.30)	33.05 [47.08] (33.04)	
		SUP.					-17.41 [-28.65] (17.41)	33.85 [48.22] (33.85)	
10		INF.	35.43 [20.36] (-35.42)	16.77 [7.50] (-16.77)	13.96 [11.16] (-13.96)	3.77 [5.74] (-3.80)	23.20 [10.07] (-23.19)	19.10 [14.71] (19.10)	
		SUP.					23.77 [11.12] (-23.77)	19.99 [16.86] (19.99)	

Nota: Para simbología y abreviatura ver al final de la tabla.

**TABLA IV.97** Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y.  
Con excentricidad de diseño E<sub>42</sub>. Edificio caso C.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
2	INF.		-1.86	-11.11	7.25	2.86	-13.87	9.28
			[-3.30]	[-17.74]	[9.78]	[4.41]	[-22.34]	[12.50]
8	SUP.		(1.87)	(11.12)	(-7.25)	(-2.88)	(13.67)	(9.28)
							-18.36	11.75
4	INF.		-1.91	-1.27	159.61	15.66	-1.67	1137.16
			[-6.75]	[-3.89]	[86.80]	[24.14]	[-5.04]	[635.61]
8	SUP.		(1.92)	(-1.28)	(159.62)	(15.76)	(1.67)	(1137.23)
							-1.90	690.25
6	INF.		-7.98	-7.27	13.01	2.86	-10.24	16.48
			[-10.38]	[-12.01]	[18.62]	[4.42]	[-16.56]	[23.69]
8	SUP.		(7.99)	(7.27)	(-13.01)	(-2.88)	(10.24)	(16.48)
							-10.84	21.26
10	INF.		8.74	10.87	7.51	2.86	14.29	8.54
			[12.23]	[16.44]	[10.58]	[4.41]	[21.67]	[12.14]
8	SUP.		(-8.74)	(-10.88)	(-7.51)	(-2.88)	(-14.29)	(8.54)
							17.25	13.24
						[26.04]	[18.67]	
						(-17.25)	(13.24)	

- Programa **SUPER-ETABS.**
- [ ] Programa **SUPER-ETABS** con análisis dinámico modal espectral.
- ( ) Programa **TORSION.**
- COL. COLUMNA.
- EXT. EXTREMO.
- INF. INFERIOR.
- SUP. SUPERIOR.
- P Carga axial.
- V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.
- M<sub>t</sub> Momento torsionante.
- M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

**TABLA IV.97** Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y.  
Con excentricidad de diseño E<sub>22</sub>. Edificio caso C.  
(Continuación).

NIVEL	TRABE	MOMENTO TORSIONANTE (Ton-m)	M. FLEXIONANTE (Ton-m)	
			A	B
1		1.10*	-13.83	-15.06
		[0.76]	[-13.51]	[-13.31]
		(-0.93)	(10.69)	(11.96)
7		0.38	-114.48	-115.64
		[0.89]	[-104.08]	[-105.78]
		(-0.19)	(113.34)	(114.66)
2	12	1.05	-53.74	-56.10
		[0.80]	[-37.79]	[-39.07]
		(-0.82)	(50.04)	(52.01)
14		0.89	-93.15	-92.96
		[0.81]	[-109.96]	[-109.79]
		(-0.69)	(97.58)	(97.38)
15		0.99	-90.66	-92.31
		[1.11]	[-105.87]	[-108.50]
		(-0.71)	(94.77)	(96.68)
4		1.11	-11.40	-12.41
		[0.74]	[-10.71]	[-10.62]
		(-0.95)	(8.93)	(9.96)
7		0.35	-88.34	-89.57
		[0.89]	[-79.92]	[-81.65]
		(-0.17)	(87.38)	(88.74)
5	12	0.99	-40.42	-42.47
		[0.84]	[-28.29]	[-29.40]
		(-0.79)	(37.59)	(39.35)
14		0.90	-72.69	-72.41
		[0.82]	[-86.53]	[-86.24]
		(-0.70)	(76.29)	(76.00)
15		0.98	-69.32	-71.03
		[1.12]	[-80.95]	[-83.68]
		(-0.71)	(72.46)	(72.46)
4		0.44	-6.72	-6.98
		[0.28]	[-5.46]	[-5.48]
		(-0.39)	(5.73)	(5.99)
7		0.50	-48.47	-49.56
		[0.65]	[-43.11]	[-44.44]
		(-0.38)	(47.83)	(48.98)
8	12	0.36	-17.78	-18.52
		[0.30]	[-12.24]	[-12.66]
		(-0.31)	(16.66)	(17.33)
14		0.77	-38.39	-38.26
		[0.66]	[-47.20]	[-47.10]
		(-0.64)	(40.23)	(40.10)
15		0.86	-35.77	-36.86
		[0.81]	[-42.80]	[-44.56]
		(-0.71)	(37.21)	(38.42)

\* Programa SUPER-ETABS.

[ ] Programa SUPER-ETABS con análisis dinámico modal espectral.

( ) Programa TORSION.

A Extremo Izquierdo.

B.- Extremo Derecho.

**TABLA IV.98** Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección X.  
Excentricidad de diseño E<sub>41</sub>. Edificio caso C.

NIVEL	TRABE	MOMENTO TORSIONANTE (Ton-m)	M. FLEXIONANTE (Ton-m)	
			A	B
2	4	-0.11 <sup>*</sup>	7.22	5.79
		[-0.76]	[13.51]	[13.31]
		(0.11)	(7.19)	(5.76)
	7	-0.87	-107.05	-109.11
		[-0.89]	[-1044.08]	[-105.78]
		(0.87)	(107.05)	(109.12)
	12	-0.41	-29.38	-29.63
		[-0.80]	[-37.79]	[-39.07]
		(0.42)	(29.41)	(29.65)
	14	-0.46	-122.76	-122.59
		[-0.81]	[-109.96]	[-109.79]
		(0.47)	(122.72)	(122.55)
15	-0.80	-117.84	-120.91	
	[-1.11]	[-105.87]	[-108.50]	
	(0.81)	(117.81)	(120.87)	
5	4	-0.03	4.92	3.80
		[-0.74]	[10.71]	[10.62]
		(0.03)	(-4.92)	(3.80)
	7	-0.88	-81.90	-83.99
		[-0.89]	[-79.92]	[-81.65]
		(0.88)	(81.90)	(84.00)
	12	-0.40	-21.71	-21.92
		[-0.84]	[-28.29]	[-29.40]
		(0.41)	(21.30)	(21.50)
	14	-0.46	-96.59	-96.29
		[-0.70]	[-76.29]	[-76.00]
		(0.47)	(96.59)	(96.29)
15	-0.82	-89.96	-93.15	
	[-1.12]	[-80.95]	[-83.68]	
	(0.83)	(89.96)	(93.14)	
4	0.02	1.18	0.90	
	[0.28]	[5.46]	[5.48]	
	(-0.20)	(-1.18)	(-0.90)	
7	-0.50	-43.64	-45.16	
	[-0.65]	[-43.11]	[-44.44]	
	(0.50)	(43.64)	(45.17)	
12	-0.12	-8.92	-9.00	
	[-0.30]	[-12.24]	[-12.66]	
	(0.12)	(8.92)	(9.00)	
14	-0.31	-52.68	-52.57	
	[-0.66]	[-47.20]	[-47.10]	
	(0.31)	(52.68)	(52.57)	
15	-0.45	-47.37	-49.39	
	[-0.81]	[-42.80]	[-44.56]	
	(0.46)	(47.39)	(49.39)	

\* Programa SUPER-ETABS.

[ ] Programa SUPER-ETABS con análisis dinámico modal espectral.

( ) Programa TORSION.

A Extremo Izquierdo. B.- Extremo Derecho.

TABLA IV.99 Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección X.  
Excentricidad de diseño E<sub>2</sub>. Edificio caso C.

NIVEL	TRABE	MOMENTO TORSIONANTE (Ton-m)	M. FLEXIONANTE (Ton-m)	
			A	B
2	1	-3.06 <sup>*</sup>	107.51	118.76
		[-1.60]	[62.00]	[68.54]
		(3.08)	(107.43)	(118.68)
	4	-3.98	73.83	73.00
		(-2.13)	[39.16]	[38.77]
		(4.00)	(-73.78)	(-72.95)
	11	-3.40	144.68	151.15
		[-1.82]	[76.90]	[80.43]
		(3.43)	(144.59)	(151.15)
	12	-4.81	81.93	89.04
		[-2.56]	[45.18]	[49.00]
		(4.84)	(-81.86)	(-88.97)
	15	-5.89	-89.44	-94.10
		[-3.13]	[-48.06]	[-50.45]
		(5.92)	(89.38)	(94.04)
5	1	-2.69	85.64	92.11
		[-1.41]	[49.81]	[53.63]
		(2.71)	(85.56)	(92.03)
	4	-3.69	58.36	57.81
		[-2.00]	[31.20]	[30.94]
		(3.71)	(58.32)	(57.77)
	11	-2.99	109.52	114.97
		[-1.62]	[58.81]	[61.81]
		(3.01)	(109.43)	(114.87)
	12	-4.55	63.04	69.23
		[-2.46]	[35.02]	[38.36]
		(4.58)	(-62.98)	(-69.16)
	15	-5.90	-67.32	-72.20
		[-3.18]	[-36.77]	[-39.30]
		(5.94)	(67.26)	(72.14)
8	1	-1.99	56.72	58.36
		[-1.07]	[33.15]	[34.14]
		(2.01)	(56.66)	(58.30)
	4	-1.33	28.46	28.32
		[-0.73]	[15.43]	[15.36]
		(1.34)	(28.44)	(28.30)
	11	-1.06	51.14	52.97
		[-0.59]	[27.87]	[28.88]
		(1.07)	(-51.08)	(-52.91)
	12	-1.56	29.83	32.06
		[-0.85]	[16.71]	[17.93]
		(1.58)	(-29.79)	(-32.02)
	15	-4.26	-37.39	-40.46
		[-2.32]	[-20.47]	[-22.08]
		(4.29)	(37.34)	(40.42)

\* Programa SUPER-ETABS.

[ ] Programa SUPER-ETABS con análisis dinámico modal espectral.

( ) Programa TORSION.

A.- Extremo Izquierdo.

B.- Extremo Derecho.

TABLA IV.100 Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección Y.  
Excentricidad de diseño Ed1. Edificio caso C.

NIVEL	TRABE	MOMENTO TORSIONANTE (Ton-m)	M. FLEXIONANTE (Ton-m)		
			A	B	
2	1	-1.36*	38.38	42.34	
		[-1.60] (1.37)	[62.00] (38.36)	[68.54] (42.32)	
	4	-1.42	29.64	29.23	
		[-2.13] (1.43)	[39.16] (29.64)	[38.77] (29.23)	
	11	-1.21	55.06	57.49	
		[-1.82] (1.22)	[76.90] (55.04)	[80.43] (57.48)	
	12	-1.73	30.82	33.50	
		[-2.56] (1.75)	[45.18] (-30.81)	[49.00] (33.48)	
	15	-2.13	-32.38	-34.09	
		[-3.13] (2.14)	[-48.06] (32.37)	[-50.45] (34.09)	
	5	1	-1.32	30.04	32.27
			[-1.41] (1.33)	[49.81] (-30.03)	[53.63] (-32.25)
4		-1.29	24.18	23.87	
		[-2.00] (1.31)	[31.20] (24.18)	[30.94] (23.87)	
11		-1.04	42.21	44.27	
		[-1.62] (1.05)	[58.81] (42.21)	[61.81] (44.26)	
12		-1.63	23.89	26.23	
		[-2.46] (1.64)	[35.02] (23.88)	[38.36] (26.22)	
15		-2.11	-24.10	-25.89	
		[-3.18] (2.13)	[-36.77] (24.09)	[-39.30] (25.87)	
8		1	-1.04	19.83	20.37
			[-1.07] (1.05)	[33.15] (19.83)	[34.14] (20.37)
	4	-0.46	12.03	11.94	
		[-0.73] (0.47)	[15.43] (12.03)	[15.36] (11.94)	
	11	-0.37	19.95	20.64	
		[-0.59] (0.37)	[27.87] (19.95)	[28.88] (20.64)	
	12	-0.55	11.40	12.24	
		[-0.85] (0.56)	[16.71] (11.40)	[17.93] (12.24)	
	15	-1.52	-13.28	-14.40	
		[-2.32] (1.53)	[-20.47] (13.28)	[-22.08] (14.40)	

- \* Programa SUPER-ETABS.  
 [ ] Programa SUPER-ETABS con análisis dinámico modal espectral.  
 ( ) Programa TORSION.  
 A.- Extremo Izquierdo. B.- Extremo Derecho.

TABLA IV.101 Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección Y.  
 Excentricidad de diseño Eaz. Edificio caso C.

NIVEL	ENTREPISO	$F_1$ (Ton)	$V_1$ (Ton)
C. Maq.		9.03	
	C. Maq.		9.03
11		56.01	
	11		65.04
10		104.31	
	10		169.35
9		120.49	
	9		289.84
8		111.56	
	8		401.41
7		103.01	
	7		504.42
6		87.85	
	6		592.27
5		80.32	
	5		672.59
4		68.38	
	4		740.98
3		55.62	
	3		796.60
2		45.84	
	2		842.44
1		32.53	
	1		874.98
P. B.		16.86	
	P. B.		891.84

Nota:

Las fuerzas sísmicas y cortantes de entrepiso son obtenidas empleando el método estático con  $C_s=0.6$ , Zona III.

**TABLA IV.102** Fuerzas sísmicas estáticas.  
Edificio Varsovia.

NIVEL	ENTREPISO	$F_i$ (Ton)	$V_i$ (Ton)
C. Maq.		6.80	
	C. Maq.		6.80
11	11	41.78	48.58
10	10	76.12	124.70
9	9	84.20	208.90
8	8	75.90	284.80
7	7	67.10	351.90
6	6	54.20	406.10
5	5	49.20	455.30
4	4	39.70	495.00
3	3	26.90	521.90
2	2	21.50	543.40
1	1	8.40	551.80
P.B.	P.B.	-4.20	547.60

Nota:

Las fuerzas fueron obtenidas de un análisis dinámico modal espectral de traslación pura.

**TABLA IV.103** Fuerzas sísmicas dinámicas. Sismo en dirección X. Edificio Varsovia.

NIVEL	ENTREPISO	$F_1$ (Ton)	$V_1$ (Ton)
C. Maq.		6.69	6.69
	C. Maq.		
11	11	40.79	47.47
10	10	74.83	122.30
9	9	84.50	206.80
8	8	77.10	283.90
7	7	69.20	353.10
6	6	56.70	409.80
5	5	52.30	462.10
4	4	44.00	506.10
3	3	33.00	539.10
2	2	27.30	566.40
1	1	5.80	572.20
P.B.	P.B.	-5.40	566.80

Nota:

Las fuerzas fueron obtenidas de un análisis dinámico modal espectral de traslación pura.

**TABLA IV.103-a Fuerzas sísmicas dinámicas. Sismo en dirección Y. Edificio Varsovia.**

Modo	Periodo	Componente	Modo	Periodo	Componente	Modo	Periodo	Componente
1	1.2874	Y, $\theta$ , X	1	1.0296	X	1	1.0904	Y
2	1.0707	X, Y, $\theta$	2	0.3639	X	2	0.3822	Y
3	0.7088	$\theta$ , Y, X	3	0.2090	X	3	0.2143	Y
4	0.4784	Y, $\theta$ , X	4	0.1520	X	4	0.1555	Y
5	0.3755	X, Y, $\theta$	5	0.1154	X	5	0.1183	Y
6	0.2897	Y, $\theta$ , X	6	0.0956	X	6	0.0982	Y
7	0.2519	$\theta$ , Y, X	7	0.0839	X	7	0.0860	Y
8	0.2158	X, $\theta$ , Y	8	0.0745	X	8	0.0763	Y
9	0.2135	Y, $\theta$ , X	9	0.0675	X	9	0.0694	Y
10	0.1720	Y, $\theta$ , X	10	0.0587	X	10	0.0609	Y
11	0.1658	X, $\theta$ , Y	11	0.0573	X	11	0.0578	Y
12	0.1479	Y, $\theta$ , X	12	0.0504	X	12	0.0517	Y
13	0.1388	$\theta$ , Y, X	13	0.0119	X	13	0.0117	Y
14	0.1357	$\theta$ , X, Y	14	0.0001	X	14	0.0004	Y
15	0.1140	Y, $\theta$ , X						
16	0.1124	X, Y, $\theta$						
17	0.1032	$\theta$ , X, Y						
18	0.0958	Y, $\theta$ , X						
19	0.0927	X, Y, $\theta$						
20	0.0822	Y, X, $\theta$						

**TABLA IV.104** Periodos de vibración, con tres y un grado de libertad, por nivel. Sin código. Edificio Varsovia.

Modo	X	Y	$\theta$
1	0.096	0.389	0.118
2	0.447	0.147	0.010
3	0.054	0.077	0.487
4	0.014	0.063	0.019
5	0.092	0.023	0.000
6	0.004	0.020	0.006
7	0.011	0.015	0.077
8	0.027	0.000	0.001
9	0.002	0.015	0.012
10	0.000	0.005	0.001
11	0.014	0.000	0.000
12	0.001	0.008	0.005
13	0.000	0.002	0.008
14	0.008	0.001	0.010
15	0.001	0.004	0.002
16	0.004	0.003	0.002
17	0.002	0.002	0.008
18	0.001	0.003	0.002
19	0.004	0.003	0.000
20	0.002	0.010	0.000

**TABLA IV.105** Participación modal de cada componente (X , Y ,  $\theta$ ).  
Sin código. Edificio Varsovia.

Nivel	$\gamma_x$	$\gamma_y$
C. Maq.	0.0062	0.0045
11	0.0042	0.0085
10	0.0067	0.0105
9	0.0073	0.0118
8	0.0087	0.0149
7	0.0093	0.0163
6	0.0085	0.0139
5	0.0091	0.0154
4	0.0093	0.0167
3	0.0085	0.0112
2	0.0081	0.0170
1	0.0057	0.0074
P.B.	0.0001	0.0001

**TABLA IV.106** Deformaciones angulares de entrepiso.  
Análisis dinámico ( $\gamma_x$  ,  $\gamma_y$ ).  
Sismo en dirección X y Y.  
Edificio Varsovia.

MARCO

NIVEL	A	A <sup>1</sup>	A <sup>2</sup>	A <sup>3</sup>	A <sup>4</sup>	A <sup>5</sup>	B	C	C'	C''	D	E
C. Maq.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00	0.00	66.22
11	15.80	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.97	18.08	2.13	0.00	2.43	9.09
10	19.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	19.24	36.15	0.00	0.00	12.07	37.39
9	35.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.49	47.90	0.00	0.00	18.10	63.03
8	45.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	51.13	69.81	0.00	0.00	29.13	88.98
7	51.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	75.84	82.98	0.00	0.00	35.79	105.78
6	71.91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	93.69	83.81	0.00	0.00	35.31	121.44
5	75.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	107.80	88.55	0.00	0.00	44.16	139.71
4	83.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.20	99.21	0.00	0.00	52.47	159.53
3	52.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	117.29	63.39	0.00	0.00	36.53	252.21
2	35.86	12.72	0.05	0.10	0.00	0.11	175.05	32.77	0.00	41.14	29.92	215.25
1	62.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	152.92	46.36	0.00	29.40	40.61	220.11
P.B.	123.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	104.75	30.31	0.00	0.00	66.10	223.48

**TABLA IV.107** Fuerzas cortantes de entrepiso (Ton) por marco obtenido de un análisis de traslación pura en dirección X. Edificio Varsovia.

