

**METODO CUASIDINAMICO
PARA ANALISIS SISMICO
DE EDIFICIOS
CON COMPORTAMIENTO
ELASTICO**

G. RAFAEL ARANDA *
OCTAVIO A. RASCON *
ORLANDO J. DIAZ **

*** Investigador, Instituto de Ingeniería, UNAM**
**** Becario, Instituto de Ingeniería, UNAM**

RESUMEN

NOTACION

1.	INTRODUCCION	1
2.	METODO CUASIDINAMICO PARA ANALISIS SISMICO DE EDIFICIOS	4
2.1	<i>Modelo numérico estructural</i>	4
2.2	<i>Análisis sísmico cuasidinámico de edificios</i>	4
3.	ESTRUCTURAS ESTUDIADAS	8
3.1	<i>Resultados de los métodos estático y dinámico con los espectros plano e hiperbólico</i>	9
3.2	<i>Determinación del factor correctivo α</i>	10
3.3	<i>Ajuste del método cuasidinámico propuesto</i>	12
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	15
4.1	<i>Conclusiones</i>	15
4.2	<i>Recomendaciones</i>	16
5.	RECONOCIMIENTO	17
6.	REFERENCIAS	17
	TABLAS	19
	FIGURAS	39

ABSTRACT

A parametric study of the seismic response of buildings with height irregularities is presented; several mass and stiffness distributions of two groups of structure layouts, representative of coupled shear walls and rigid frames, are used. Linear elastic behavior is assumed and no soil-building interaction, nor in-plant torsion is considered.

A new simple procedure, named *quasidynamic method*, useful to evaluate the seismic response of such buildings is established. The method starts by assuming that the fundamental modal shape is given by the displacements produced by the seismic forces in each level computed by the static method; they are used to compute the fundamental period and the acceleration distribution in height.

A new set of seismic forces is then obtained, which leads to a new base shear force, which has to be amplified to get the *quasidynamic base shear force*. Such force is distributed using weighed factors which depend on the masses and displacements.

The seismic excitation is represented by the design spectra according to the Construction Regulations for the Federal District of Mexico. Besides, in order to study bounds of the seismic response, other two design spectra

are used; one of them is hyperbolic (exaggerates the influence of higher modes), and the other one is plane (constant acceleration).

The new method is simple to apply; its results are better than those obtained with the seismic static method of the Mexico City Seismic Code.

RESUMEN

Se estudia en forma paramétrica la respuesta sísmica de edificios regulares e irregulares en elevación que tienen comportamiento elástico lineal, tomando en cuenta distintas distribuciones de rigideces y masas con respecto a la altura. Se utilizan dos grupos de modelos matemáticos: uno es representativo de estructuras con comportamiento en flexión (muros acoplados) y el otro en cortante (marcos); en ambos casos se tiene simetría en planta y la sollicitación se considera en una sola dirección.

La acción sísmica se representa mediante los espectros de diseño establecidos en el actual Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal; también se emplean dos espectros adicionales, plano e hiperbólico, a fin de obtener casos extremos de respuesta estructural.

Se propone un método para calcular la respuesta sísmica de edificios, que mejora los valores obtenidos con el método estático del propio Reglamento, cuya formulación se basa parcialmente en resultados de estudios paramétricos.

El método supone que la configuración del primer modo de vibración de la estructura es igual a la de los desplazamientos producidos por fuerzas sísmicas calculadas con el método estático; estos últimos se utilizan para

estimar el periodo fundamental, y con él se determina la aceleración espectral correspondiente. A partir de esta última y de la configuración modal se obtiene una nueva distribución de fuerzas cortantes de entrepiso; la cortante basal así calculada se corrige para que se aproxime a la basal dinámica exacta, y luego se redistribuye a lo alto del edificio, tomando factores de ponderación que dependen del peso y del desplazamiento de cada masa.

Este método ha sido denominado *cuasidínámico*; su aplicación es sencilla y útil para las personas involucradas en el diseño sísmico de edificios.