MARCO

NIVEL	1	1'	1''	1'''	1 <sup>IV</sup>	2	2'	2''	2'''	3	3'	3''	3'''	4	4'	4''	4'''	5
C. Maq.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.42	0.00	0.00	0.00	0.00	3.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	29.86	0.00	0.00	0.00	0.00	5.02	0.00	0.00	0.00	3.62	7.39	0.00	0.00	0.81	0.00	0.00	0.00	0.81
10	57.69	0.13	0.00	0.11	0.00	14.23	0.00	0.06	0.04	23.47	0.00	0.00	0.00	13.37	0.00	0.00	0.00	13.01
9	85.53	0.35	0.00	0.30	0.00	20.82	0.00	0.22	3.41	44.90	0.00	0.00	0.00	30.19	0.00	0.00	0.00	21.24
8	121.49	0.52	0.00	0.45	0.00	32.46	0.00	0.32	4.63	59.31	0.00	0.00	0.00	35.67	0.00	0.00	0.00	29.13
7	144.14	0.62	0.00	0.54	0.00	38.99	0.00	0.40	6.71	80.64	0.00	0.00	0.00	48.66	0.00	0.00	0.00	32.43
6	157.14	0.58	0.00	0.50	0.00	36.47	0.00	0.42	1.29	103.38	0.00	0.00	0.00	63.24	0.00	0.00	0.00	46.73
5	171.86	0.79	0.00	0.68	0.00	51.11	0.00	0.56	1.54	120.12	0.00	0.00	0.00	67.37	0.00	0.00	0.00	48.04
4	210.29	0.83	0.00	0.71	0.00	45.64	0.00	0.53	1.79	131.31	0.00	0.00	0.00	66.77	0.00	0.00	0.00	48.20
3	195.02	0.82	0.00	0.70	0.00	45.80	0.00	0.50	1.65	114.01	0.00	0.00	0.00	136.55	0.00	0.00	0.19	43.91
2	203.63	0.60	0.20	0.50	0.18	65.41	0.00	0.38	1.35	91.78	0.21	23.99	0.18	79.67	0.48	0.61	0.00	97.16
1	154.48	0.59	0.00	0.00	0.00	86.94	0.00	0.00	0.00	80.43	0.00	0.00	0.00	53.22	0.00	131.90	0.00	64.67
P.B.	151.54	0.00	0.00	0.00	0.00	11.51	0.10	0.00	0.00	133.35	0.00	0.00	0.00	57.75	0.00	0.00	0.00	213.21

TABLA IV.108 Fuerzas cortantes de entrepiso (Ton) por marco obtenido de un análisis de traslación pura en dirección Y. Edificio Varsovia.

MARCO

NIVEL	A	A <sup>1</sup>	A <sup>2</sup>	A <sup>3</sup>	A <sup>4</sup>	A <sup>5</sup>	B	C	C'	C''	D	E
C. Maq.	0.0	330.0	395.0	400.0	420.0	480.0	620.0	800.0	940.0	950.0	1040.0	1250.0
11	0.0	330.0	395.0	400.0	420.0	480.0	620.0	800.0	940.0	950.0	1040.0	1250.0
10	0.0	330.0	395.0	400.0	420.0	480.0	620.0	800.0	940.0	950.0	1040.0	1250.0
9	0.0	330.0	395.0	400.0	420.0	480.0	620.0	800.0	940.0	950.0	1040.0	1250.0
8	0.0	330.0	395.0	400.0	420.0	480.0	620.0	800.0	940.0	950.0	1040.0	1250.0
7	0.0	330.0	395.0	400.0	420.0	480.0	620.0	800.0	940.0	950.0	1040.0	1250.0
6	0.0	330.0	395.0	400.0	420.0	480.0	620.0	800.0	940.0	950.0	1040.0	1250.0
5	0.0	330.0	395.0	400.0	420.0	480.0	620.0	800.0	940.0	950.0	1040.0	1250.0
4	0.0	330.0	395.0	400.0	420.0	480.0	620.0	800.0	940.0	950.0	1040.0	1250.0
3	0.0	330.0	395.0	400.0	420.0	480.0	620.0	800.0	940.0	950.0	1040.0	1250.0
2	0.0	330.0	395.0	400.0	420.0	480.0	620.0	800.0	940.0	950.0	1040.0	1250.0
1	0.0	330.0	395.0	400.0	420.0	480.0	620.0	800.0	940.0	950.0	1040.0	1250.0
P. B.	0.0	330.0	395.0	400.0	420.0	480.0	620.0	800.0	940.0	950.0	1040.0	1250.0

**TABLA IV.109** Coordenadas Y (cm), correspondiente a cada marco que forma la estructura en la dirección transversal, con respecto al sistema global de ejes de referencia. Edificio Varsovia.

MARCO

NIVEL	1	1'	1''	1'''	1 <sup>IV</sup>	2	2'	2''	2'''	3	3'	3''	3'''	4	4'	4''	4'''	5
C. Maq.	0	40	90	135	170	380.0	510.0	520.0	600.0	640.0	930.0	980.0	1180.0	1290.0	1380.0	1610.0	1830.0	1910.0
11	0	40	90	135	170	380.0	510.0	520.0	600.0	640.0	930.0	980.0	1180.0	1290.0	1380.0	1610.0	1830.0	1910.0
10	0	40	90	135	170	380.0	510.0	520.0	600.0	640.0	930.0	980.0	1180.0	1290.0	1380.0	1610.0	1830.0	1910.0
9	0	40	90	135	170	380.0	510.0	520.0	600.0	640.0	930.0	980.0	1180.0	1290.0	1380.0	1610.0	1830.0	1910.0
8	0	40	90	135	170	380.0	510.0	520.0	600.0	640.0	930.0	980.0	1180.0	1290.0	1380.0	1610.0	1830.0	1910.0
7	0	40	90	135	170	380.0	510.0	520.0	600.0	640.0	930.0	980.0	1180.0	1290.0	1380.0	1610.0	1830.0	1910.0
6	0	40	90	135	170	380.0	510.0	520.0	600.0	640.0	930.0	980.0	1180.0	1290.0	1380.0	1610.0	1830.0	1910.0
5	0	40	90	135	170	380.0	510.0	520.0	600.0	640.0	930.0	980.0	1180.0	1290.0	1380.0	1610.0	1830.0	1910.0
4	0	40	90	135	170	380.0	510.0	520.0	600.0	640.0	930.0	980.0	1180.0	1290.0	1380.0	1610.0	1830.0	1910.0
3	0	40	90	135	170	380.0	510.0	520.0	600.0	640.0	930.0	980.0	1180.0	1290.0	1380.0	1610.0	1830.0	1910.0
2	0	40	90	135	170	380.0	510.0	520.0	600.0	640.0	930.0	980.0	1180.0	1290.0	1380.0	1610.0	1830.0	1910.0
1	0	40	90	135	170	380.0	510.0	520.0	600.0	640.0	930.0	980.0	1180.0	1290.0	1380.0	1610.0	1830.0	1910.0
P. B.	0	40	90	135	170	380.0	510.0	520.0	600.0	640.0	930.0	980.0	1180.0	1290.0	1380.0	1610.0	1830.0	1910.0

**TABLA IV.110** Coordenadas X (cm), correspondiente a cada marco que forma la estructura en la dirección longitudinal, con respecto al sistema global de ejes de referencia. Edificio Varsovia.

NIVEL	$X_T$ (cm)	$Y_T$ (cm)
C. Maq.	648.83	1212.22
11	229.18	544.25
10	653.62	908.69
9	660.07	745.32
8	474.65	871.85
7	585.24	801.53
6	995.92	568.39
5	465.81	906.13
4	108.06	937.87
3	2153.26	3018.58
2	1704.83	76.57
1	15588.53	-133.23
P.B.	-15245.72	9503.17

**TABLA IV.111** Coordenadas del centro de torsión a nivel de piso. Programa SUPER-ETABS. Edificio Varsovia.

ENTREPISO	$X_T$ (cm)	$Y_T$ (cm)
C. Maq.	648.83	1212.22
11	288.37	637.50
10	511.85	803.04
9	572.41	779.77
8	545.86	804.31
7	553.58	803.78
6	614.77	772.37
5	597.92	786.82
4	555.33	798.93
3	653.15	913.34
2	703.84	880.23
1	854.71	864.80
P.B.	1008.10	798.55

**TABLA IV.112** Coordenadas del centro de torsión a nivel de entrepiso. Edificio Varsovia.

NIVEL	$e_{cx}$ (cm)	$e_{cy}$ (cm)
C. Maq.	306.17	-587.22
11	725.82	80.75
10	301.38	-283.69
9	294.93	-120.32
8	408.35	-246.85
7	369.76	-176.53
6	-40.92	56.61
5	489.19	-281.13
4	846.94	-312.87
3	-1198.26	-2393.58
2	-749.83	548.43
1	-14633.53	758.23
P.B.	16200.72	-8878.17

**TABLA IV.113** Excentricidades estáticas a nivel de piso. Edificio Varsovia.

Sismo en dirección X			Sismo en dirección Y		
NIVEL	$Ea1y$ (cm)	$Ea2y$ (cm)	NIVEL	$Ea1x$ (cm)	$Ea2x$ (cm)
C. Maq.	-462.22	-1005.83	C. Maq.	650.25	115.17
11	246.12	-44.25	11	1279.73	534.82
10	-158.69	-550.53	10	110.38	643.07
9	4.68	-305.48	9	103.93	633.39
8	-121.85	-495.27	8	911.52	289.35
7	-51.53	-389.79	7	745.64	178.76
6	209.91	-68.39	6	150.08	-252.38
5	-156.13	-546.69	5	924.78	298.19
4	-187.87	-594.30	4	1461.44	655.94
3	-2268.58	-3715.37	3	-1007.26	-1988.39
2	423.43	947.64	2	-558.83	-1315.74
1	633.23	1262.34	1	-14442.53	-22141.29
P.B.	-8753.17	-13442.25	P.B.	24492.08	16009.72

$Ea1x$ ,  $Ea1y$  : Máximo de ( $Ea1$ ,  $Ea2$ ).  
 $Ea2x$ ,  $Ea2y$  : Mínimo de ( $Ea1$ ,  $Ea2$ ).

**TABLA IV.114** Excentricidades de diseño a nivel de piso, sismo en dirección X y Y. Edificio Varsovia.

NIVEL	Opción Ed1		NIVEL	Opción Ed2	
	X <sub>CM</sub> <sup>*</sup> (cm)	Y <sub>CM</sub> <sup>*</sup> (cm)		X <sub>CM</sub> <sup>*</sup> (cm)	Y <sub>CM</sub> <sup>*</sup> (cm)
C. Maq.	1299.08	750.00	10	764.00	206.39
11	1508.91	790.37	9	764.00	500.00
10	764.00	750.00	8	1296.69	358.16
9	764.00	750.00	7	1293.46	439.84
8	1386.17	750.00	6	764.00	376.58
7	1330.88	750.00	5	-764.00	411.74
6	1146.00	778.30	4	743.54	500.00
5	1390.59	750.00	3	764.00	359.44
4	1569.47	750.00	2	764.00	343.57
3	1146.00	750.00	1	164.87	-696.79
2	1146.00	500.00	2	389.09	1024.21
1	1146.00	500.00	1	-6552.76	1129.11
P.B.	9246.36	750.00	P.B.	764.00	-3939.08

TABLA IV.115 Coordenadas de centros de masas modificadas para el programa SUPER-ETABS. Edificio Varsovia.

Sin código			Con Ed1		
Modo	Periodo	Componente	Modo	Periodo	Componente
1	1.2874	Y, $\theta$ , X	1	1.5250	Y, $\theta$ , X
2	1.0707	X, Y, $\theta$	2	1.0438	X, Y, $\theta$
3	0.7088	$\theta$ , Y, X	3	0.7877	Y, $\theta$ , X
4	0.4784	Y, $\theta$ , X	4	0.6029	X, Y, $\theta$
5	0.3755	X, Y, $\theta$	5	0.3917	Y, X, $\theta$
6	0.2897	Y, $\theta$ , X	6	0.3648	X, Y, $\theta$
7	0.2519	$\theta$ , Y, X	7	0.2652	Y, $\theta$ , X
8	0.2158	X, $\theta$ , Y	8	0.2531	Y, X, $\theta$
9	0.2135	Y, $\theta$ , X	9	0.2164	X, $\theta$ , Y
10	0.1720	Y, $\theta$ , X	10	0.2066	X, $\theta$ , Y
11	0.1658	X, $\theta$ , Y	11	0.1874	Y, $\theta$ , X
12	0.1479	Y, $\theta$ , X	12	0.1595	$\theta$ , Y, X
13	0.1388	$\theta$ , Y, X	13	0.1559	$\theta$ , Y, X
14	0.1357	$\theta$ , X, Y	14	0.1541	$\theta$ , X, Y
15	0.1140	Y, $\theta$ , X	15	0.1385	Y, X, $\theta$
16	0.1124	X, Y, $\theta$	16	0.1301	$\theta$ , Y, X
17	0.1032	$\theta$ , X, Y	17	0.1158	X, $\theta$ , Y
18	0.0958	Y, $\theta$ , X	18	0.1073	Y, $\theta$ , X
19	0.0927	X, Y, $\theta$	19	0.1017	Y, X, $\theta$
20	0.0822	Y, X, $\theta$	20	0.0976	X, Y, $\theta$

TABLA IV.116 Periodos de vibración sin excentricidad de diseño y con excentricidad de diseño. Edificio Varsovia.

NIVEL	$\Delta_x$ (cm)	$\Delta_y$ (cm)	$\theta$ (rad $\times 10^{-3}$ )
C. Maq.	27.81 <sup>*</sup> [26.45]	-3.83 [-14.88]	3.509 [11.417]
11	26.77 [25.21]	-3.42 [-13.85]	3.377 [11.045]
10	25.58 [24.24]	-3.19 [-13.13]	3.676 [10.811]
9	23.51 [22.41]	-2.91 [-12.20]	3.435 [10.112]
8	21.26 [20.37]	-2.63 [-11.16]	3.199 [9.300]
7	18.56 [17.91]	-2.32 [-9.94]	2.866 [8.240]
6	15.67 [15.24]	-2.02 [-8.62]	2.512 [7.048]
5	13.08 [12.82]	-1.78 [-7.41]	2.285 [6.038]
4	10.29 [10.18]	-1.54 [-6.11]	2.018 [4.898]
3	7.30 [7.35]	-1.25 [-4.73]	1.636 [3.631]
2	4.78 [4.84]	-0.80 [-3.26]	1.047 [2.379]
1	1.77 [1.78]	-0.28 [-1.15]	0.332 [0.800]
P.B.	0.03 [0.03]	-0.002 [-0.01]	0.002 [0.008]

- Programa **SUPER-ETABS.**
- [ ] Programa **SUPER-ETABS,** con análisis dinámico modal espectral.

**TABLA IV.117** Desplazamientos horizontales máximos totales, sismo en dirección X. Excentricidad de diseño  $E_d1$ . Edificio Varsovia.

NIVEL	$\Delta_X$ (cm)	$\Delta_Y$ (cm)	$\theta$ (rad $\times 10^{-3}$ )
C. Maq.	30.97*	-4.41	7.402
	[26.45]	[-14.88]	[11.417]
11	29.53	-3.73	6.859
	[25.21]	[-13.85]	[11.045]
10	28.04	-3.29	6.759
	[24.24]	[-13.13]	[10.811]
9	25.25	-2.62	5.691
	[22.41]	[-12.20]	[10.112]
8	22.19	-1.87	4.499
	[20.37]	[-11.16]	[9.300]
7	18.46	-0.94	2.949
	[17.91]	[-9.94]	[8.240]
6	14.41	0.09	1.223
	[15.24]	[8.62]	[7.048]
5	10.86	0.99	-0.174
	[12.82]	[7.41]	[-6.038]
4	6.96	1.98	-1.773
	[10.18]	[6.11]	[-4.898]
3	3.51	3.10	-3.590
	[7.35]	[4.73]	[-3.631]
2	-0.68	4.33	-5.266
	[4.84]	[3.26]	[-2.379]
1	-2.80	4.85	-5.190
	[1.78]	[1.15]	[-0.800]
P.B.	-0.05	0.07	-0.067
	[0.03]	[0.01]	[-0.008]

- \* Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS, con análisis dinámico modal espectral.

**TABLA IV.118** Desplazamientos horizontales máximos totales, sismo en dirección X. Excentricidad de diseño  $E_{s2}$ . Edificio Varsovia.

NIVEL	$\Delta_x$ (cm)	$\Delta_y$ (cm)	$\theta$ (rad $\times 10^{-3}$ )
C. Maq.	17.50 <sup>*</sup> [24.00]	15.17 [12.68]	22.147 [19.624]
11	17.17 [23.40]	14.26 [11.86]	21.604 [19.361]
10	15.76 [22.36]	13.45 [11.19]	19.671 [18.442]
9	14.83 [20.74]	12.25 [10.37]	18.378 [17.143]
8	13.98 [18.91]	10.84 [9.45]	17.194 [15.651]
7	12.46 [16.57]	9.38 [8.39]	15.220 [13.693]
6	10.57 [13.99]	7.98 [7.28]	12.824 [11.482]
5	9.08 [11.79]	6.63 [6.20]	10.880 [9.648]
4	7.22 [9.31]	5.36 [5.10]	8.505 [7.556]
3	4.94 [6.57]	4.12 [3.93]	5.673 [5.231]
2	3.01 [4.19]	2.93 [2.77]	3.454 [3.280]
1	0.88 [1.42]	0.98 [0.96]	0.997 [1.018]
P. B.	0.009 [0.02]	0.02 [0.01]	0.010 [0.013]

- \* Programa SUPER-ETABS.  
 [ ] Programa SUPER-ETABS, con análisis dinámico modal espectral.

**TABLA IV.119** Desplazamientos horizontales máximos totales, sismo en dirección Y. Excentricidad de diseño  $E_{d1}$ . Edificio Varsovia.

NIVEL	$\Delta_x$ (cm)	$\Delta_y$ (cm)	$\theta$ (rad x $10^{-3}$ )
C. Maq.	10.07 <sup>*</sup> [24.00]	20.48 [12.68]	13.481 [19.624]
11	10.13 [23.40]	19.39 [11.86]	13.345 [19.361]
10	9.53 [22.36]	18.30 [11.19]	12.381 [18.442]
9	8.47 [20.74]	17.11 [10.37]	10.980 [17.143]
8	7.17 [18.91]	15.89 [9.45]	9.269 [15.651]
7	5.68 [16.57]	14.40 [8.39]	7.359 [13.693]
6	4.18 [13.99]	12.76 [7.28]	5.443 [11.482]
5	3.15 [11.79]	11.09 [6.20]	4.054 [9.648]
4	2.01 [9.31]	9.35 [5.10]	2.548 [7.556]
3	0.75 [6.57]	7.48 [3.93]	0.928 [5.231]
2	-0.14 [-4.19]	5.60 [2.77]	-0.130 [-3.280]
1	-0.57 [-1.42]	2.42 [0.96]	-0.689 [-1.018]
P. B.	-0.008 [-0.02]	0.03 [0.01]	-0.689 [-0.013]

\* Programa SUPER-ETABS.

[ ] Programa SUPER-ETABS, con análisis dinámico modal espectral.

**TABLA IV.120** Desplazamientos horizontales máximos totales, sismo en dirección Y. Excentricidad de diseño Ed2. Edificio Varsovia.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
	2	INF.	57.70 [88.81]	-0.87 [4.11]	-7.56 [-8.15]	0.34 [0.76]	-1.21 [-5.48]	-9.86 [-10.68]
		SUP.					-1.48 [-7.26]	-13.58 [-14.61]
	6	INF.	217.32 [241.07]	-2.10 [-7.19]	-4.60 [-3.56]	0.34 [0.76]	-2.95 [-9.99]	-5.92 [-4.70]
		SUP.					-3.57 [-12.29]	-8.34 [-6.34]
2	24	INF.	-189.31 [-216.41]	-5.10 [-15.24]	-17.92 [-17.90]	1.22 [2.72]	-5.31 [-20.26]	-22.42 [-22.49]
		SUP.					-10.50 [-27.11]	-33.14 [-33.02]
	54	INF.	-73.94 [-86.27]	0.76 [6.56]	-7.81 [-8.20]	0.34 [0.76]	1.30 [9.71]	-10.09 [-10.68]
		SUP.					1.05 [10.66]	-14.13 [-14.74]
	58	INF.	-106.17 [-86.56]	2.30 [8.97]	-4.57 [-3.37]	0.34 [0.76]	3.72 [13.34]	-5.73 [-4.30]
		SUP.					3.41 [14.46]	-8.45 [-6.17]
	1	INF.	25.02 [33.12]	-0.46 [-3.42]	-11.43 [-12.08]	0.07 [0.33]	-0.58 [-4.05]	-13.41 [-14.14]
		SUP.					-0.52 [-4.16]	-14.03 [-14.85]
	6	INF.	75.67 [84.09]	0.06 [3.97]	-6.36 [-4.74]	0.07 [0.33]	0.04 [4.73]	-7.57 [-5.65]
		SUP.					0.11 [4.79]	-7.70 [-5.73]
6	24	INF.	-74.01 [-80.68]	-13.19 [-23.74]	-30.67 [-26.28]	0.34 [1.57]	-15.31 [-27.37]	-34.57 [-29.64]
		SUP.					-16.36 [-29.61]	-39.03 [-33.45]
	54	INF.	-28.64 [-34.71]	1.01 [9.41]	-11.38 [-11.00]	0.07 [0.33]	1.17 [11.05]	-13.33 [-12.87]
		SUP.					1.23 [11.53]	-13.98 [-13.52]
	58	INF.	-27.89 [-27.14]	0.49 [9.36]	-9.93 [-7.69]	0.07 [0.33]	0.58 [10.99]	-11.62 [-11.47]
		SUP.					0.60 [9.01]	-12.21 [-9.45]

Nota: Para simbología y abreviatura ver al final de la tabla.