NOTACION

$A(T_1)$	aceleración espectral de diseño para el modo fundamental
B	dimensión en planta del edificio en la dirección analizada
C_1	factor de participación aproximado del modo fundamental
c	coeficiente sísmico
F_i	fuerza sísmica que actúa en la masa i
F_i^*	fuerza lateral corregida, aplicada en la masa i
g	aceleración de la gravedad
H	altura total de la estructura
h_i	altura de la masa i
M_d	momento sísmico dinámico de volteo, calculado considerando todos los modos
M_e	momento sísmico estático de volteo
m_i	masa concentrada en el nivel i
n	número total de niveles donde están las masas concentradas
P_i	fuerza sísmica horizontal estática que actúa en la masa i
r	índice para definir entrepisos
T_1	periodo fundamental
\ddot{u}_i	aceleración de la masa i (excitación dinámica)
V_{d_r}	cortante sísmica dinámica de entrepiso, calculada con todos los modos
V_{d_0}	fuerza cortante basal, obtenida con el método dinámico
V_{d1_r}	cortante de entrepiso, calculada con el modo fundamental

V_0	cortante sísmica basal.
V_0^*	cortante basal corregida
V_{d1_0}	igual que V_{d_0} pero debida solo al primer modo
V_{e_r}	cortante sísmica estática de entrepiso
V_{e_0}	cortante sísmica estática basal
V_r	cortante sísmica de entrepiso sin corregir
V_r^*	cortante sísmica cuasidinámica de entrepiso
W_i	peso de la masa i
W_T	carga gravitacional total de la estructura
x_i	desplazamiento de la masa i , ocasionado por la fuerza P_i
Z	coordenada en dirección vertical
α	factor correctivo para cortante basal
ω_1	frecuencia circular fundamental de vibración

1. INTRODUCCION

La respuesta sísmica de edificios es sensible a la distribución de sus masas y rigideces con respecto a la altura; en este trabajo se considera que una estructura es irregular en elevación cuando sus masas y/o rigideces no se distribuyen de manera uniforme en todo lo alto.

En la mayoría de los reglamentos para diseño sísmico, el cálculo de fuerzas laterales mediante el método estático se hace sin tomar en cuenta la variación de rigideces con relación a la altura. Existe una propuesta de normas de diseño sísmico de edificios (ref 1), donde la influencia de la distribución irregular de masas y rigideces se toma en cuenta a través de métodos iterativos aproximados; así, las fuerzas laterales de diseño que actúan estáticamente, dependen de la configuración deformada del sistema. El resultado es una aproximación a un análisis dinámico elástico, basado en el modo fundamental, y se acepta mientras el cortante calculado en el segundo ciclo no difiera en más del treinta por ciento del obtenido en el primero; de lo contrario, deberá hacerse un análisis sísmico modal.

Algunos otros reglamentos, como el hindú (ref 2), exigen categóricamente realizar un análisis dinámico modal para las estructuras en cuestión.

En el actual Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (ref 3), no existe una diferencia de criterios para el análisis sísmico estático de edificios regulares o irregulares en elevación.

En la literatura aparecen trabajos acerca del comportamiento de estructuras irregulares en elevación, enfocados a conocer la respuesta ante fuerzas laterales determinadas estáticamente; la mayor parte de ellos solo trata irregularidades en rigidez. En la ref 4 se compara la respuesta sísmica de cuarenta y siete edificios, de acuerdo con el reglamento de la SEAOC* y las normas sísmicas vigentes en ese entonces (1965) para el Distrito Federal; las estructuras analizadas fueron exclusivamente de cortante e irregulares tanto en masa como en rigidez. Las conclusiones más relevantes fueron en el sentido de que el análisis dinámico conduce a una respuesta menor que la obtenida con cada una de esas normas, excepto para los edificios que tienen apéndices con reducciones bruscas de masa y rigidez.

Con el método desarrollado en la presente investigación solo se estudia la respuesta en el intervalo elástico de marcos (sistemas de cortante) y de muros acoplados (sistemas de flexión). Se considera simetría en planta y la excitación actuando en una sola dirección de interés. Es factible pensar que su aplicación a sistemas inelásticos será motivo de una generalización directa utilizando los espectros reducidos por ductilidad.

Para lograr amplitud en las conclusiones, se estudiaron los siguientes casos: edificios cuya planta tiene una reducción brusca en los pisos superiores o en el primer entrepiso; con el primer entrepiso más flexible que los superiores; con una variación lineal de rigidez a partir de la base o con un cambio brusco en los pisos superiores; con masas radicalmente mayores

* *Structural Engineers Association of California*

en determinados niveles, y masas con variación uniforme o lineal en la altura.

Para representar la sollicitación sísmica se eligieron los espectros de diseño del Reglamento del D F (ref 3); asimismo, con el objeto de adquirir sensibilidad sobre el comportamiento de la respuesta para casos excepcionales, se emplearon otros dos espectros de aceleraciones (fig 1), que pretenden ser representativos para estructuras apoyadas en suelo firme, sometidas a sismos de foco cercano (espectro hiperbólico) y para aquellas desplantadas en terreno de consistencia blanda, con ocurrencia de sismos con foco lejano (espectro plano) (ref 5). En el hiperbólico se trata, además, de exagerar la importancia de los modos superiores de vibrar, ya que el periodo donde se inicia la hipérbola es variable e igual a un décimo del periodo fundamental de cada estructura analizada.

En el cap 2 de este informe, se propone un método cuasidinámico para realizar el análisis sísmico de edificios irregulares en elevación, que también es adecuado para edificios regulares; este método se basa parcialmente en los resultados que se obtienen en el cap 3, los cuales sirvieron además para ajustarlo.

En el cap 3 se muestran las características de los edificios analizados y las correspondientes respuestas estructurales dinámica, estática y cuasidinámica, y en el cuarto capítulo se presentan las conclusiones relevantes.

2. METODO CUASIDINAMICO PARA ANALISIS SISMICO DE EDIFICIOS

2.1 Modelo numérico estructural

Suelen usarse dos tipos principales de estructuraciones para resistir fuerzas sísmicas laterales: marcos rígidos y muros acoplados. Ambos pueden tener distribución regular o irregular de rigideces en su elevación.

Los marcos rígidos más usuales se deforman de manera similar a las vigas de cortante, y su resistencia ante cargas laterales está condicionada a la continuidad de sus juntas.

En general, los muros de concreto reforzado se utilizan cuando los marcos resultan insuficientes para resistir fuerzas laterales. Si la estructura ción es sencilla y sin discontinuidades, su comportamiento se representa con una viga en voladizo y los elementos mecánicos pueden calcularse con la teoría clásica de flexión; en caso contrario, es necesario emplear planteamientos numéricos. Aquí se siguió el método de rigideces para calcular la respuesta estática, y el de masas concentradas (*lumped-mass method*) para la dinámica, con un programa de computadora (ref 6) adaptado en el Instituto de Ingeniería de la UNAM.

En las figs 2 y 3 se presentan los tipos de irregularidades en masa y rigidez considerados en esta investigación.

2.2 Análisis sísmico cuasidinámico de edificios

El método cuasidinámico que aquí se propone para calcular las fuerzas cortantes de entrepiso y momentos de volteo, parte del análisis sísmico estático convencional, el cual se modifica para asignar una distribución de aceleraciones más acorde con las que se obtendrían de un análisis dinámico. La modificación se basa parcialmente en los resultados de las estructuras estudiadas en el cap 3 de este informe.

Para aplicar el método se procede como sigue:

- a) Los edificios se consideran empotrados en su base y se analizan para resistir un conjunto de fuerzas sísmicas horizontales, las cuales se calculan como (art 240, ref 3):

$$P_i = \frac{W_i h_i}{\sum_{i=1}^n W_i h_i} c W_T \quad (1)$$

donde

c coeficiente sísmico

h_i altura de la masa i

n número de masas o niveles

P_i fuerza sísmica horizontal estática que actúa en la masa i

W_i peso de la masa i

W_T carga gravitacional total de la estructura

- b) Se obtienen los desplazamientos x_i que producen las fuerzas P_i en cada uno de los niveles, y con ellos se determina la aceleración para cada masa i, con la ecuación:

$$\ddot{u}_i = A(T_1) C_1 x_i \quad (2)$$

en la que

$$C_1 = \frac{\sum_{i=1}^n m_i x_i}{\sum_{i=1}^n m_i x_i^2} \quad (3)$$

donde

$A(T_1)$ aceleración espectral de diseño correspondiente al modo fundamental

C_1 factor de participación aproximado del modo fundamental

T_1 periodo fundamental

m_i masa concentrada en el nivel i

Al aplicar las ecs 2 y 3 se toman las x_i como aproximaciones de la forma característica del primer modo.

El periodo fundamental se puede estimar de manera aproximada como (ref 3)

$$T_1 = 6.3 \left(\frac{1}{g} \frac{\sum_{i=1}^n W_i x_i^2}{\sum_{i=1}^n P_i x_i} \right)^{1/2} \quad (4)$$

siendo g la aceleración de la gravedad.

Con el periodo fundamental se obtiene la ordenada espectral de aceleraciones $A(T_1)$, y con ella, el valor de la aceleración que se emplea en la ec 2.