TABLA IV.121 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X.  
Con excentricidad de diseño E<sub>d1</sub>. Edificio Varsovia.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
1		INF.	8.89 [8.49]	-0.24 [-1.15]	-5.16 [-5.60]	0.03 [0.13]	-0.29 [-1.38]	-6.17 [-6.71]
		SUP.					-0.28 [-1.39]	-6.20 [-6.72]
6		INF.	13.10 [17.09]	0.22 [1.22]	-1.88 [-1.43]	0.03 [0.13]	0.26 [1.46]	-2.24 [-1.70]
		SUP.					0.26 [1.46]	-2.28 [-1.72]
9	24	INF.	-15.58 [-16.39]	-6.45 [-11.18]	-14.41 [-12.45]	0.12 [0.43]	-7.86 [-13.42]	-17.41 [-15.06]
		SUP.					-7.63 [-13.41]	-17.18 [-14.83]
	54	INF.	-6.40 [-7.77]	0.50 [4.03]	-5.04 [-4.82]	0.03 [0.13]	0.59 [4.84]	-6.07 [-5.80]
		SUP.					0.61 [4.84]	-6.02 [-5.77]
	58	INF.	-4.53 [-5.01]	0.20 [4.03]	-4.39 [-3.49]	0.03 [0.13]	0.22 [4.85]	-5.25 [-4.18]
		SUP.					0.26 [4.84]	-5.29 [-4.19]
1		INF.	2.74 [2.72]	-0.02 [-0.04]	-0.03 [-0.05]	-0.01 [-0.01]	-0.02 [-0.04]	-0.01 [-0.04]
		SUP.					-0.02 [-0.06]	-0.07 [-0.09]
6		INF.	0.70 [1.81]	0.21 [0.28]	-0.39 [-0.53]	-0.04 [-0.08]	0.31 [0.39]	-0.51 [-0.71]
		SUP.					0.26 [0.36]	-0.57 [-0.75]
11	24	INF.	-0.51 [-1.00]	-0.26 [-0.34]	-0.30 [-0.25]	-0.01 [-0.01]	-0.36 [-0.47]	-0.40 [-0.33]
		SUP.					-0.36 [-0.49]	-0.44 [-0.37]
	54	INF.	-0.05 [-0.13]	-0.23 [-0.41]	-0.16 [-0.15]	-0.01 [-0.01]	-0.33 [-0.55]	-0.19 [-0.18]
		SUP.					-0.31 [-0.57]	-0.25 [-0.23]
	58	INF.	0.66 [0.49]	-0.27 [-0.43]	-0.22 [-0.21]	-0.01 [-0.01]	-0.37 [-0.58]	-0.29 [-0.28]
		SUP.					-0.36 [-0.60]	-0.32 [-0.31]

Nota: Para simbología y abreviatura ver al final de la tabla.

TABLA IV.121 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X.  
Con excentricidad de diseño E<sub>s1</sub>. Edificio Varsovia.  
(Continuación).

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
	16	INF.	-1.76 [-2.36]	-0.12 [-0.28]	0.09 [0.19]	0.01 [0.03]	-0.15 [-0.34]	0.13 [0.22]
		SUP.					-0.11 [-0.26]	0.06 [0.20]
	19	INF.	-1.18 [-1.15]	-0.20 [-0.36]	0.27 [0.31]	0.01 [0.03]	-0.23 [-0.41]	0.33 [0.38]
C. Maq.		SUP.					-0.21 [-0.36]	0.24 [0.29]
	32	INF.	1.58 [1.72]	0.15 [0.22]	-0.04 [-0.16]	0.01 [0.03]	0.17 [0.24]	-0.04 [-0.19]
		SUP.					0.16 [0.23]	-0.04 [-0.15]
	33	INF.	-5.46 [-4.37]	0.18 [0.26]	-0.70 [-0.45]	0.01 [0.03]	0.22 [0.31]	-0.90 [-0.59]
		SUP.					0.17 [0.24]	-0.60 [-0.38]

- Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS, análisis dinámico modal espectral.
- COL. COLUMNA.
- EXT. EXTREMO.
- INF. INFERIOR.
- SUP. SUPERIOR.
- P Carga axial.
- V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.
- M<sub>t</sub> Momento torsionante.
- M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

**TABLA IV.121** Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X.  
Con excentricidad de diseño E<sub>d1</sub>. Edificio Varsovia.  
(Continuación).

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
1	INF.		4.37*	-15.98	-16.21	-0.03	-38.48	-34.24
		SUP.	[88.81]	[4.11]	[-8.15]	[-0.76]	[-5.48]	[-10.68]
6	INF.		235.53	-16.21	-1.58	-0.03	-35.57	9.31
		SUP.	[241.07]	[-7.19]	[-3.56]	[-0.76]	[-9.99]	[4.70]
2	24	INF.	-432.05	-32.32	-22.64	-0.13	-65.08	-40.93
		SUP.	[-216.41]	[-15.24]	[-17.90]	[-2.72]	[-20.26]	[-22.49]
54	INF.		-59.02	8.24	-16.55	-0.03	26.42	-34.73
		SUP.	[-86.27]	[6.56]	[-8.20]	[-0.76]	[9.71]	[-10.68]
58	INF.		-124.06	7.40	2.09	-0.03	22.60	10.29
		SUP.	[-86.56]	[8.97]	[3.37]	[-0.76]	[13.34]	[4.30]
1	INF.		8.45	-2.68	-16.91	0.45	-3.17	-19.79
		SUP.	[33.12]	[-3.42]	[-12.08]	[0.33]	[-4.05]	[-14.14]
6	INF.		76.87	-3.65	-3.82	0.45	-4.33	-4.58
		SUP.	[84.09]	[-3.97]	[-4.74]	[0.33]	[-4.73]	[-5.65]
6	24	INF.	-71.18	-11.41	-33.93	2.12	-13.20	-38.23
		SUP.	[-80.68]	[-23.74]	[-26.28]	[1.57]	[-27.37]	[-29.64]
54	INF.		-20.28	8.65	-16.15	0.45	10.13	-18.89
		SUP.	[-34.71]	[9.41]	[-11.00]	[0.33]	[11.05]	[-12.87]
58	INF.		-43.36	8.39	-7.12	0.45	9.83	-8.34
		SUP.	[-27.14]	[9.36]	[-7.69]	[0.33]	[10.99]	[-11.47]
						10.29	-8.74	
						[9.01]	[-9.45]	

Nota: Para simbología y abreviatura ver al final de la tabla.

TABLA IV.122 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X.  
Con excentricidad de diseño E<sub>az</sub>. Edificio Varsovia.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	Vx (Ton)	Vy (Ton)	Mt (T-m)	Mx (T-m)	My (T-m)
1		INF.	8.06 [8.49]	-0.93 [-1.15]	-7.83 [-5.60]	0.17 [0.13]	-1.10 [-1.38]	-9.37 [-6.71]
		SUP.					-1.14 [-1.39]	-9.42 [-6.72]
6		INF.	12.92 [17.09]	-1.18 [-1.22]	-0.84 [-1.43]	0.17 [0.13]	-1.42 [-1.46]	-1.00 [-1.70]
		SUP.					-1.43 [-1.46]	-1.03 [-1.72]
9	24	INF.	-14.79 [-16.39]	-4.89 [-11.18]	-16.26 [-12.45]	0.60 [0.43]	-5.99 [-13.42]	-19.63 [-15.06]
		SUP.					-5.75 [-13.41]	-19.38 [-14.83]
	54	INF.	-4.82 [-7.77]	3.83 [4.03]	-7.21 [-4.82]	0.17 [0.13]	4.59 [4.84]	-8.68 [-5.80]
		SUP.					4.61 [4.84]	-8.63 [-5.77]
	58	INF.	-7.87 [-5.01]	3.65 [4.03]	-3.14 [-3.49]	0.17 [0.13]	4.37 [4.85]	-3.76 [-4.18]
		SUP.					4.39 [4.84]	-3.79 [-4.19]
1		INF.	4.14 [2.72]	-0.02 [-0.04]	-0.06 [-0.05]	0.002 [0.01]	-0.02 [-0.04]	-0.04 [-0.04]
		SUP.					-0.04 [-0.06]	-0.12 [-0.09]
6		INF.	0.60 [1.81]	-0.10 [-0.28]	-0.06 [-0.53]	0.001 [0.08]	-0.11 [-0.39]	-0.08 [-0.71]
		SUP.					-0.16 [-0.36]	-0.09 [-0.75]
11	24	INF.	-0.48 [-1.00]	-0.23 [-0.34]	-0.32 [-0.25]	0.002 [0.01]	-0.32 [-0.47]	-0.42 [-0.33]
		SUP.					-0.32 [-0.49]	-0.46 [-0.37]
	54	INF.	-0.05 [-0.13]	-0.15 [-0.41]	-0.22 [-0.15]	0.002 [0.01]	-0.24 [-0.55]	-0.26 [-0.18]
		SUP.					-0.18 [-0.57]	-0.34 [-0.23]
	58	INF.	0.57 [0.49]	-0.17 [-0.43]	-0.16 [-0.21]	0.002 [0.01]	-0.27 [-0.58]	-0.22 [-0.28]
		SUP.					-0.21 [-0.60]	-0.24 [-0.31]

Nota: Para simbología y abreviatura ver al final de la tabla.

TABLA IV.122 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X.  
Con excentricidad de diseño E<sub>az</sub>. Edificio Varsovia.  
(Continuación).

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
	16	INF.	-1.78 [-2.36]	-0.19 [-0.28]	-0.05 [-0.19]	0.02 [0.03]	-0.23 [-0.34]	-0.03 [-0.22]
		SUP.					-0.17 [-0.26]	-0.07 [-0.20]
	19	INF.	-1.03 [-1.15]	-0.29 [-0.36]	0.33 [0.31]	0.02 [0.03]	-0.33 [-0.41]	0.39 [0.38]
C. Maq.		SUP.					-0.29 [-0.36]	0.30 [0.29]
	32	INF.	1.06 [1.72]	0.23 [0.22]	-0.17 [-0.16]	0.02 [0.03]	0.26 [0.24]	-0.20 [-0.19]
		SUP.					0.24 [0.23]	-0.16 [-0.15]
	33	INF.	-4.53 [-4.37]	0.26 [0.26]	-0.48 [-0.45]	0.02 [0.03]	0.31 [0.31]	-0.64 [-0.59]
		SUP.					0.25 [0.24]	-0.39 [-0.38]

- Programa **SUPER-ETABS.**
- [ ] Programa **SUPER-ETABS**, análisis dinámico modal espectral.
- COL. COLUMNA.
- EXT. EXTREMO.
- INF. INFERIOR.
- SUP. SUPERIOR.
- P Carga axial.
- V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.
- M<sub>t</sub> Momento torsionante.
- M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

**TABLA IV.122** Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección X.  
Con excentricidad de diseño E42. Edificio Varsovia.  
(Continuación).

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
1	1	INF.	179.46 [136.71]	4.05 [3.66]	-6.24 [-7.74]	1.18 [1.09]	5.68 [4.96]	-9.35 [-10.79]
		SUP.					6.87 [6.40]	-10.00 [-13.21]
6	6	INF.	-195.19 [-158.68]	6.08 [5.88]	3.50 [2.77]	1.18 [1.09]	8.77 [8.26]	5.23 [3.95]
		SUP.					10.07 [9.98]	5.61 [4.66]
2	24	INF.	202.64 [154.91]	27.91 [19.73]	1.35 [10.30]	4.22 [3.89]	40.62 [28.67]	0.49 [13.26]
		SUP.					45.90 [32.60]	3.69 [18.74]
54	54	INF.	112.95 [81.61]	18.44 [13.56]	-6.49 [-7.85]	1.17 [1.08]	27.32 [20.10]	-9.45 [-10.80]
		SUP.					29.84 [21.93]	-10.66 [-13.55]
58	58	INF.	-132.44 [-124.95]	25.02 [18.72]	3.06 [2.56]	1.17 [1.08]	37.19 [27.86]	4.44 [3.51]
		SUP.					40.36 [30.17]	5.05 [4.45]
1	1	INF.	76.00 [54.90]	3.23 [2.88]	5.38 [10.22]	0.63 [0.60]	3.89 [3.40]	-6.26 [-11.97]
		SUP.					3.86 [3.49]	-6.66 [-12.56]
6	6	INF.	-70.51 [-56.15]	2.05 [3.24]	3.86 [3.27]	0.63 [0.60]	2.55 [3.85]	4.55 [4.42]
		SUP.					2.37 [3.93]	4.71 [4.54]
6	24	INF.	71.65 [56.05]	36.90 [26.70]	-2.00 [-16.52]	2.95 [2.81]	42.28 [30.67]	-2.08 [-18.62]
		SUP.					46.28 [33.42]	-2.73 [-21.04]
54	54	INF.	47.46 [35.54]	23.69 [19.47]	-7.06 [-10.39]	0.63 [0.60]	27.73 [22.87]	-8.16 [-12.14]
		SUP.					29.12 [23.87]	-8.79 [-12.79]
58	58	INF.	-49.96 [-47.31]	23.52 [19.28]	5.29 [5.25]	0.63 [0.60]	27.53 [22.64]	6.15 [6.14]
		SUP.					28.92 [23.63]	6.54 [6.46]

Nota: Para simbología y abreviatura ver al final de la tabla.

TABLA IV.123 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y.  
Con excentricidad de diseño E<sub>41</sub>. Edificio Varsovia.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
	1	INF.	22.35 [15.99]	1.45 [0.90]	-0.95 [-4.64]	0.17 [0.23]	1.77 [1.08]	-1.03 [-5.54]
		SUP.					1.73 [1.09]	-1.25 [-5.60]
	6	INF.	-16.29 [-11.66]	0.68 [1.10]	0.84 [1.34]	0.17 [0.23]	0.82 [1.31]	1.00 [1.60]
		SUP.					0.81 [1.32]	1.02 [1.61]
	24	INF.	12.28 [10.28]	16.63 [12.65]	-0.08 [-7.94]	0.59 [0.79]	19.73 [15.06]	0.01 [9.58]
		SUP.					20.17 [15.31]	-0.19 [-9.48]
9	54	INF.	9.69 [7.55]	7.99 [8.34]	-2.05 [-4.73]	0.17 [0.23]	9.54 [10.02]	-2.41 [-5.68]
		SUP.					9.65 [10.01]	-2.51 [-5.67]
	58	INF.	-9.19 [-9.41]	7.98 [8.28]	1.95 [2.40]	0.17 [0.23]	9.63 [9.94]	2.35 [2.88]
		SUP.					9.52 [9.94]	2.33 [2.88]
	1	INF.	3.54 [3.29]	-0.01 [-0.03]	-0.11 [-0.06]	0.04 [0.02]	-0.02 [-0.04]	-0.15 [-0.06]
		SUP.					-0.01 [-0.05]	-0.14 [-0.10]
	6	INF.	-3.23 [-1.57]	-0.88 [-0.49]	1.53 [0.72]	0.25 [0.14]	-1.29 [-0.70]	2.09 [0.96]
		SUP.					-1.14 [-0.65]	2.12 [1.00]
11	24	INF.	1.46 [0.60]	0.52 [0.31]	-0.04 [-0.16]	0.04 [0.02]	0.69 [0.41]	-0.06 [-0.21]
		SUP.					0.74 [0.44]	-0.06 [-0.23]
	54	INF.	0.28 [0.17]	1.01 [0.52]	-0.40 [-0.23]	0.04 [0.02]	1.44 [0.67]	-0.50 [-0.29]
		SUP.					1.34 [0.77]	-0.53 [-0.34]
	58	INF.	-0.15 [-0.28]	1.02 [0.53]	0.31 [0.18]	0.04 [0.02]	1.35 [0.68]	0.42 [0.23]
		SUP.					1.45 [0.77]	0.44 [0.26]

Nota: Para simbología y abreviatura ver al final de la tabla.

TABLA IV.123 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y.  
Con excentricidad de diseño Ed1. Edificio Varsovia.  
(Continuación).

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
	16	INF.	1.81 [1.47]	0.09 [0.17]	-0.07 [-0.16]	0.02 [0.02]	0.10 [0.20]	-0.06 [-0.17]
		SUP.					0.10 [0.16]	-0.08 [-0.16]
	19	INF.	-0.12 [-0.78]	0.02 [0.20]	0.04 [0.17]	0.02 [0.02]	0.01 [0.23]	0.04 [0.21]
C. Maq.		SUP.					0.03 [0.20]	0.06 [0.16]
	32	INF.	-3.08 [-1.94]	0.10 [0.12]	-0.44 [-0.26]	0.02 [0.02]	0.14 [0.14]	-0.54 [-0.31]
		SUP.					0.09 [0.13]	-0.42 [-0.25]
	33	INF.	3.27 [2.69]	0.03 [0.13]	0.46 [0.29]	0.02 [0.02]	0.01 [0.17]	0.55 [0.37]
		SUP.					0.06 [0.13]	0.45 [0.26]

- Programa **SUPER-ETABS.**
- [ ] Programa **SUPER-ETABS**, análisis dinámico modal espectral.
- COL. COLUMNA.
- EXT. EXTREMO.
- INF. INFERIOR.
- SUP. SUPERIOR.
- P Carga axial.
- V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.
- M<sub>t</sub> Momento torsionante.
- M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

**TABLA IV.123** Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y.  
Con excentricidad de diseño Est. Edificio Varsovia.  
(Continuación).

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
1	INF.		203.43	4.38	-2.72	0.26	3.47	-6.32
			[136.71]	[3.66]	[-7.74]	[1.09]	[4.96]	[-10.79]
	SUP.					10.10	-2.11	
							[6.40]	[-13.21]
6	INF.		-199.52	8.34	2.30	0.26	9.87	4.52
			[-158.68]	[5.88]	[2.77]	[1.09]	[8.26]	[3.95]
	SUP.					15.98	2.63	
							[9.98]	[4.66]
2	24	INF.	204.39	23.96	5.38	0.95	30.70	4.26
				[154.91]	[19.73]	[10.30]	[3.89]	[28.67]
	SUP.					43.57	12.43	
							[32.60]	[18.74]
54	INF.		104.65	13.84	-3.01	0.26	22.71	-6.56
			[81.61]	[13.56]	[-7.85]	[1.08]	[20.10]	[-10.80]
	SUP.					20.19	-2.78	
							[21.93]	[-13.55]
58	INF.		-114.51	17.35	2.01	0.26	27.67	3.98
			[-124.95]	[18.72]	[2.56]	[1.08]	[27.86]	[3.51]
	SUP.					26.12	2.24	
							[30.17]	[4.45]
1	INF.		73.69	4.32	-2.95	0.45	5.08	-3.52
			[54.90]	[2.88]	[10.22]	[0.60]	[3.40]	[-11.97]
	SUP.					5.29	-3.56	
							[3.49]	[-12.56]
6	INF.		-68.77	3.80	2.67	0.45	4.56	3.20
			[-56.15]	[3.24]	[3.27]	[0.60]	[3.85]	[4.42]
	SUP.					4.57	3.21	
							[3.93]	[4.54]
6	24	INF.	69.50	36.30	-0.45	2.10	41.70	-0.56
				[56.05]	[26.70]	[-16.52]	[2.81]	[30.67]
	SUP.					45.41	-0.53	
							[33.42]	[-21.04]
54	INF.		46.37	20.17	-5.01	0.45	23.79	-5.89
			[35.54]	[19.47]	[-10.39]	[0.60]	[22.87]	[-12.14]
	SUP.					24.62	-6.14	
							[23.87]	[-12.79]
58	INF.		-49.51	20.07	4.07	0.45	23.67	4.79
			[-47.31]	[19.28]	[5.25]	[0.60]	[22.64]	[6.14]
	SUP.					24.51	4.99	
							[23.63]	[6.46]

Nota: Para simbología y abreviatura ver al final de la tabla.

TABLA IV.124 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y.  
Con excentricidad de diseño E<sub>d2</sub>. Edificio Varsovia.

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
	1	INF.	18.42 [15.99]	0.79 [0.90]	-2.35 [-4.64]	0.25 [0.23]	0.94 [1.08]	-2.80 [-5.54]
		SUP.					0.97 [1.09]	-2.84 [-5.60]
	6	INF.	-14.24 [-11.66]	-0.02 [-1.10]	1.60 [1.34]	0.25 [0.23]	-0.04 [-1.31]	1.93 [1.60]
		SUP.					-0.01 [-1.32]	1.90 [1.61]
9	24	INF.	11.63 [10.28]	17.85 [12.65]	-1.29 [-7.94]	0.86 [0.79]	21.28 [15.06]	-1.51 [-9.58]
		SUP.					21.57 [15.31]	-1.58 [-9.48]
	54	INF.	10.42 [7.55]	10.87 [8.34]	-3.71 [-4.73]	0.25 [0.23]	13.11 [10.02]	-4.51 [-5.68]
		SUP.					12.99 [10.01]	-4.44 [-5.67]
	58	INF.	-10.82 [-9.41]	10.87 [8.28]	2.66 [2.40]	0.25 [0.23]	12.99 [9.94]	3.22 [2.88]
		SUP.					13.10 [9.94]	3.17 [2.88]
	1	INF.	2.01 [3.29]	0.07 [0.03]	0.01 [0.06]	0.02 [0.02]	0.08 [0.04]	0.02 [0.06]
		SUP.					0.10 [0.05]	0.01 [0.10]
	6	INF.	-1.68 [-1.57]	-0.28 [-0.49]	0.59 [0.72]	0.12 [0.14]	-0.41 [-0.70]	0.78 [0.96]
		SUP.					-0.37 [-0.65]	0.84 [1.00]
11	24	INF.	0.59 [0.60]	0.39 [0.31]	0.03 [0.16]	0.02 [0.02]	0.51 [0.41]	0.04 [0.21]
		SUP.					0.56 [0.44]	0.04 [0.23]
	54	INF.	0.21 [0.17]	0.56 [0.52]	-0.14 [-0.23]	0.02 [0.02]	0.70 [0.67]	-0.17 [-0.29]
		SUP.					0.82 [0.77]	-0.20 [-0.34]
	58	INF.	-0.05 [-0.28]	0.56 [0.53]	0.19 [0.18]	0.02 [0.02]	0.71 [0.68]	0.25 [0.23]
		SUP.					0.83 [0.77]	0.27 [0.26]

Nota: Para simbología y abreviatura ver al final de la tabla.

TABLA IV.124 Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y.  
Con excentricidad de diseño Eaz. Edificio Varsovia.  
(Continuación).

NIVEL	COL.	EXT.	P (Ton)	V <sub>x</sub> (Ton)	V <sub>y</sub> (Ton)	M <sub>t</sub> (T-m)	M <sub>x</sub> (T-m)	M <sub>y</sub> (T-m)
	16	INF.	1.47 [1.47]	0.13 [0.17]	0.03 [0.16]	0.006 [0.02]	0.15 [0.20]	0.04 [0.17]
		SUP.					0.13 [0.16]	0.03 [0.16]
	19	INF.	0.32 [0.78]	0.06 [0.20]	-0.06 [0.17]	0.006 [0.02]	0.06 [0.23]	-0.08 [-0.21]
C. Maq.		SUP.					0.07 [0.20]	-0.05 [-0.16]
	32	INF.	-1.62 [-1.94]	0.07 [0.12]	-0.24 [-0.26]	0.006 [0.02]	0.09 [0.14]	-0.29 [-0.31]
		SUP.					0.05 [0.13]	-0.22 [-0.25]
	33	INF.	1.75 [2.69]	0.02 [0.13]	0.24 [0.29]	0.006 [0.02]	0.006 [0.17]	0.29 [0.37]
		SUP.					0.04 [0.13]	0.24 [0.26]

- Programa **SUPER-ETABS**.
- [ ] Programa **SUPER-ETABS**, análisis dinámico modal espectral.
- COL. COLUMNA.
- EXT. EXTREMO.
- INF. INFERIOR.
- SUP. SUPERIOR.
- P Carga axial.
- V<sub>x</sub> y V<sub>y</sub> Cortante en las direcciones X y Y, respectivamente.
- M<sub>t</sub> Momento torsionante.
- M<sub>x</sub> y M<sub>y</sub> Momento flexionante en las direcciones X y Y, respectivamente.

**TABLA IV.124** Elementos mecánicos de columnas, sismo en dirección Y.  
Con excentricidad de diseño E<sub>az</sub>. Edificio Varsovia.  
(Continuación).

NIVEL	TRABE	MOMENTO TORSIONANTE (Ton-m)	M. FLEXIONANTE (Ton-m)	
			A	B
2	3	-0.73 <sup>*</sup> [-0.91]	1.24 [26.16]	1.96 [26.84]
	16	0.05 [0.41]	-4.09 [-7.59]	-9.46 [-20.35]
	22	-0.24 [-0.52]	-6.04 [-23.77]	-4.89 [-22.21]
	32	0.05 [0.47]	-17.50 [-43.12]	-17.08 [-37.19]
	48	-0.43 [-0.63]	-35.86 [-29.08]	24.37 [18.93]
	77	-0.54 [-0.78]	0.52 [0.91]	-23.33 [-17.32]
	6	3	-0.49 [-0.66]	-10.51 [-7.15]
16		-0.37 [-0.44]	-7.45 [-8.55]	-7.83 [-12.66]
22		0.04 [0.30]	-2.42 [-26.64]	-2.71 [-25.33]
32		-0.62 [-0.66]	-2.01 [-26.97]	0.04 [2.00]
48		-0.74 [-0.74]	-35.13 [-29.82]	30.01 [25.48]
77		-0.35 [-0.67]	-3.33 [-2.64]	-43.89 [-32.19]
9		3	-0.27 [-0.39]	-5.72 [-3.02]
	16	-0.79 [-0.61]	-3.43 [-5.05]	-3.13 [-4.59]
	22	-0.17 [-0.24]	-0.72 [-11.64]	-1.01 [-10.04]
	32	-0.46 [-0.45]	-0.49 [-11.95]	-0.07 [-0.47]
	48	-0.62 [-0.61]	-11.36 [-9.89]	9.49 [8.24]
	77	-0.25 [-0.43]	-2.31 [-1.83]	-22.10 [-16.09]

- Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS, con análisis dinámico modal espectral.
- A Extremo Izquierdo.
- B Extremo Derecho.

TABLA IV.125 Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección X.  
Excentricidad de diseño E<sub>d1</sub>. Edificio Varsovia.

NIVEL	TRABE	MOMENTO TORSIONANTE (Ton-m)	M. FLEXIONANTE (Ton-m)		
			A	B	
11	3	-0.05 [-0.03]	-1.17 [-1.22]	-1.72 [-1.01]	
	16	-0.33 [-0.27]	-0.12 [-0.35]	-0.24 [-0.57]	
	22	-0.07 [-0.08]	0.21 [0.46]	-0.29 [-0.21]	
	32	0.02 [0.01]	0.39 [0.50]	0.02 [0.13]	
	48	-0.16 [-0.17]	0.04 [0.17]	0.31 [0.24]	
	77	-0.22 [-0.28]	-8.25 [-5.80]	-4.59 [-3.11]	
	9	0.52 [0.01]	0.17 [0.37]	-0.35 [-0.64]	
	11	0.01 [0.01]	-0.05 [-0.21]	0.28 [0.47]	
	C. Maq.	18	-0.02 [-0.03]	-0.21 [-0.29]	-0.23 [-0.31]
		62	-0.02 [-0.01]	0.08 [0.24]	0.06 [0.14]
76		0.01 [0.01]	-0.79 [-0.63]	-0.80 [-0.53]	

- Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS, con análisis dinámico modal espectral.
- A Extremo Izquierdo.
- B Extremo Derecho.

TABLA IV.125 Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección X.  
Excentricidad de diseño E<sub>d1</sub>. Edificio Varsovia.  
(Continuación).

NIVEL	TRABE	MOMENTO TORSIONANTE (Ton-m)	M. FLEXIONANTE (Ton-m)	
			A	B
2	3	-0.95 <sup>*</sup> [-0.91]	29.72 [26.16]	23.41 [26.84]
	16	-1.11 [-0.41]	1.24 [7.59]	8.14 [20.35]
	22	-0.67 [-0.52]	-5.93 [-23.77]	-5.65 [-22.21]
	32	-0.33 [-0.47]	-28.94 [-43.12]	-22.39 [-37.19]
	48	-1.05 [-0.63]	-41.79 [-29.08]	22.55 [18.93]
	77	-0.87 [-0.78]	0.71 [0.91]	-14.02 [-17.32]
6	3	-0.97 [-0.66]	-1.87 [-7.15]	0.19 [9.41]
	16	-0.71 [-0.44]	-6.38 [-8.55]	-11.16 [-12.66]
	22	-0.34 [-0.30]	-18.01 [-26.64]	-17.52 [-25.33]
	32	-1.00 [-0.66]	-24.83 [-26.97]	1.81 [2.00]
	48	-1.13 [-0.74]	-41.55 [-29.82]	35.45 [25.48]
	77	-0.96 [-0.67]	-2.81 [-2.64]	-33.93 [-32.19]
9	3	-0.55 [-0.39]	-2.82 [-3.02]	-1.91 [-4.25]
	16	-0.86 [-0.61]	-2.59 [-5.05]	-5.60 [-4.59]
	22	-0.37 [-0.24]	-7.52 [-11.64]	-6.85 [-10.04]
	32	-0.67 [-0.45]	-10.63 [-11.95]	0.37 [0.47]
	48	-0.84 [-0.61]	-14.36 [-9.89]	11.92 [8.24]
	77	-0.63 [-0.43]	-1.98 [-1.83]	-17.49 [-16.09]

\* Programa SUPER-ETABS.

[ ] Programa SUPER-ETABS, con análisis dinámico modal espectral.

A Extremo Izquierdo.

B Extremo Derecho.

TABLA IV.126 Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección X.  
Excentricidad de diseño E<sub>2</sub>. Edificio Varsovia.

NIVEL	TRABE	MOMENTO TORSIONANTE (Ton-m)	M. FLEXIONANTE (Ton-m)	
			A	B
11	3	-0.04 <sup>*</sup> [-0.03]	-1.28 [-1.22]	-1.67 [-1.01]
	16	-0.25 [-0.27]	-0.14 [-0.35]	0.06 [0.57]
	22	-0.07 [-0.08]	0.17 [0.46]	-0.22 [-0.21]
	32	0.02 [0.01]	0.21 [0.50]	0.03 [0.13]
	48	-0.18 [-0.17]	-0.05 [-0.17]	0.37 [0.24]
	77	-0.22 [-0.28]	-7.73 [-5.80]	-4.16 [-3.11]
	9	-0.005 [-0.01]	0.25 [0.37]	-0.48 [-0.64]
C. Maq.	11	-0.005 [0.01]	-0.09 [-0.21]	0.37 [0.47]
	18	-0.003 [-0.03]	-0.30 [-0.29]	-0.32 [-0.31]
	62	-0.009 [-0.01]	-0.08 [0.24]	0.07 [0.14]
	76	-0.003 [0.01]	-0.65 [-0.63]	-0.55 [-0.53]

- \* Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS, con análisis dinámico modal espectral.
- A Extremo Izquierdo.
- B Extremo Derecho.

**TABLA IV.126** Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección X. Excentricidad de diseño E42. Edificio Varsovia. (Continuación).

NIVEL	TRABE	MOMENTO TORSIONANTE (Ton-m)	M. FLEXIONANTE (Ton-m)	
			A	B
2	3	-0.46 [-0.75]	-24.65 [-24.29]	-26.10 [-24.99]
	16	-0.26 [-0.42]	-17.79 [-13.52]	-50.31 [-37.71]
	22	-0.98 [-0.84]	-66.62 [-49.00]	-62.09 [-45.56]
	32	-0.97 [-0.81]	-117.05 [-89.37]	-99.86 [-76.65]
	48	-1.68 [-1.29]	-26.34 [-29.91]	15.00 [18.22]
	77	-1.46 [-1.25]	2.42 [1.79]	12.30 [11.50]
	6	3	-1.50 [-1.29]	-10.25 [-9.98]
16		-0.53 [-0.58]	10.24 [7.28]	-32.70 [-26.18]
22		-0.15 [-0.56]	-68.08 [-53.44]	-64.83 [-50.99]
32		-0.57 [-0.72]	-68.33 [-55.58]	5.05 [4.10]
48		-0.79 [-0.91]	-11.07 [-22.71]	9.29 [19.32]
77		-0.74 [-0.88]	1.28 [1.54]	14.63 [19.66]
9		3	0.75 [0.77]	-5.16 [-3.82]
	16	-0.07 [-0.44]	8.15 [5.52]	-9.10 [-9.39]
	22	-0.15 [-0.32]	-25.06 [-22.87]	-21.85 [-19.93]
	32	-0.22 [-0.44]	-25.12 [-24.45]	0.81 [0.94]
	48	-0.06 [-0.44]	-4.43 [-8.75]	3.49 [7.16]
	77	-0.22 [-0.53]	0.80 [1.05]	5.10 [9.58]

- \* Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS, con análisis dinámico modal espectral.
- A Extremo Izquierdo.
- B Extremo Derecho.

TABLA IV.127 Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección Y.  
Excentricidad de diseño E<sub>01</sub>. Edificio Varsovia.

NIVEL	TRABE	MOMENTO TORSIONANTE (Ton-m)	M. FLEXIONANTE (Ton-m)	
			A	B
	3	-0.07 <sup>*</sup> [-0.05]	0.91 [0.73]	-0.47 [-1.34]
	16	0.31 [0.19]	-0.52 [-0.27]	-1.54 [-0.73]
11	22	0.06 [0.05]	-1.08 [-0.58]	-0.50 [-0.34]
	32	0.03 [0.02]	-0.95 [-0.53]	-0.40 [-0.20]
	48	0.11 [0.09]	-0.50 [-0.30]	0.25 [0.25]
	77	0.32 [0.21]	-1.70 [-4.01]	-0.77 [-2.14]
	9	-0.02 [-0.01]	-0.16 [-0.22]	-0.20 [-0.36]
	11	-0.02 [-0.01]	0.21 [0.17]	-0.07 [-0.26]
C. Maq.	18	0.01 [0.02]	-0.09 [-0.16]	-0.05 [-0.17]
	62	-0.03 [-0.01]	-0.09 [-0.19]	0.37 [0.21]
	76	-0.02 [-0.01]	0.40 [0.38]	0.60 [0.35]

- \* Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS, con análisis dinámico modal espectral.
- A Extremo Izquierdo.
- B Extremo Derecho.

**TABLA IV.127** Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección Y.  
Excentricidad de diseño Eas. Edificio Varsovia.  
(Continuación).

NIVEL	TRABE	MOMENTO	M. FLEXIONANTE	
		TORSIONANTE (Ton-m)	(Ton-m)	
			A	B
2	1	0.10 <sup>*</sup> [-0.75]	-39.54 [-24.29]	-41.74 [-24.99]
	16	0.15 [0.42]	-18.50 [-13.52]	-48.45 [-37.71]
	22	-0.46 [-0.84]	-51.91 [-49.00]	-48.42 [-45.56]
	32	-0.37 [-0.81]	-81.05 [-89.37]	-68.41 [-76.65]
	48	-1.70 [-1.29]	-20.05 [-29.91]	11.23 [18.22]
	77	-0.80 [-1.25]	2.30 [1.79]	6.07 [11.50]
	3	-1.30 [-1.29]	-13.59 [-9.98]	-19.39 [-13.20]
6	16	-0.40 [-0.58]	9.68 [7.28]	-31.41 [-26.18]
	22	-0.42 [-0.56]	-61.63 [-53.44]	-58.76 [-50.99]
	32	-0.40 [-0.72]	-58.84 [-55.58]	4.35 [4.10]
	48	-0.62 [-0.91]	-8.40 [-22.71]	7.02 [19.32]
	77	-0.46 [-0.88]	1.06 [1.54]	9.95 [19.66]
	3	-0.95 [0.77]	-2.62 [-3.82]	-6.85 [-6.52]
	16	-0.25 [-0.44]	7.28 [5.52]	-11.51 [-9.39]
9	22	-0.31 [-0.32]	-30.65 [-22.87]	-26.56 [-19.93]
	32	-0.33 [-0.44]	-31.42 [-24.45]	1.29 [0.94]
	48	-0.12 [-0.44]	-5.74 [-8.75]	4.56 [7.16]
	77	-0.43 [-0.53]	0.72 [1.05]	5.83 [9.58]

- Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS, con análisis dinámico modal espectral.
- A Extremo Izquierdo.
- B Extremo Derecho.

TABLA IV.128 Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección Y.  
Excentricidad de diseño E<sub>az</sub>. Edificio Varsovia.

NIVEL	TRABE	MOMENTO TORSIONANTE (Ton-m)	M. FLEXIONANTE (Ton-m)	
			A	B
11	3	-0.05 [-0.05]	0.73 [0.73]	-1.96 [-1.34]
	16	0.15 [0.19]	0.25 [0.27]	-0.59 [-0.73]
	22	0.07 [0.05]	-0.66 [-0.58]	-0.32 [-0.34]
	32	0.03 [0.02]	-0.59 [-0.53]	-0.21 [-0.20]
	48	0.08 [0.09]	-0.29 [-0.30]	0.07 [0.25]
	77	0.28 [0.21]	-1.07 [-4.01]	-0.72 [-2.14]
	9	-0.01 [-0.01]	-0.19 [-0.22]	0.23 [0.36]
C. Maq.	11	-0.01 [-0.01]	0.20 [0.17]	-0.11 [-0.26]
	18	0.01 [0.02]	-0.06 [-0.16]	-0.03 [-0.17]
	62	-0.01 [-0.01]	0.04 [0.19]	0.27 [0.21]
	76	-0.008 [-0.01]	0.30 [0.38]	0.31 [0.35]

- Programa SUPER-ETABS.
- [ ] Programa SUPER-ETABS, con análisis dinámico modal espectral.
- A Extremo Izquierdo.
- B Extremo Derecho.

**TABLA IV.128** Elementos mecánicos de traves, sismo en dirección Y. Excentricidad de diseño Ed2. Edificio Varsovia. (Continuación).

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 1	ESQ. 2	ESQ. 3	ESQ. 7	ESQ. 6	ESQ. 8
8	$\Delta x$	24.41	24.41	24.41	24.41	21.41	24.41
	$\Delta y$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	$\Delta x$	15.24	15.24	15.24	15.24	15.24	15.24
	$\Delta y$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	$\Delta x$	5.37	5.37	5.37	5.37	5.37	5.37
	$\Delta y$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla V.1 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm). Sismo en dirección X. Traslación pura. Edificio caso A.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 1	ESQ. 2	ESQ. 3	ESQ. 7	ESQ. 6	ESQ. 8
8	$\Delta x$	18.36	18.36	20.91	23.69	21.14	21.14
	$\Delta y$	5.97	-1.02	-5.96	-4.53	0.41	5.97
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	-3.47	-3.47	-3.47	-3.47	-3.47	-3.47
5	$\Delta x$	11.20	11.20	12.82	14.58	12.96	12.96
	$\Delta y$	3.74	-0.69	-3.84	-2.93	0.21	3.74
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	-2.21	-2.21	-2.21	-2.21	-2.21	-2.21
2	$\Delta x$	3.88	3.88	4.45	5.07	4.50	4.50
	$\Delta y$	1.30	-0.26	-1.36	-1.04	0.06	1.30
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77	-0.77

Tabla V.2 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm). Sismo en dirección X. Excentricidad de diseño  $E_{s1}$ . Edificio caso A.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 1	ESQ. 2	ESQ. 3	ESQ. 7	ESQ. 6	ESQ. 8
8	$\Delta x$	20.81	20.81	19.87	18.84	19.78	19.78
	$\Delta y$	-1.68	0.89	2.70	2.18	0.36	-1.68
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27	1.27
5	$\Delta x$	12.72	12.72	12.15	11.52	12.10	12.10
	$\Delta y$	-1.06	0.50	1.61	1.28	0.17	-1.06
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78	0.78
2	$\Delta x$	4.44	4.44	4.21	3.96	4.19	4.19
	$\Delta y$	-0.44	0.16	0.60	0.47	0.04	-0.44
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30

Tabla V.3 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm). Sismo en dirección X. Excentricidad de diseño  $E_{s2}$ . Edificio caso A.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 1	ESQ. 2	ESQ. 3	ESQ. 7	ESQ. 6	ESQ. 8
8	$\Delta x$	18.15	18.15	19.63	21.31	19.77	19.77
	$\Delta y$	4.83	-0.80	-3.97	-2.95	1.04	4.83
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
5	$\Delta x$	11.20	11.20	12.15	13.23	12.24	12.24
	$\Delta y$	3.03	-0.52	-2.58	-1.93	-0.62	3.03
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61	1.61
2	$\Delta x$	3.92	3.92	4.25	4.62	4.28	4.28
	$\Delta y$	1.04	-0.20	-0.91	-0.68	-0.22	1.04
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56