Se calcula de nuevo la fuerza sísmica que actúa en cada masa, mediante

$$F_i = m_i \ddot{u}_i \quad (5)$$

A continuación, se evalúan las fuerzas cortantes para cada entrepiso r mediante la expresión

$$V_r = \sum_{i=r}^n F_i \quad (6)$$

donde el subíndice r indica que el nivel r está inmediatamente arriba del entrepiso r , siendo la base el nivel 0.

Las fuerzas cortantes, V_r , calculados de esa manera, se aproximan a las cortantes con que contribuye el modo fundamental en un análisis dinámico. Para obtener una distribución de fuerzas cortantes semejante a la que se tendría con la contribución de todos los modos (cortantes V_{d_r}), debe hacerse la corrección que a continuación se indica.

- d) Se multiplica por un factor correctivo, α , la cortante basal V_0 , calculada con la ec 6, para obtener una cortante basal corregida, V_0^* (esta será, generalmente, igual o mayor que la cortante dinámica basal V_{d_0} , que se consigue incorporando el efecto de todos los modos de vibrar, como se demuestra en el subcap 3.3)

$$V_0^* = \alpha V_0 \quad (7)$$

El factor correctivo α depende del tipo de suelo donde se vaya a desplantar la estructura y de la relación de cortantes basales V_0/V_{e_0} , con V_{e_0} igual a la cortante basal estática obtenida de las fuerzas calculadas con la ec 1. En el cap 3 se discuten los ajustes necesarios para calibrar ese factor y se presentan las ecuaciones para estimarlo (ecs 11 a 13).

- e) Se calculan las nuevas fuerzas laterales corregidas, F_i^* , aplicadas en cada masa, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$F_i^* = \frac{W_i x_i}{\sum_{i=1}^n W_i x_i} V_0^* \quad (8)$$

Esta ecuación es la que corresponde a la distribución, en todo lo alto del edificio, de una fuerza cortante basal corregida, V_0^* , para el caso en que esta fuera la respuesta sísmica de la estructura en su modo fundamental de vibración, ya que en tal situación las fuerzas de inercia, F_i^* , son proporcionales a las aceleraciones de las masas respectivas, es decir

$$F_i^* = (-\omega_1^2/g) W_i x_i$$

de donde

$$V_0^* = (-\omega_1^2/g) \sum_{i=1}^n W_i x_i$$

Despejando de ambas ecuaciones ω_1^2/g e igualando los resultados, se llega a la ec 8.

- f) Se obtienen los momentos de volteo a partir de las fuerzas cortantes de entrepiso, V_r^* , calculadas con las fuerzas F_i^* .

3. ESTRUCTURAS ESTUDIADAS

A fin de investigar el efecto de la distribución irregular de masas y rigideces en la respuesta sísmica de una estructura, se escogieron doce modelos representativos del comportamiento de muros acoplados (flexión) y trece modelos de marcos rígidos (cortante). Las respuestas que se analizaron fueron los cortantes de entrepiso y los momentos de volteo.

La respuesta dinámica, considerando todos los modos de vibración, se obtuvo con el criterio de la raíz cuadrada de la suma de cuadrados, por ser este el señalado en el Reglamento del Distrito Federal, aunque su validez para estructuras apoyadas en suelo blando amerita verificación.

Las estructuras analizadas tuvieron relaciones de aspecto, H/B , iguales a 1.2, 2, 3.6 y 4, siendo H la altura total y B la dimensión en planta del edificio en la dirección analizada. Los edificios de flexión fueron de 10 y 30 pisos (30 y 90 m de altura) para $H/B = 1.2$ y 3.6, respectivamente. Los de cortante fueron de 10 y 20 pisos (30 y 60 m de altura) para $H/B = 2$ y 4 correspondientemente. En las figs 2 y 3 se indica la variación de parámetros para los modelos empleados.

3.1 Resultados de los métodos estático y dinámico con los espectros plano e hiperbólico

En las tablas 1 y 2 se comparan los periodos calculados con la ec 4 y con los valores exactos. Se observa que los resultados de la ec 4 son satisfactorios para todos los edificios irregulares que se analizaron.

En las figs 4 a 17 se muestra la variación con la altura de los cortantes de entrepiso y momentos de volteo, utilizando los espectros plano e hiperbólico (fig 1). En el eje horizontal aparecen las relaciones V_d/V_e y M_d/M_e donde V_d y M_d son la fuerza cortante y el momento de volteo obtenidos con el método dinámico e incorporando el efecto de todos los modos (resultado "exacto"); V_e y M_e son los mismos elementos mecánicos pero obtenidos con el método estático. En el eje vertical se presenta la relación de una altura Z a la altura total H . Los resultados corresponden a relaciones de aspecto $H/B = 1.2$ y 2 .