Tabla V.4 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm). Sismo en dirección X. Dinámico modal espectral (mr). Edificio caso A.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 1	ESQ. 2	ESQ. 3	ESQ. 7	ESQ. 6	ESQ. 8
8	$\Delta x$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Delta y$	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	$\Delta x$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Delta y$	15.81	15.81	15.81	15.81	15.81	15.81
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	$\Delta x$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Delta y$	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60	5.60
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla V.5 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm). Sismo en dirección Y. Traslación pura. Edificio caso A.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 1	ESQ. 2	ESQ. 3	ESQ. 7	ESQ. 6	ESQ. 8
8	$\Delta x$	3.81	3.81	-1.09	-6.45	-1.54	-1.54
	$\Delta y$	9.81	23.30	32.83	30.06	20.54	9.81
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70
5	$\Delta x$	2.30	2.30	-0.73	-4.05	-1.01	-1.01
	$\Delta y$	6.09	14.45	20.35	18.64	12.73	6.09
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15	4.15
2	$\Delta x$	0.78	0.78	-0.26	-1.41	-0.36	-0.36
	$\Delta y$	2.14	5.02	7.06	6.47	4.43	2.14
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43	1.43

Tabla V.6 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm). Sismo en dirección Y. Excentricidad de diseño E<sub>ai</sub>. Edificio caso A.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 1	ESQ. 2	ESQ. 3	ESQ. 7	ESQ. 6	ESQ. 8
8	$\Delta x$	-1.30	-1.30	1.09	3.71	1.31	1.31
	$\Delta y$	25.88	19.28	14.62	15.97	20.63	25.88
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	-3.27	-3.27	-3.27	-3.27	-3.27	-3.27
5	$\Delta x$	-0.85	-0.85	0.64	2.28	0.78	0.78
	$\Delta y$	16.08	11.96	9.04	9.89	12.80	16.08
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	-2.05	-2.05	-2.05	-2.05	-2.05	-2.05
2	$\Delta x$	-0.33	-0.33	0.20	0.80	0.25	0.25
	$\Delta y$	5.66	4.17	3.11	3.42	4.47	5.66
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	-0.74	-0.74	-0.74	-0.74	-0.74	-0.74

Tabla V.7 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm). Sismo en dirección Y. Excentricidad de diseño Edz. Edificio caso A.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 1	ESQ. 2	ESQ. 3	ESQ. 7	ESQ. 6	ESQ. 8
8	$\Delta x$	2.87	2.87	0.61	-3.01	0.64	0.64
	$\Delta y$	14.94	20.67	25.30	23.93	19.39	14.94
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75	3.75
5	$\Delta x$	1.74	1.74	0.37	-1.93	0.41	0.41
	$\Delta y$	9.39	12.97	15.87	15.01	12.17	9.39
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
2	$\Delta x$	0.59	0.59	0.15	-0.69	0.17	0.17
	$\Delta y$	3.33	4.55	5.55	5.25	4.28	3.33
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81

Tabla V.8 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm). Sismo en dirección Y. Dinámico modal espectral (mr). Edificio caso A.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 1	ESQ. 2	ESQ. 8	ESQ. 15	ESQ. 16	ESQ. B
8	$\Delta x$	27.26	27.26	27.26	27.26	27.26	27.26
	$\Delta y$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	$\Delta x$	17.29	17.29	17.29	17.29	17.29	17.29
	$\Delta y$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	$\Delta x$	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16	6.16
	$\Delta y$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla V.9 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm). Sismo en dirección X. Traslación pura. Edificio caso B.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 1	ESQ. 2	ESQ. 8	ESQ. 15	ESQ. 16	ESQ. B
8	$\Delta x$	37.25	37.25	28.12	28.12	23.56	23.56
	$\Delta y$	6.28	1.71	1.71	-11.97	-11.97	6.28
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	-5.70	-5.70	-5.70	-5.70	-5.70	-5.70
5	$\Delta x$	23.25	23.25	17.63	17.63	14.82	14.82
	$\Delta y$	3.89	1.07	1.07	-7.35	-7.35	3.89
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	-3.51	-3.51	-3.51	-3.51	-3.51	-3.51
2	$\Delta x$	8.11	8.11	6.23	6.23	5.28	5.28
	$\Delta y$	1.32	0.38	0.38	-2.43	-2.43	1.32
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	-1.17	-1.17	-1.17	-1.17	-1.17	-1.17

Tabla V.10 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm). Sismo en dirección X. Excentricidad de diseño E<sub>sl</sub>. Edificio caso B.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 1	ESQ. 2	ESQ. 8	ESQ. 15	ESQ. 16	ESQ. B
8	$\Delta x$	22.58	22.58	27.56	27.56	30.05	30.05
	$\Delta y$	-3.34	-0.84	-0.84	6.62	6.62	-3.34
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	3.11	3.11	3.11	3.11	3.11	3.11
5	$\Delta x$	14.02	14.02	17.31	17.31	18.95	18.95
	$\Delta y$	-2.24	-0.59	-0.59	4.34	4.34	-2.24
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06
2	$\Delta x$	4.83	4.83	6.15	6.15	6.80	6.80
	$\Delta y$	-0.92	-0.26	-0.26	1.70	1.70	-0.92
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82

Tabla V.11 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm). Sismo en dirección X. Excentricidad de diseño E<sub>s2</sub>. Edificio caso B.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 1	ESQ. 2	ESQ. 8	ESQ. 15	ESQ. 16	ESQ. B
8	$\Delta x$	30.85	30.85	26.35	26.35	24.33	24.33
	$\Delta y$	5.52	2.85	2.85	-6.81	-6.81	5.52
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	3.71	3.71	3.71	3.71	3.71	3.71
5	$\Delta x$	19.39	19.39	16.67	16.67	15.45	15.45
	$\Delta y$	3.43	1.79	1.79	-4.17	-4.17	3.43
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	2.28	2.28	2.28	2.28	2.28	2.28
2	$\Delta x$	6.79	6.79	5.94	5.94	5.57	5.57
	$\Delta y$	1.17	0.62	0.62	-1.36	-1.36	1.17
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75

Tabla V.12 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm). Sismo en dirección X. Dinámico modal espectral (mr). Edificio caso B.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 1	ESQ. 2	ESQ. 8	ESQ.15	ESQ.16	ESQ. B
8	$\Delta x$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Delta y$	29.91	29.91	29.91	29.91	29.91	29.91
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	$\Delta x$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Delta y$	18.86	18.86	18.86	18.86	18.86	18.86
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	$\Delta x$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Delta y$	6.62	6.62	6.62	6.62	6.62	6.62
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla V.13 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm). Sismo en dirección Y. Traslación pura. Edificio caso B.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 1	ESQ. 2	ESQ. 8	ESQ.15	ESQ.16	ESQ. B
8	$\Delta x$	-13.48	-13.48	-0.46	-0.46	6.04	6.04
	$\Delta y$	21.58	28.08	28.08	47.61	47.61	21.58
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	8.13	8.13	8.13	8.13	8.13	8.13
5	$\Delta x$	-8.27	-8.27	-0.26	-0.26	3.73	3.73
	$\Delta y$	13.52	17.52	17.52	29.53	29.53	13.52
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
2	$\Delta x$	-2.74	-2.74	-0.06	-0.06	1.27	1.27
	$\Delta y$	4.77	6.11	6.11	10.13	10.13	4.77
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67	1.67

Tabla V.14 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm). Sismo en dirección Y. excentricidad de diseño Ea1. Edificio caso B.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 1	ESQ. 2	ESQ. 8	ESQ.15	ESQ.16	ESQ. B
8	$\Delta x$	6.27	6.27	0.29	0.29	-2.69	-2.69
	$\Delta y$	34.53	31.54	31.54	22.57	22.57	34.53
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	-3.74	-3.74	-3.74	-3.74	-3.74	-3.74
5	$\Delta x$	4.15	4.15	0.16	0.16	-1.82	-1.82
	$\Delta y$	21.77	19.77	19.77	13.80	13.80	21.77
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	-2.49	-2.49	-2.49	-2.49	-2.49	-2.49
2	$\Delta x$	1.66	1.66	0.03	0.03	-0.77	-0.77
	$\Delta y$	7.80	6.99	6.99	4.55	4.55	7.80
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	-1.01	-1.01	-1.01	-1.01	-1.01	-1.01

Tabla V.15 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm). Sismo en dirección Y. Excentricidad de diseño Ea2. Edificio caso B.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 1	ESQ. 2	ESQ. 8	ESQ.15	ESQ.16	ESQ. B
8	$\Delta x$	-9.10	-9.10	-1.88	1.88	4.53	4.53
	$\Delta y$	23.99	27.06	27.06	37.81	37.81	23.99
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	5.43	5.43	5.43	5.43	5.43	5.43
5	$\Delta x$	-5.57	-5.57	-1.19	1.19	2.81	2.81
	$\Delta y$	15.19	17.04	17.04	23.56	23.56	15.19
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34	3.34
2	$\Delta x$	-1.82	-1.82	-0.42	0.42	0.95	0.95
	$\Delta y$	5.44	6.01	6.01	8.07	8.07	5.44
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09

Tabla V.16 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm). Sismo en dirección Y. Dinámico modal espectral (mr). Edificio caso B.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 3	ESQ. 2	ESQ. 1	ESQ. C
10	$\Delta x$	22.31	22.31	22.31	22.31
	$\Delta y$	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00
6	$\Delta x$	14.70	14.70	14.70	14.70
	$\Delta y$	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00
2	$\Delta x$	5.05	5.05	5.05	5.05
	$\Delta y$	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla V.17 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm). Sismo en dirección X. Traslación pura. Edificio caso C.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 3	ESQ. 2	ESQ. 1	ESQ. C
10	$\Delta x$	18.26	28.38	28.38	18.26
	$\Delta y$	-14.72	-4.60	0.45	0.45
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	-6.32	-6.32	-6.32	-6.32
6	$\Delta x$	12.14	18.53	18.53	12.14
	$\Delta y$	-9.36	-2.96	0.23	0.23
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	-3.99	-3.99	-3.99	-3.99
2	$\Delta x$	4.14	6.49	6.49	4.14
	$\Delta y$	-3.47	-1.12	0.05	0.05
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	-1.47	-1.47	-1.47	-1.47

Tabla V.18 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm). Sismo en dirección X. Excentricidad de diseño  $E_{as}$ . Edificio caso C.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 3	ESQ. 2	ESQ. 1	ESQ. C
10	$\Delta x$	24.04	19.79	19.79	24.04
	$\Delta y$	6.41	2.17	0.05	0.05
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	2.65	2.65	2.65	2.65
6	$\Delta x$	15.82	13.07	13.07	15.82
	$\Delta y$	4.15	1.40	0.02	0.02
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	1.72	1.72	1.72	1.72
2	$\Delta x$	5.37	5.37	5.37	5.37
	$\Delta y$	0.004	0.004	0.004	0.004
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.49	0.49	0.49	0.49

Tabla V.19 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm).  
Sismo en dirección X. Excentricidad de diseño Eaz.  
Edificio caso C.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 3	ESQ. 2	ESQ. 1	ESQ. C
10	$\Delta x$	21.34	21.63	21.63	21.34
	$\Delta y$	12.88	4.40	0.28	0.28
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	5.30	5.30	5.30	5.30
6	$\Delta x$	14.15	14.30	14.30	14.15
	$\Delta y$	8.26	2.81	0.14	0.14
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	3.41	3.41	3.41	3.41
2	$\Delta x$	4.82	5.03	5.03	4.82
	$\Delta y$	2.87	0.97	0.03	0.03
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	1.19	1.19	1.19	1.19

Tabla V.20 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm).  
Sismo en dirección X. Dinámico modal espectral (mr).  
Edificio caso C.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 3	ESQ. 2	ESQ. 1	ESQ. C
10	$\Delta x$	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Delta y$	2.30	2.30	2.30	2.30
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00
6	$\Delta x$	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Delta y$	1.18	1.18	1.18	1.18
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00
2	$\Delta x$	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Delta y$	0.30	0.30	0.30	0.30
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla V.21 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm).  
Sismo en dirección Y. Traslación pura.  
Edificio caso C.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 3	ESQ. 2	ESQ. 1	ESQ. C
10	$\Delta x$	18.82	-27.61	-27.61	18.82
	$\Delta y$	70.65	24.21	1.00	1.00
	$\theta(\text{rad} \cdot x10^{-3})$	29.02	29.02	29.02	29.02
6	$\Delta x$	12.11	-17.95	-17.95	12.11
	$\Delta y$	45.29	15.43	0.50	0.50
	$\theta(\text{rad} \cdot x10^{-3})$	18.66	18.66	18.66	18.66
2	$\Delta x$	4.07	-6.31	-6.31	4.07
	$\Delta y$	15.68	5.31	0.12	0.12
	$\theta(\text{rad} \cdot x10^{-3})$	6.48	6.48	6.48	6.48

Tabla V.22 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm).  
Sismo en dirección Y. Excentricidad de diseño Eas.  
Edificio caso C.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 3	ESQ. 2	ESQ. 1	ESQ. C
10	$\Delta x$	6.78	-9.68	-9.68	6.78
	$\Delta y$	26.52	10.07	1.84	1.84
	$\theta(\text{rad} \cdot x10^{-3})$	10.28	10.28	10.28	10.28
6	$\Delta x$	4.38	-6.28	-6.28	4.38
	$\Delta y$	16.94	6.27	0.94	0.94
	$\theta(\text{rad} \cdot x10^{-3})$	6.66	6.66	6.66	6.66
2	$\Delta x$	1.48	-2.27	-2.27	1.48
	$\Delta y$	5.85	2.09	0.22	0.22
	$\theta(\text{rad} \cdot x10^{-3})$	2.34	2.34	2.34	2.34

Tabla V.23 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm).  
Sismo en dirección Y. Excentricidad de diseño Eaz.  
Edificio caso C.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 3	ESQ. 2	ESQ. 1	ESQ. C
10	$\Delta x$	10.10	-15.86	-15.86	10.10
	$\Delta y$	37.60	12.83	0.95	0.95
	$\theta(\text{rad} \cdot x10^{-3})$	15.49	15.49	15.49	15.49
6	$\Delta x$	6.51	-10.23	-10.23	6.51
	$\Delta y$	24.11	8.18	0.48	0.48
	$\theta(\text{rad} \cdot x10^{-3})$	9.96	9.96	9.96	9.96
2	$\Delta x$	2.18	-3.62	-3.62	2.18
	$\Delta y$	8.33	2.81	0.11	0.11
	$\theta(\text{rad} \cdot x10^{-3})$	3.44	3.44	3.44	3.44

Tabla V.24 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm).  
Sismo en dirección Y. Dinámico modal espectral (mr).  
Edificio caso C.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 4	ESQ. 3	ESQ. 2	ESQ. 1
11	$\Delta x$	23.06	23.06	23.06	23.06
	$\Delta y$	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00
9	$\Delta x$	19.95	19.95	19.95	19.95
	$\Delta y$	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00
6	$\Delta x$	13.18	13.18	13.18	13.18
	$\Delta y$	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00
2	$\Delta x$	3.79	3.79	3.79	3.79
	$\Delta y$	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla V.25 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm).  
Sismo en dirección X. Traslación pura.  
Edificio Varsovia.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 4	ESQ. 3	ESQ. 2	ESQ. 1
11	$\Delta x$	22.55	22.55	26.77	26.77
	$\Delta y$	-3.42	3.03	3.03	-3.42
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	3.17	3.17	3.17	3.17
9	$\Delta x$	19.22	19.22	23.51	23.51
	$\Delta y$	-2.91	3.66	3.66	-2.91
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	3.43	3.43	3.43	3.43
6	$\Delta x$	12.52	12.52	15.67	15.67
	$\Delta y$	-2.02	2.78	2.78	-2.02
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	2.51	2.51	2.51	2.51
2	$\Delta x$	3.47	3.47	4.78	4.78
	$\Delta y$	-0.80	1.20	1.20	-0.80
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	1.05	1.05	1.05	1.05

Tabla V.26 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm).  
Sismo en dirección X. Excentricidad de diseño E<sub>sl</sub>.  
Edificio Varsovia.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 4	ESQ. 3	ESQ. 2	ESQ. 1
11	$\Delta x$	20.95	20.95	29.52	29.52
	$\Delta y$	-3.72	9.37	9.37	-3.72
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	6.86	6.86	6.86	6.86
9	$\Delta x$	18.14	18.14	25.25	25.25
	$\Delta y$	-2.62	8.25	8.25	-2.62
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	5.69	5.69	5.69	5.69
6	$\Delta x$	12.88	12.88	14.41	14.41
	$\Delta y$	0.09	2.43	2.43	0.09
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	1.22	1.22	1.22	1.22
2	$\Delta x$	5.90	5.90	-0.68	-0.68
	$\Delta y$	4.33	-5.72	-5.72	4.33
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	-5.26	-5.26	-5.26	-5.26

Tabla V.27 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm).  
Sismo en dirección X. Excentricidad de diseño  $E_{az}$ .  
Edificio Varsovia.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 4	ESQ. 3	ESQ. 2	ESQ. 1
11	$\Delta x$	17.26	17.26	25.21	25.21
	$\Delta y$	13.85	20.65	20.65	13.85
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	11.04	11.04	11.04	11.04
9	$\Delta x$	14.61	14.61	22.41	22.41
	$\Delta y$	12.20	17.97	17.97	12.20
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	10.11	10.11	10.11	10.11
6	$\Delta x$	9.45	9.45	15.24	15.24
	$\Delta y$	8.63	11.95	11.95	8.63
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	7.04	7.04	7.04	7.04
2	$\Delta x$	2.54	2.54	4.84	4.84
	$\Delta y$	3.26	3.48	3.48	3.26
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	2.38	2.38	2.38	2.38

Tabla V.28 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm).  
Sismo en dirección X. Dinámico modal espectral (mr).  
Edificio Varsovia.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 4	ESQ. 3	ESQ. 2	ESQ. 1
11	$\Delta x$	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Delta y$	25.48	25.48	25.48	25.48
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00
9	$\Delta x$	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Delta y$	22.34	22.34	22.34	22.34
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00
6	$\Delta x$	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Delta y$	15.44	15.44	15.44	15.44
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00
2	$\Delta x$	0.00	0.00	0.00	0.00
	$\Delta y$	5.31	5.31	5.31	5.31
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla V.29 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm).  
Sismo en dirección Y. Traslación pura.  
Edificio Varsovia.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 4	ESQ. 3	ESQ. 2	ESQ. 1
11	$\Delta x$	-9.83	-9.83	17.17	17.17
	$\Delta y$	14.26	55.53	55.53	14.26
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	21.60	21.60	21.60	21.60
9	$\Delta x$	-8.14	-8.14	14.83	14.83
	$\Delta y$	12.25	47.35	47.35	12.25
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	18.37	18.37	18.37	18.37
6	$\Delta x$	-5.46	-5.46	10.57	10.57
	$\Delta y$	7.98	32.47	32.47	7.98
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	12.82	12.82	12.82	12.82
2	$\Delta x$	-1.30	-1.30	3.01	3.01
	$\Delta y$	2.93	9.53	9.53	2.93
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	3.45	3.45	3.45	3.45

Tabla V.30 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm).  
Sismo en dirección Y. Excentricidad de diseño E<sub>el</sub>.  
Edificio Varsovia.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 4	ESQ. 3	ESQ. 2	ESQ. 1
11	$\Delta x$	-6.55	-6.55	10.13	10.13
	$\Delta y$	19.39	44.88	44.88	19.39
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	13.34	13.34	13.34	13.34
9	$\Delta x$	-5.25	-5.25	8.47	8.47
	$\Delta y$	17.11	38.08	38.08	17.11
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	10.98	10.98	10.98	10.98
6	$\Delta x$	-2.62	-2.62	4.19	4.19
	$\Delta y$	12.76	23.15	23.15	12.76
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	5.44	5.44	5.44	5.44
2	$\Delta x$	0.02	0.02	-0.14	-0.14
	$\Delta y$	5.61	5.36	5.36	5.61
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	-0.13	-0.13	-0.13	-0.13

Tabla V.31 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm).  
Sismo en dirección Y. Excentricidad de diseño Eoz.  
Edificio Varsovia.

NIVEL	COMPONENTE	ESQ. 4	ESQ. 3	ESQ. 2	ESQ. 1
11	$\Delta x$	-10.56	-10.56	23.40	23.40
	$\Delta y$	-11.86	42.81	42.81	-11.86
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	19.36	19.36	19.36	19.36
9	$\Delta x$	-9.00	-9.00	20.74	20.74
	$\Delta y$	-10.36	37.41	37.41	-10.36
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	17.14	17.14	17.14	17.14
6	$\Delta x$	-5.83	-5.83	14.00	14.00
	$\Delta y$	-7.28	24.91	24.91	-7.28
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	11.48	11.48	11.48	11.48
2	$\Delta x$	-1.55	-1.55	4.19	4.19
	$\Delta y$	-2.77	7.24	7.24	-2.77
	$\theta(\text{rad.} \times 10^{-3})$	3.28	3.28	3.28	3.28

Tabla V.32 Desplazamientos horizontales máximos totales (cm).  
Sismo en dirección Y. Dinámico modal espectral (mr).  
Edificio Varsovia.





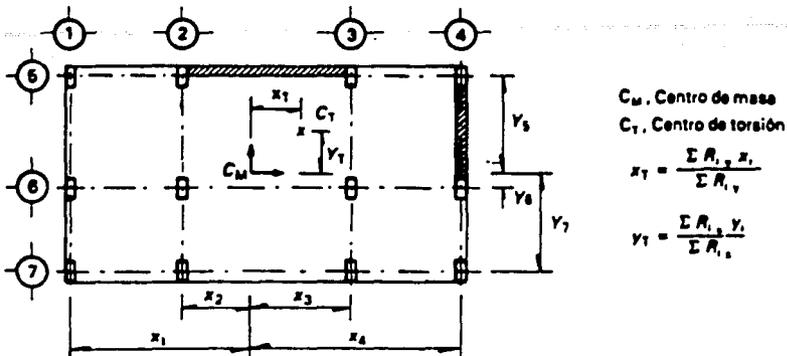


Fig II.3 Determinación de las coordenadas del centro de torsión.

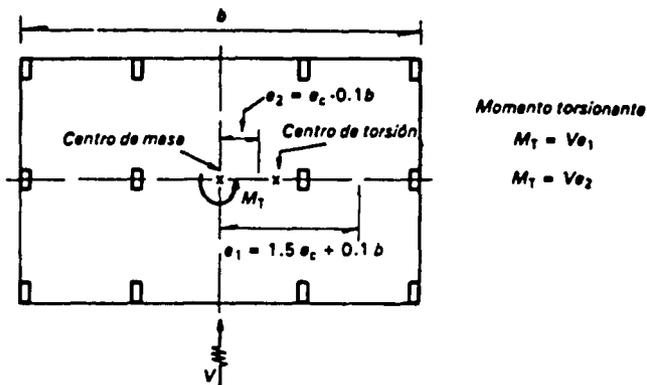


Fig II.4 Excentricidad de diseño para la determinación de los efectos de torsión.

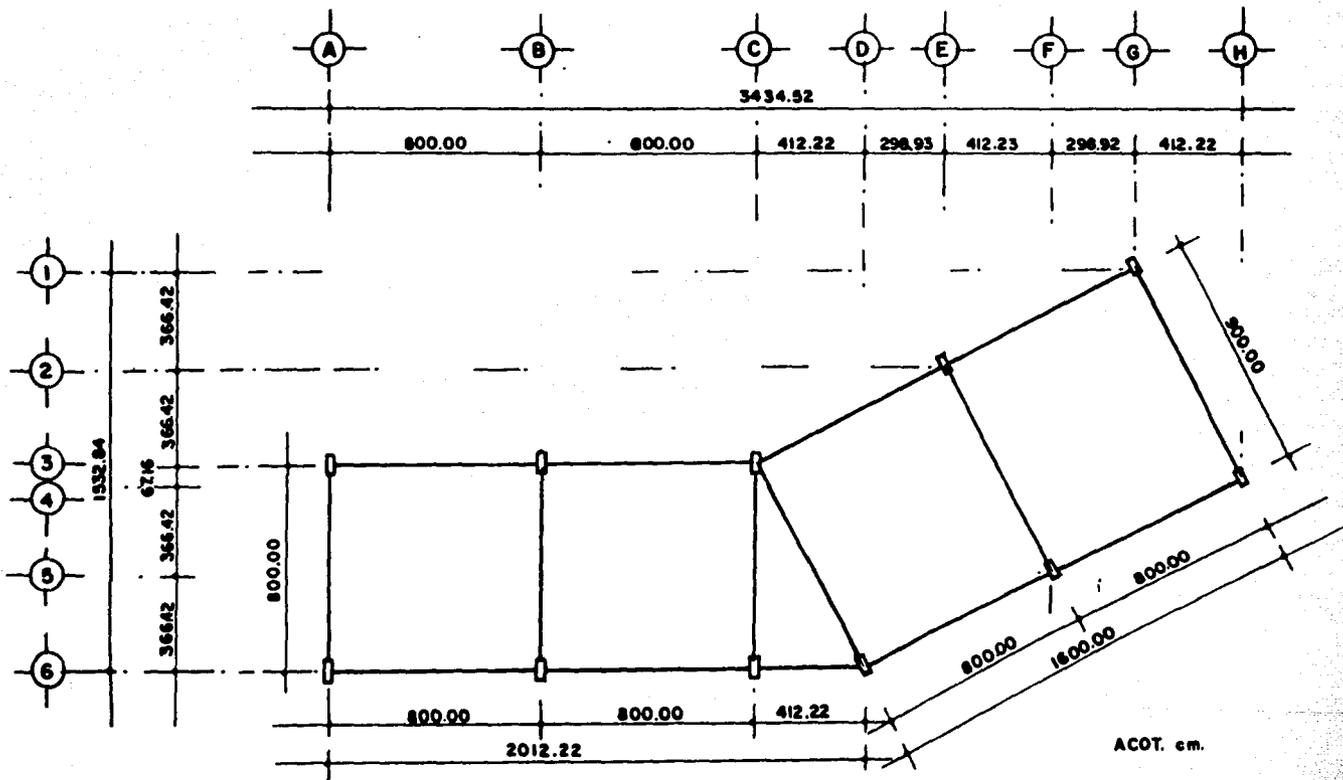


FIG III.1 PLANTA GENERAL.  
EDIFICIO CASO A.

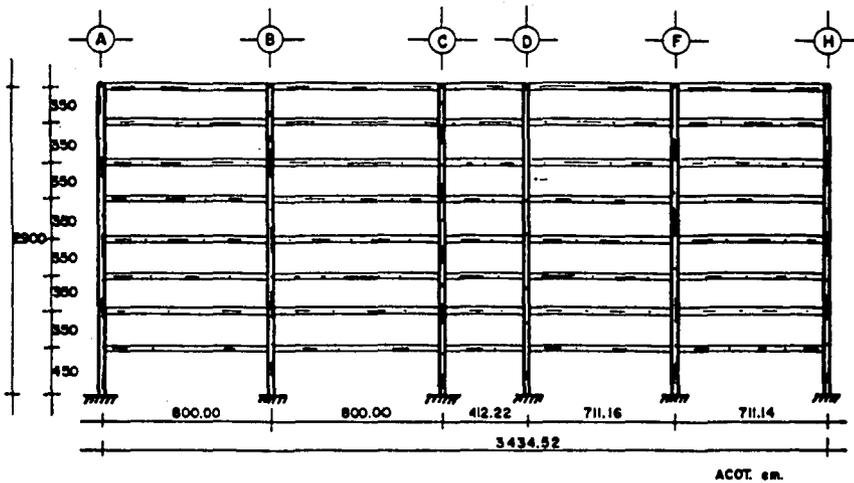


FIG III.2 ELEVACION VISTA FRONTAL.  
EDIFICIO CASO A.

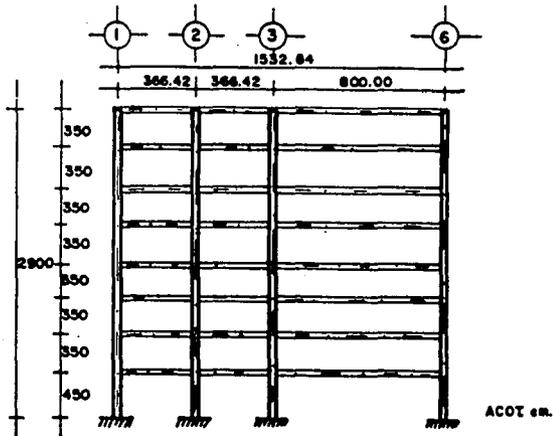
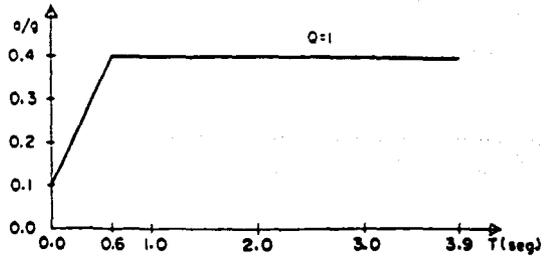


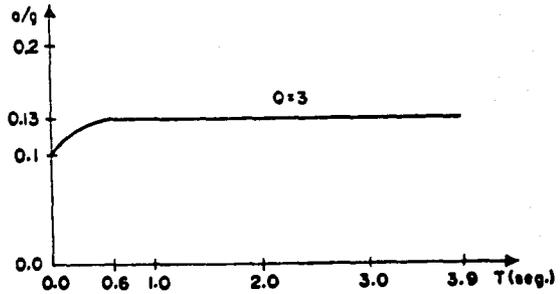
FIG III.3 ELEVACION VISTA LATERAL.  
EDIFICIO CASO A.

T(seg)	a/g
0.00	0.10
0.60	0.40
3.90	0.40



a) Espectro de diseño con coeficiente de ductilidad igual a 1 ( $Q=1$ ), ambas direcciones.

T(seg)	a/g
0.0	0.1000
0.1	0.1125
0.2	0.1200
0.3	0.1250
0.4	0.1286
0.5	0.1313
0.6	0.1333
3.9	0.1333



b) Espectro de diseño con coeficiente de ductilidad igual a 3 ( $Q=3$ ), ambas direcciones.

UBICACION : ZONA III (BLANDA)

GRUPO : B

Cs : 0.40

FIG III.4. Características de los espectros de diseño.  
Edificio Caso A.

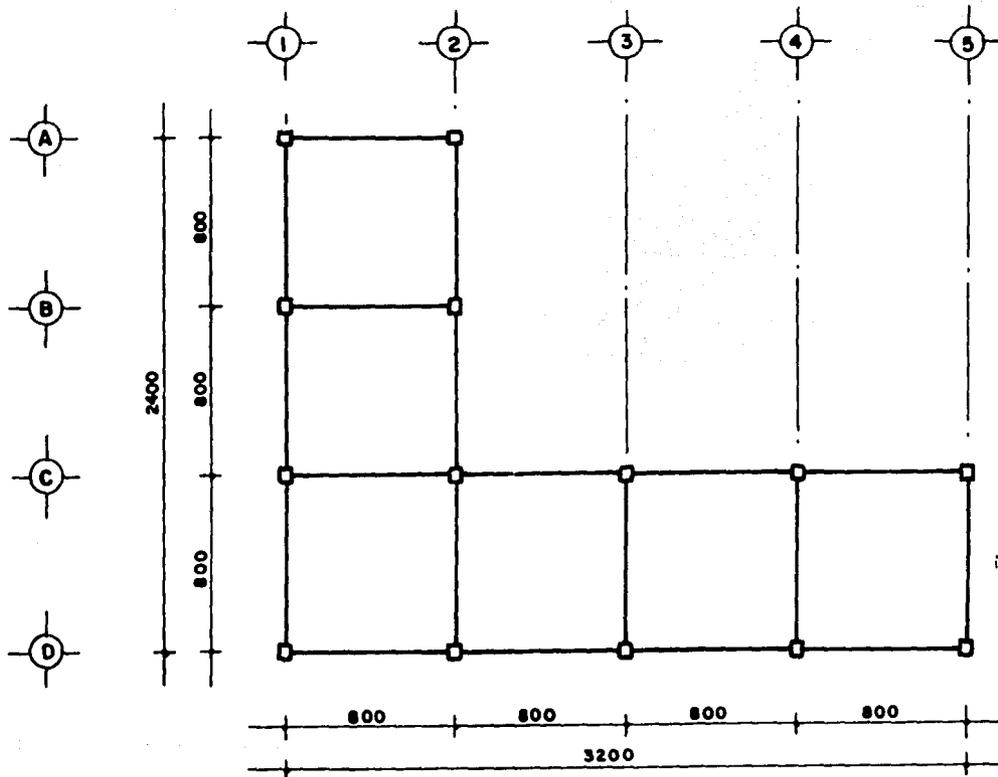


FIG III.5 PLANTA GENERAL.  
EDIFICIO CASO B.

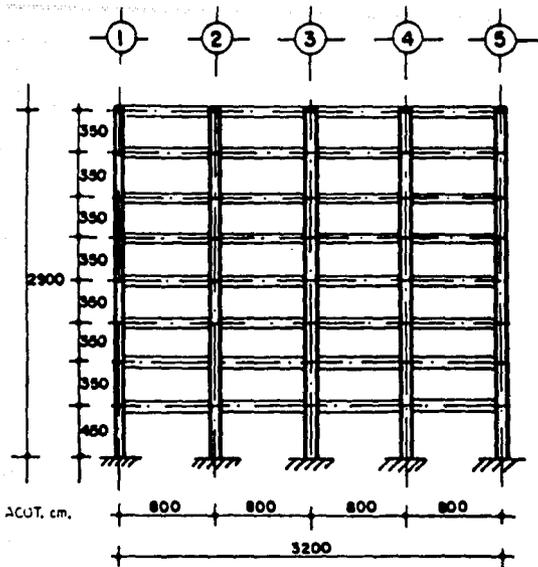


FIG III.6 ELEVACION VISTA FRONTAL.  
EDIFICIO CASO B.

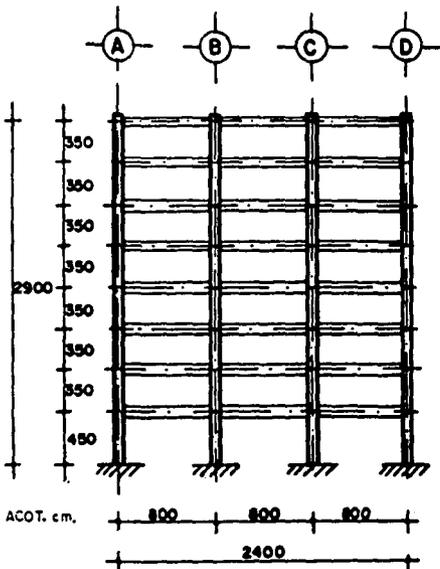
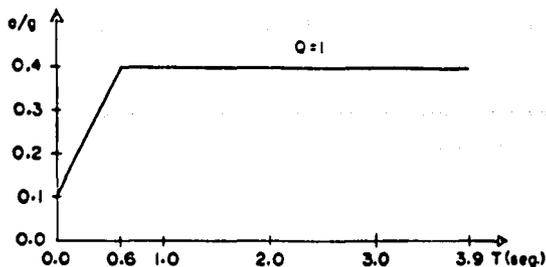


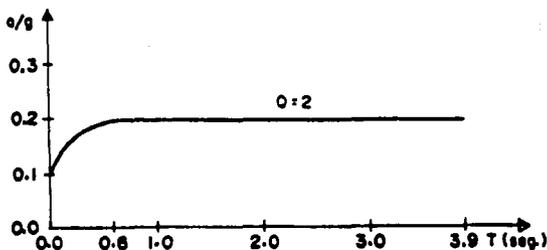
FIG III.7 ELEVACION VISTA LATERAL.  
EDIFICIO CASO B.

T(seg)	a/g
0.0	0.10
0.6	0.40
3.90	0.40



a) Espectro de diseño con coeficiente de ductilidad igual a 1 ( $Q=1$ ), ambas direcciones.

T(seg)	a/g
0.0	0.1000
0.1	0.1286
0.2	0.1500
0.3	0.1667
0.4	0.1800
0.5	0.1909
0.6	0.2000
3.9	0.2000



b) Espectro de diseño con coeficiente de ductilidad igual a 2 ( $Q=2$ ), ambas direcciones.

UBICACION : ZONA III (BLANDA)  
 GRUPO : B  
 Cs : 0.40

FIG III.8. Características de los espectros de diseño.  
 Edificio Caso B y C.

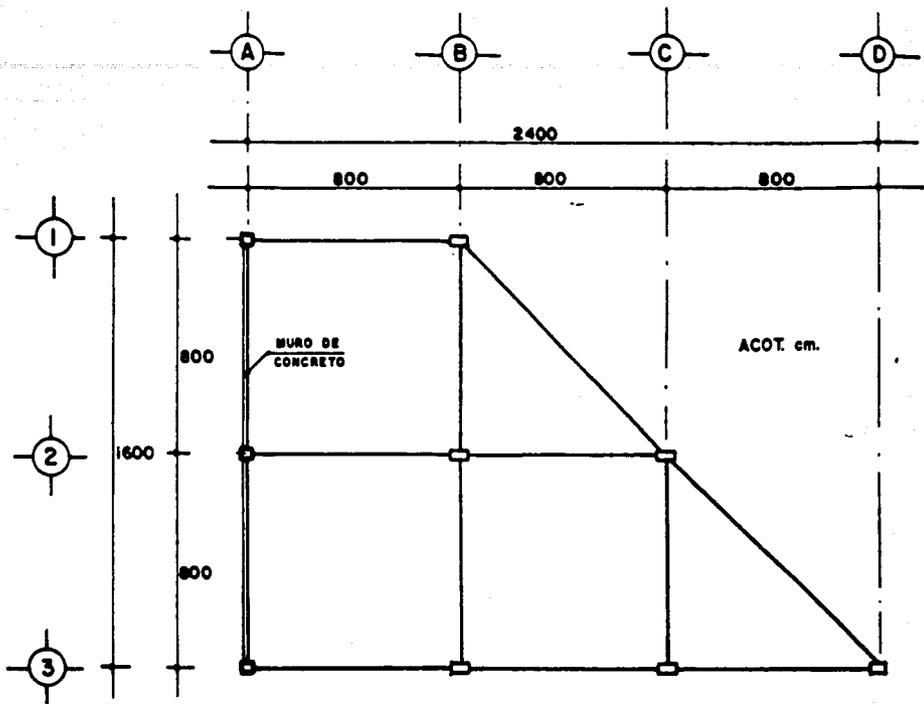


FIG III.9 PLANTA GENERAL.  
EDIFICIO CASO C.

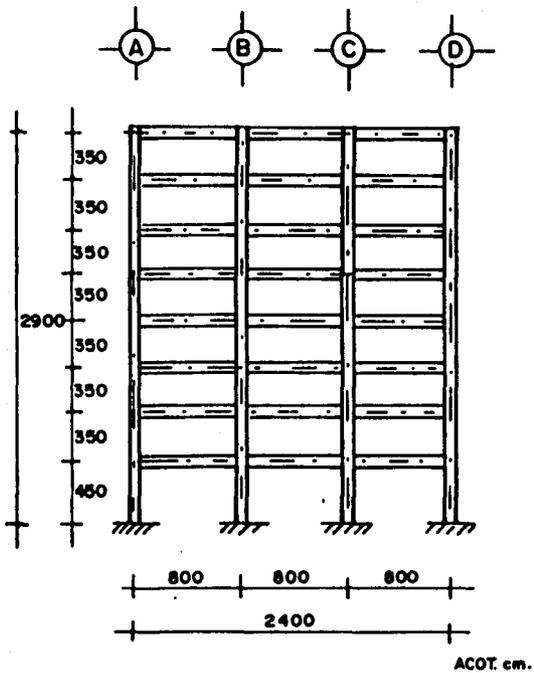


FIG III.10 ELEVACION VISTA FRONTAL.  
EDIFICIO CASO C.

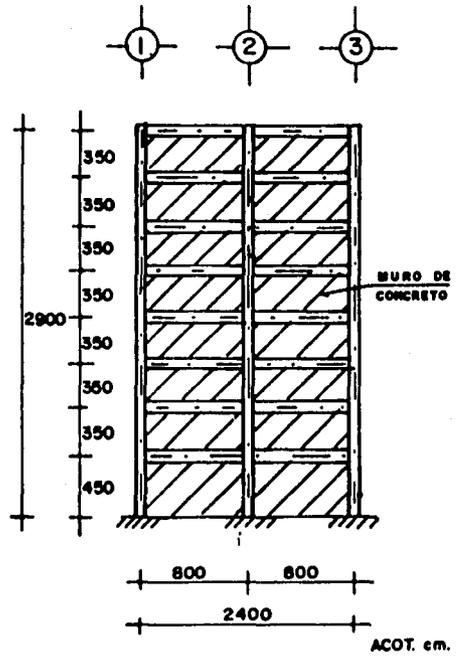
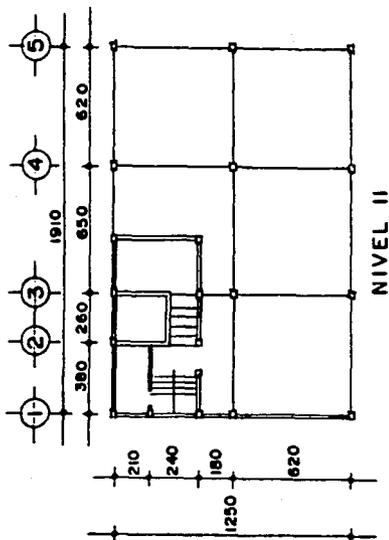
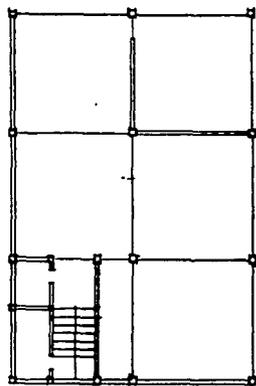


FIG III.11 ELEVACION VISTA LATERAL  
EDIFICIO CASO C.

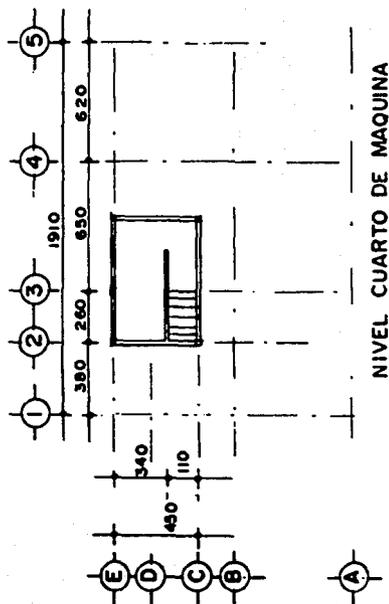


NIVEL II

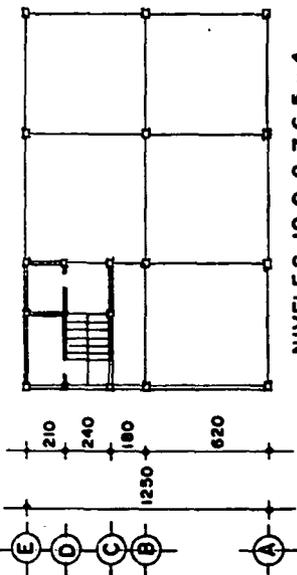


NIVEL 3

ACOT. CM.



NIVEL CUARTO DE MAQUINA



NIVELES 10, 9, 8, 7, 6, 5 y 4

FIG III.12 PLANTA GENERAL.  
EDIFICIO VARSOVIA.

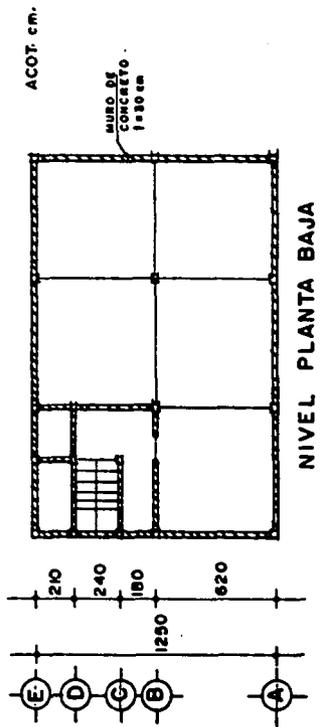
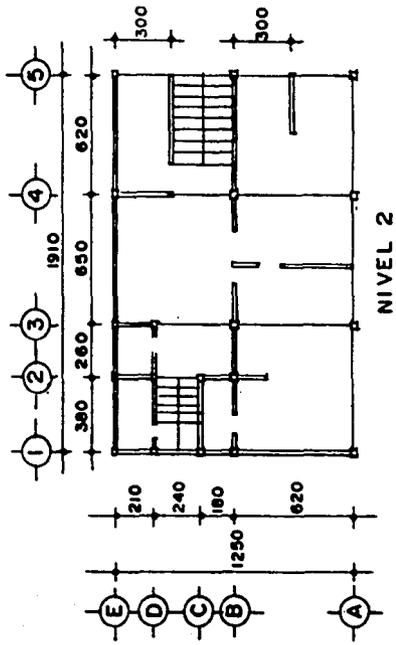
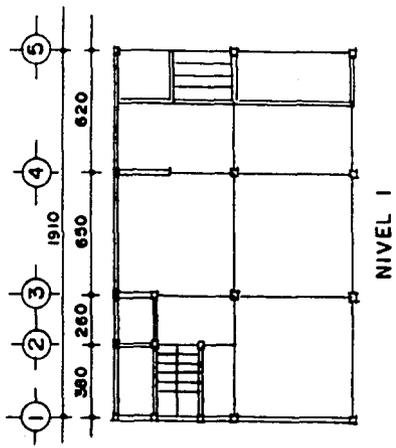


FIG III.13 PLANTA GENERAL.  
 EDIFICIO VARSOVIA.  
 (CONTINUACION).

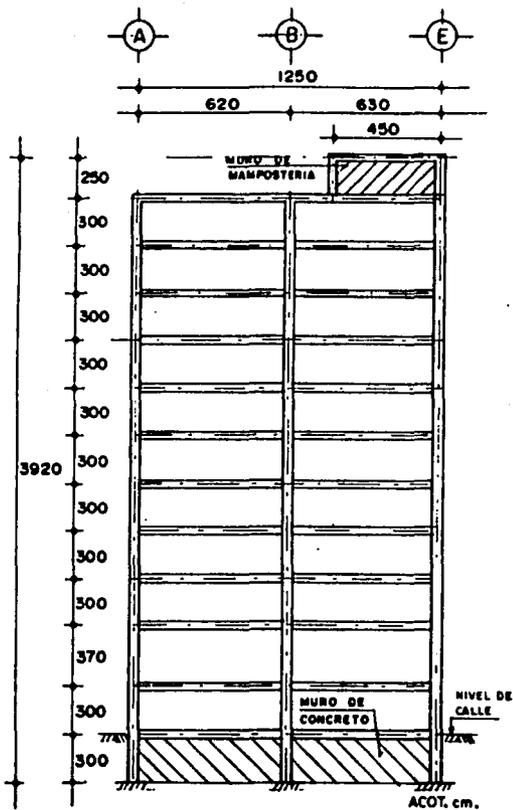


FIG III.4 ELEVACION VISTA FRONTAL.  
EDIFICIO VARSOVIA.

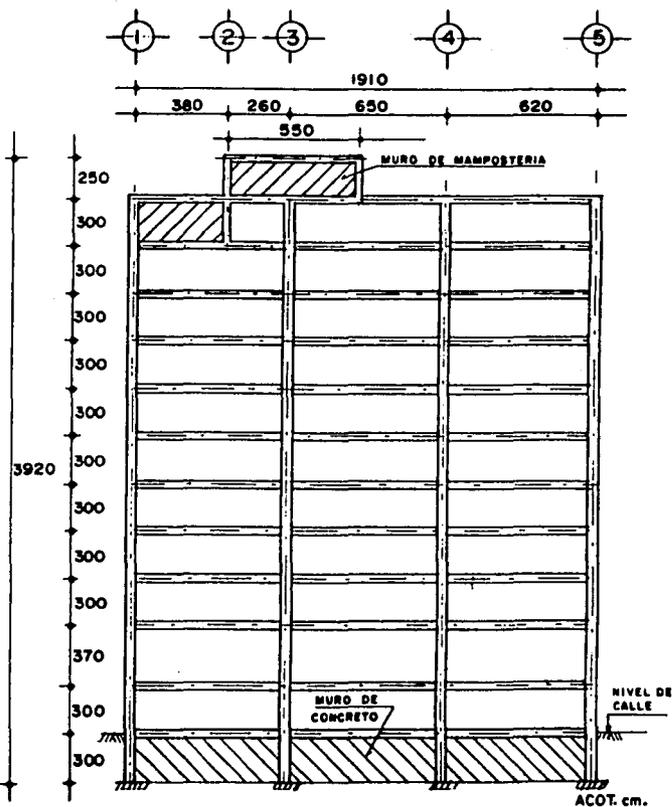
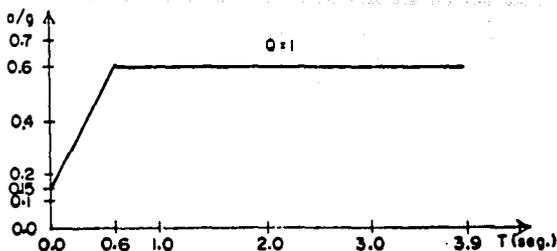


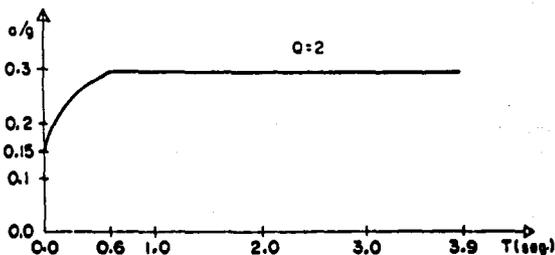
FIG III.5 ELEVACION VISTA LATERAL.  
EDIFICIO VARSOVIA.

T(seg)	a/g
0.0	0.15
0.6	0.60
3.90	0.60



a) Espectro de diseño con coeficiente de ductilidad igual a 1 ( $Q=1$ ), ambas direcciones.

T(seg)	a/g
0.0	0.1500
0.1	0.1929
0.2	0.2250
0.3	0.2501
0.4	0.2700
0.5	0.2864
0.6	0.3000
3.9	0.3000



b) Espectro de diseño con coeficiente de ductilidad igual a 2 ( $Q=2$ ), ambas direcciones.

UBICACION : ZONA III (BLANDA)  
 GRUPO : A  
 Cs : 0.60

FIG III.16. Características de los espectros de diseño. Edificio Varsovia.

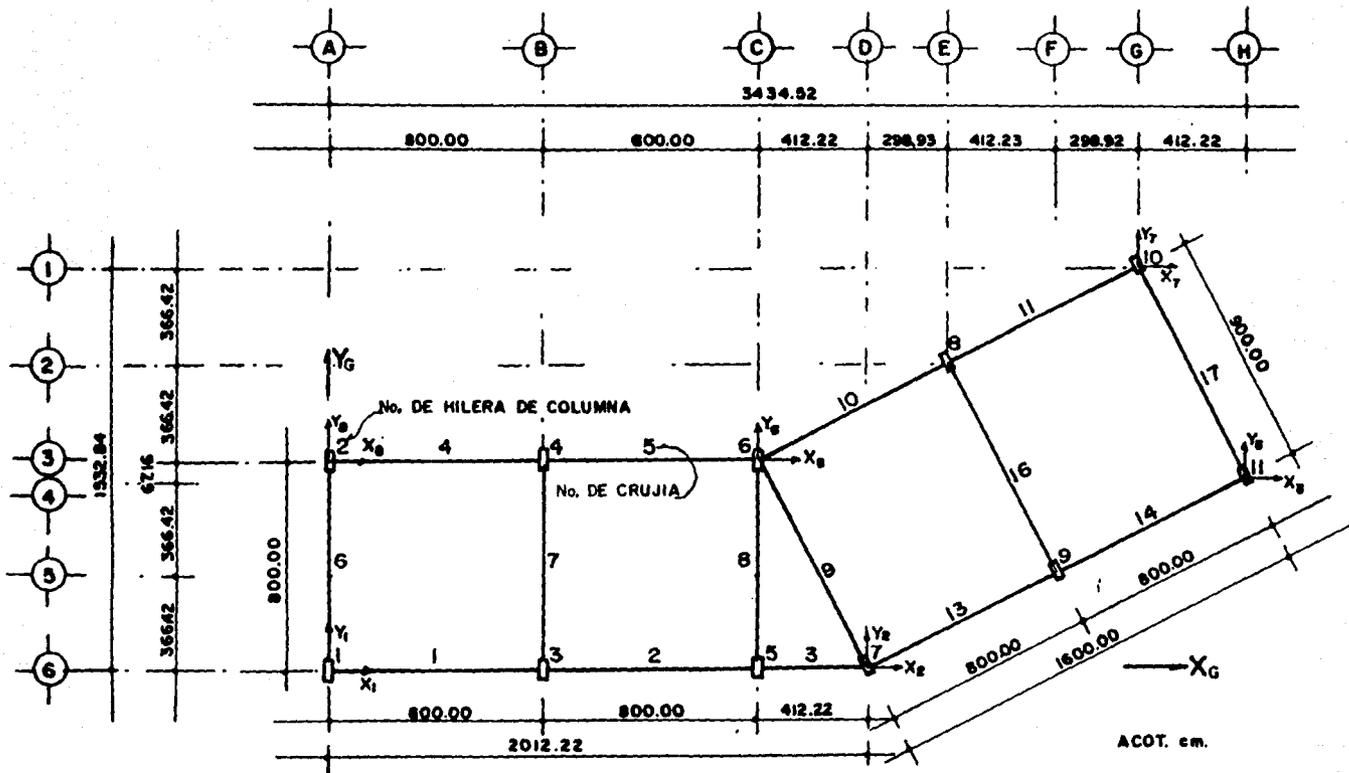


FIG IV.1 IDEALIZACION DE LA ESTRUCTURA.  
EDIFICIO CASO A.

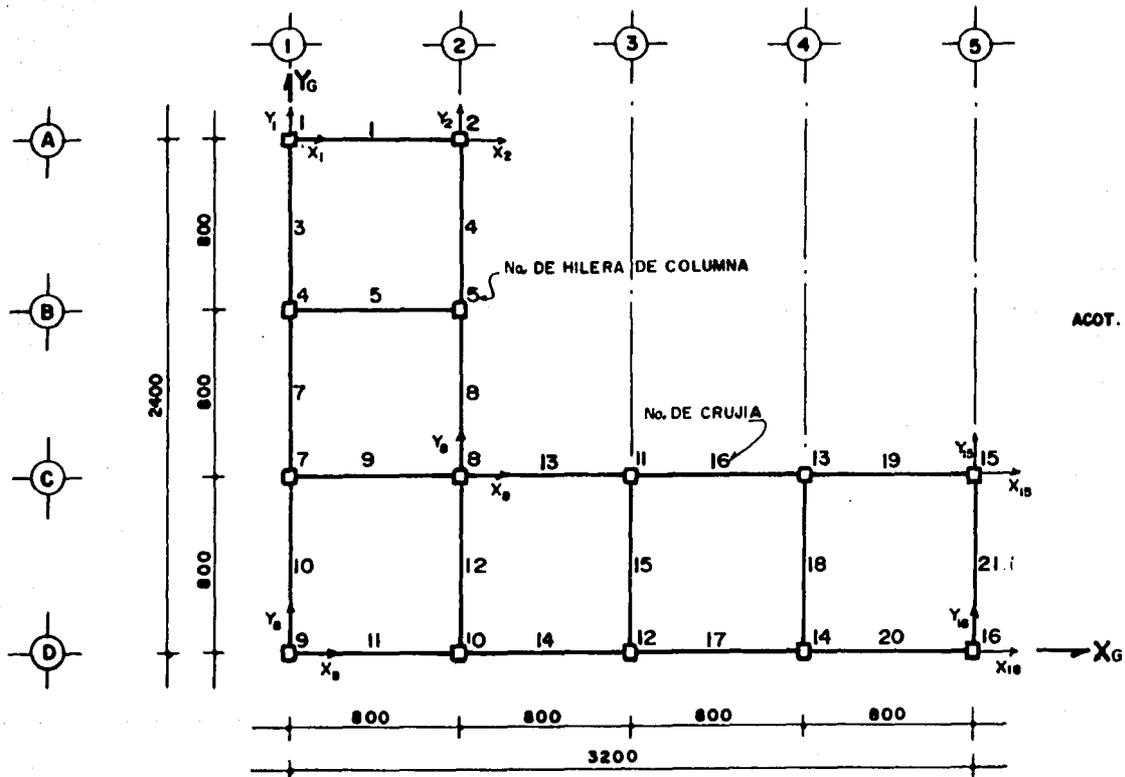


FIG IV.2 IDEALIZACION DE LA ESTRUCTURA.  
EDIFICIO CASO B.

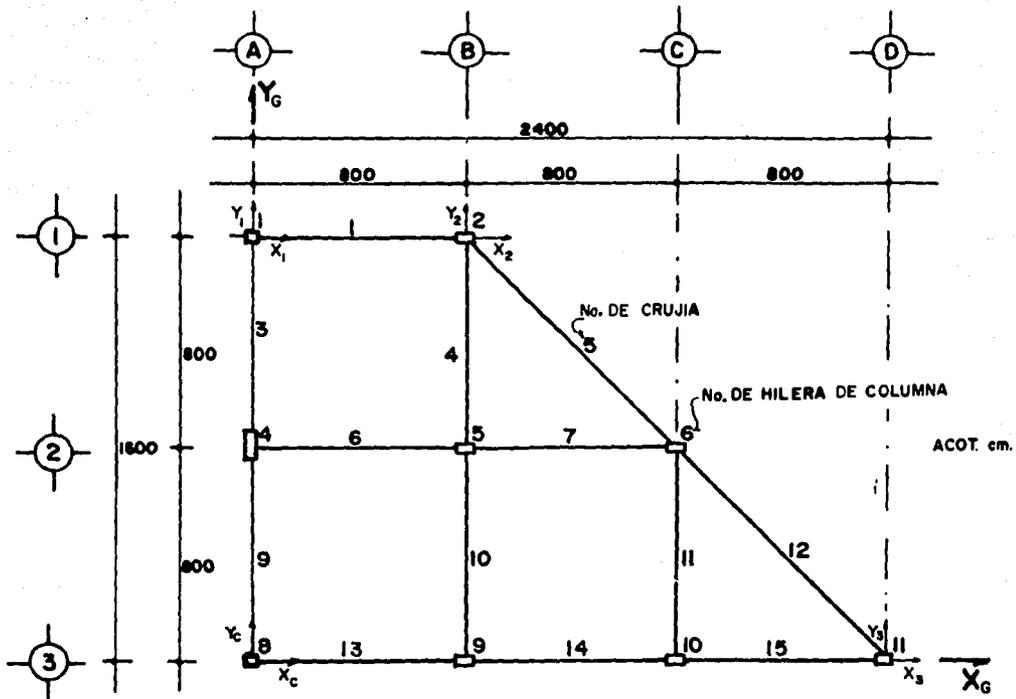
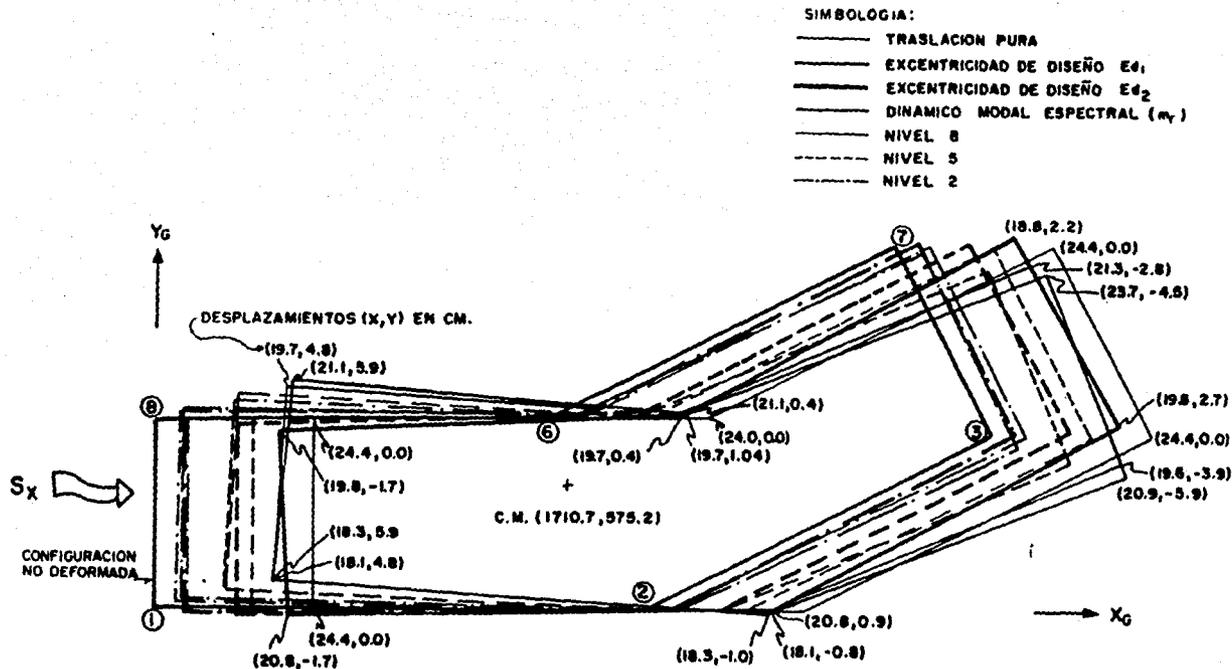
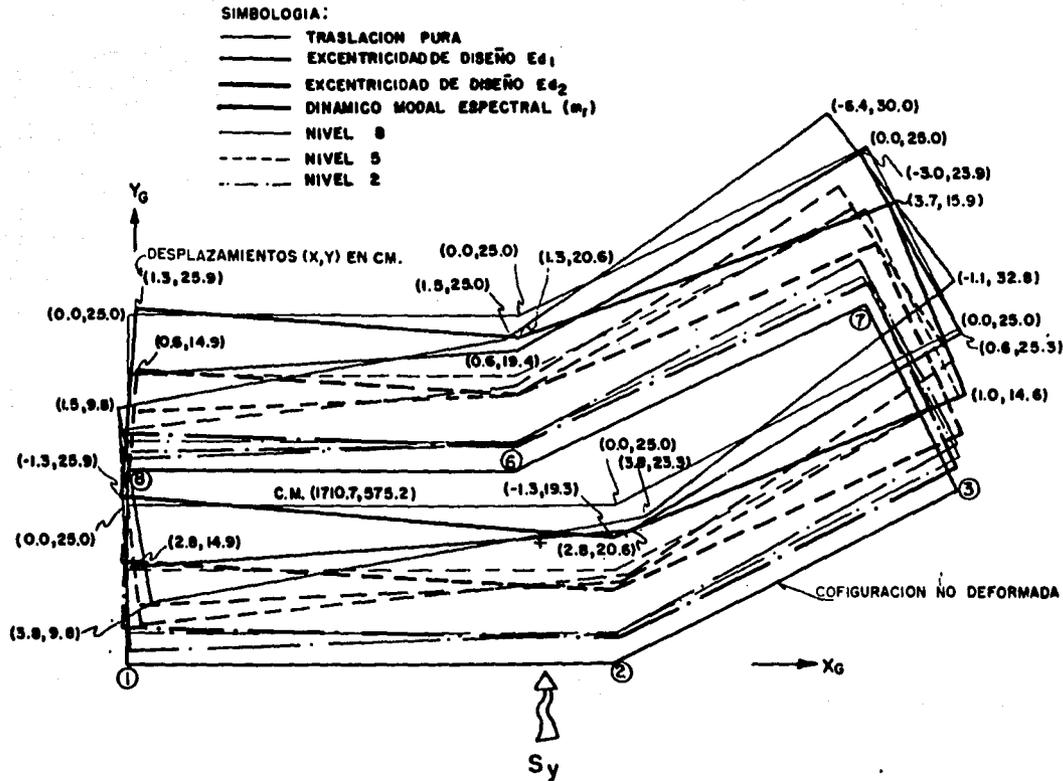


FIG IV.3 IDEALIZACION DE LA ESTRUCTURA.  
EDIFICIO CASO C.

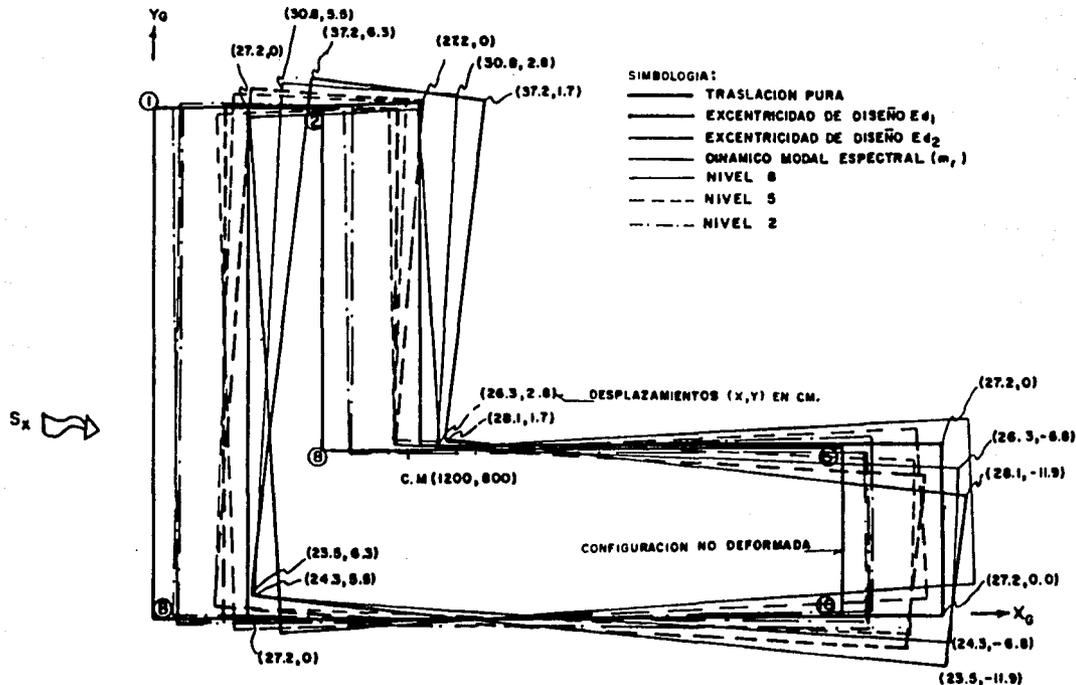




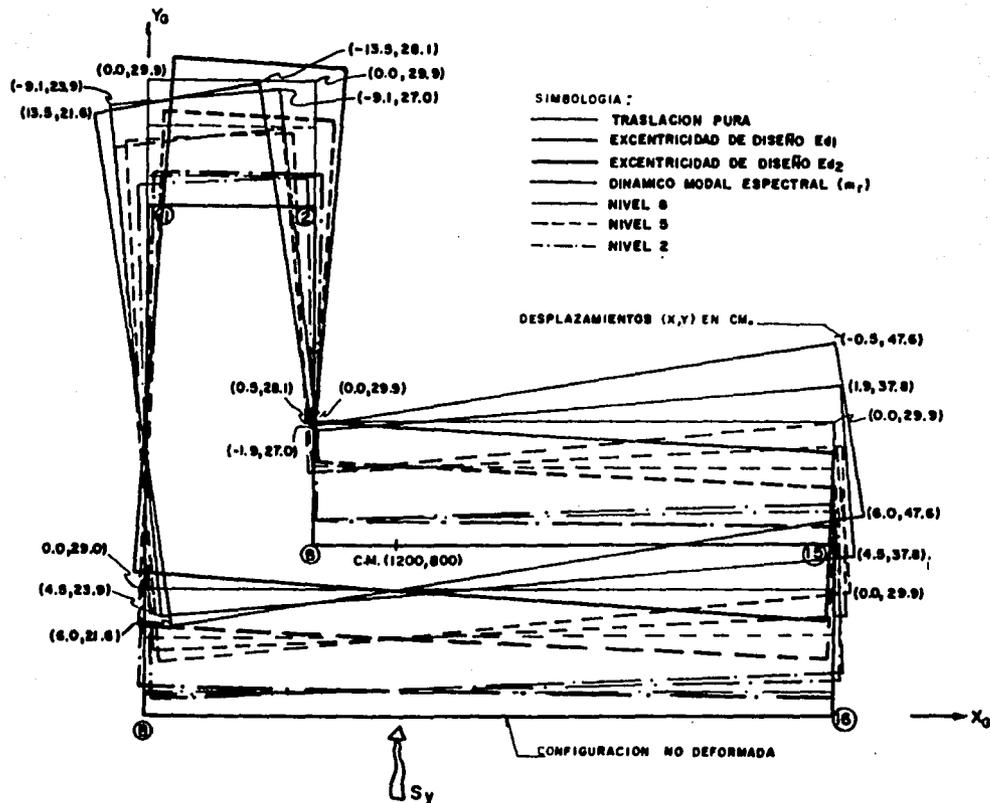
**FIG VI DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES MAXIMOS DE LA ESTRUCTURA EN PLANTA. NIVELES 2,5y8. SISMO EN LA DIRECCION X. EDIFICIO CASO A.**



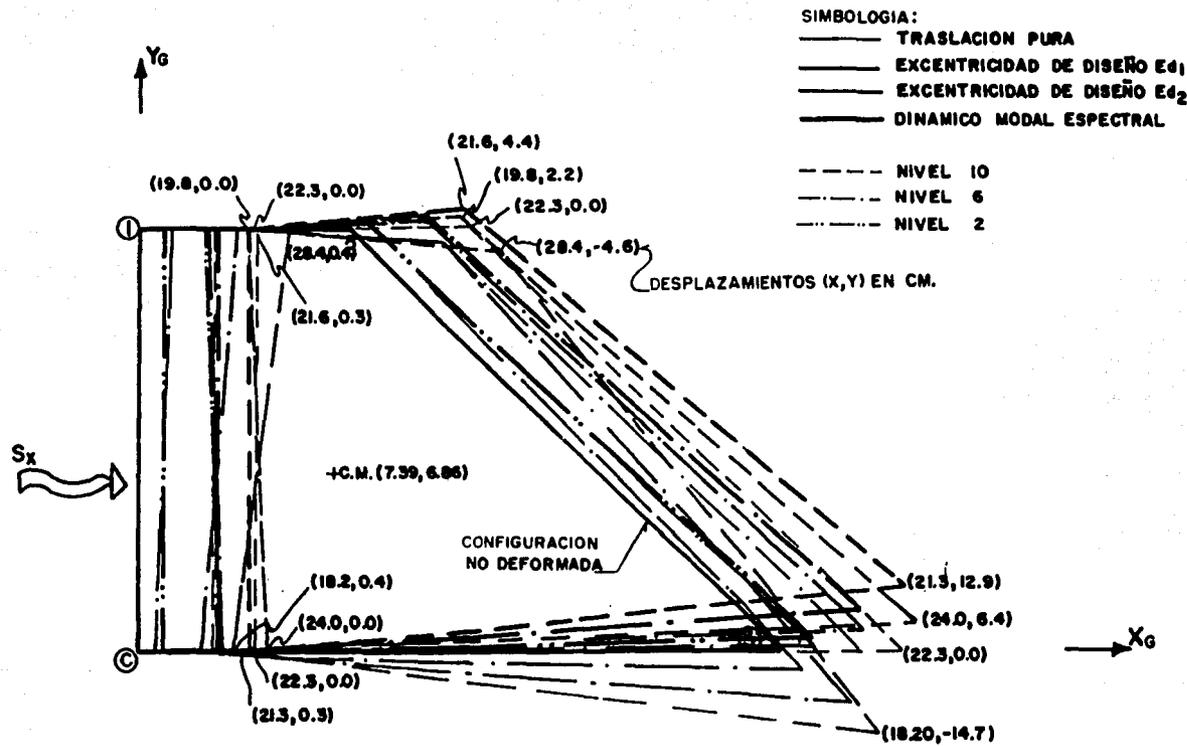
**FIG V.2 DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES MAXIMOS DE LA ESTRUCTURA EN PLANTA. NIVELES 2,5y8. SISMO EN LA DIRECCION Y. EDIFICIO CASO A.**



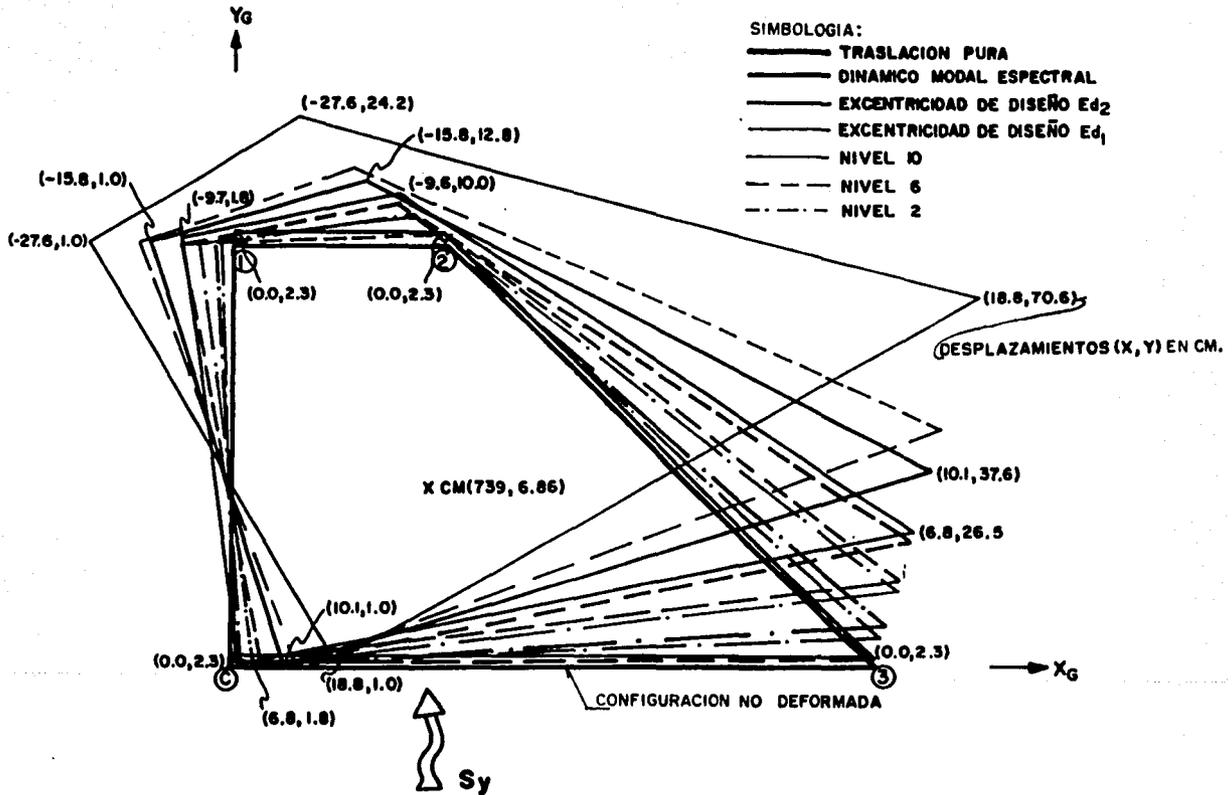
**FIG V.3 DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES MAXIMOS DE LA ESTRUCTURA EN PLANTA. NIVELES 2,5y8. SISMO EN LA DIRECCION X. EDIFICIO CASO B.**



**FIG V.4 DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES MAXIMOS DE LA ESTRUCTURA EN PLANTA. NIVELES 2,5y8. SISMO EN LA DIRECCION Y. EDIFICIO CASO B.**



**FIG V.5 DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES MAXIMOS DE LA ESTRUCTURA EN PLANTA. NIVELES 2, 6 y 10. SISMO EN LA DIRECCION X. EDIFICIO CASO C.**



**FIG V.6 DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES MAXIMOS DE LA ESTRUCTURA EN PLANTA. NIVELES 2,6 y 10. SISMO EN LA DIRECCION Y. EDIFICIO CASO C.**

SIMBOLOGIA:

— TRaslACION PURA

— EXCENTRICIDAD DE DISEÑO E<sub>d1</sub>

— EXCENTRICIDAD DE DISEÑO E<sub>d2</sub>

— DINAMICO MODAL ESPECTRAL (m<sub>1</sub>)

— NIVEL II

— NIVEL 9

— NIVEL 6

— NIVEL 2

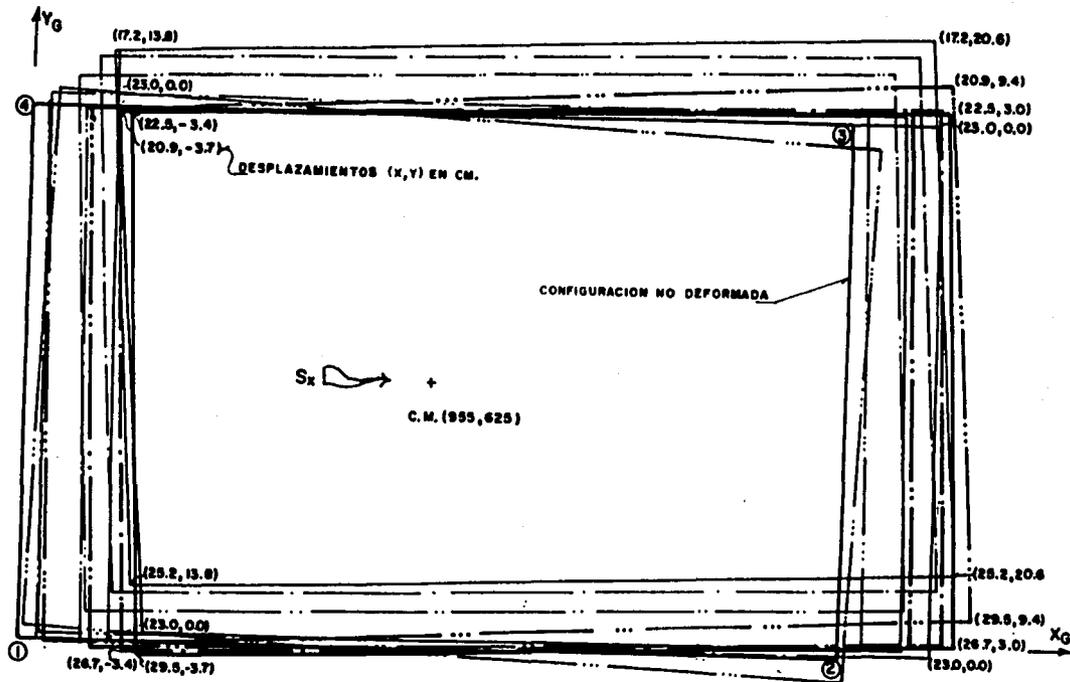
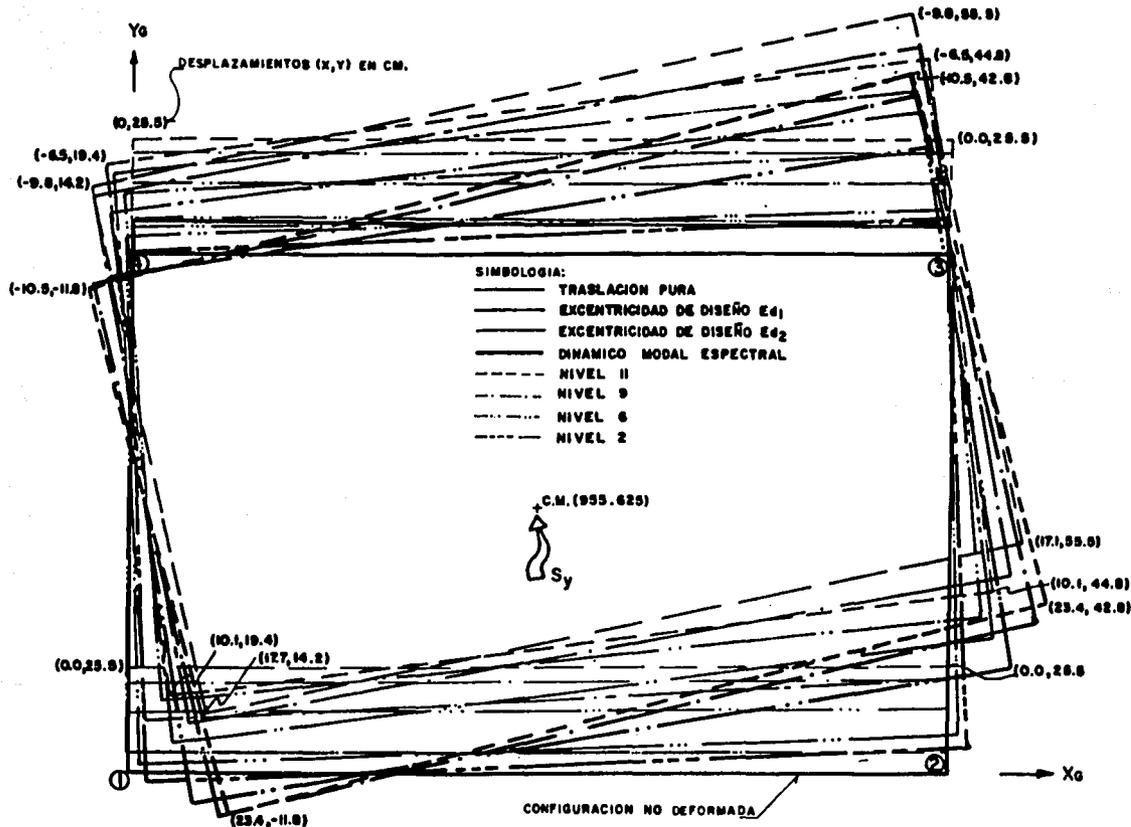


FIG V.7 DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES MAXIMOS DE LA ESTRUCTURA EN PLANTA. NIVELES 2,6,9yII. SISMO EN LA DIRECCION X. EDIFICIO VARSOVIA.



**FIG V.8 DESPLAZAMIENTOS HORIZONTALES MAXIMOS DE LA ESTRUCTURA EN PLANTA. NIVELES 2,6,9yII. SISMO EN LA DIRECCION Y. EDIFICIO VARSOVIA.**