En las figs 4 a 7 aparecen las respuestas de las estructuras de flexión analizadas con espectro plano. Se observa que el resultado estático es bastante mayor que el exacto, excepto en el último entrepiso para $K_F = 2$ con $M_F = 1$, $M_F = 2$ y $M_F = 3$, y los casos $K_F = 3$ y $K_F = 4$ con $M_F = 2$. En estos últimos, la mayor diferencia ascendió a 40 por ciento cuando la masa y rigidez variaron linealmente con la altura.

Las figs 8 a 11 ilustran los valores de las estructuras de flexión con espectro hiperbólico. En todas se observa que el método estático subestima notablemente el resultado, ya que se alcanzan diferencias hasta de 550 por ciento con la respuesta exacta en la parte superior del edificio.

En las figs 12 a 14 se presentan los resultados de las estructuras de corte con espectro plano. Se advierte que el método estático sobrestima la respuesta a todo lo alto de la estructura. Para el caso $K_C = 3$ con $M_C = 3$ se obtiene que V_d/V_e en la base es aproximadamente igual a 0.55 (fig 14).

Por lo contrario, en las figs 15 a 17 se observa que si el espectro es hiperbólico, el método estático subestima notablemente la respuesta en varios entresijos. Para el caso $K_c = 2$ con $M_c = 3$ se alcanzan valores de V_{d_r}/V_{e_r} , en el entresijo superior, hasta de 2.95 (fig 16).

3.2 Determinación del factor correctivo α

El factor α se define como

$$\alpha = V_{d_0}/V_{d1_0} \quad (9)$$

donde

V_{d_0} fuerza cortante basal, obtenida con el método dinámico, utilizando la contribución de todos los modos

V_{d1_0} igual que V_{d_0} , pero empleando solo la contribución del primer modo

De la ec 9 se deduce que, conocidos α y V_{d1_0} , la fuerza cortante exacta se calcula como

$$V_{d_0} = \alpha V_{d1_0} \quad (10)$$

Puesto que para conocer V_{d1_0} se necesitaría obtener el valor exacto del periodo fundamental, T_1 , y su respectivo vector modal, se decidió investigar qué relación hay entre las fuerzas cortantes V_0 y V_{d1_0} . Para ello se calcularon los cocientes V_0/V_{d1_0} y se relacionaron con V_{d_0} ; en la fig 18 aparecen los correspondientes a muros acoplados con relación de aspecto $H/B = 1.2$ y marcos con $H/B = 2.0$; en dicha figura se observa que solo cinco puntos tienen de ordenada 0.99 (menor de 1), que para todo V_{d_0} el valor del citado cociente se aparta muy poco de la unidad, con un máximo de 5 por ciento, y que el promedio de V_0/V_{d1_0} es 1.03. Para $H/B = 3.6$ y 4, el promedio de V_0/V_{d1_0} también fue 1.03 y solo diez de esos valores fueron menores o iguales a 0.99.

Por lo anterior, en la mayor parte de los casos resulta ligeramente conservador sustituir V_{d1_0} por V_0 en la ec 10, con lo qual $V_{d_0} \doteq \alpha V_0 = V_0^*$, y con ello se justifica la ec 7.

Por otra parte, la fig 19 muestra el factor correctivo, α , en función del cociente de las fuerzas cortantes basales, V_0/V_{e_0} , que se obtienen con la ec 6 y el método estático, respectivamente. Se observa que el comportamiento de α es muy diferente cuando se usa el espectro plano o el hiperbólico, en este caso llegan a presentarse valores de $\alpha = 12.5$.

Debido a la incompatibilidad de los resultados anteriores, en el presente trabajo se decidió no estudiar la respuesta cuasidinámica con estos espectros; solo se proponen relaciones de α para los espectros de diseño correspondientes a cada tipo de suelo especificado en la zonificación del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

En las figs 20 a 22 se presentan los resultados del factor α para cada espectro de diseño. Por la tendencia observada, se decidió ajustar una curva envolvente de los resultados, cuyas ecuaciones son:

Para suelo firme (zona I):

$$\alpha = (V_0/V_{e_0})^{-0.28}; 0.2 \leq V_0/V_{e_0} \leq 1.0 \quad (11)$$

Para suelo de transición (zona II):

$$\alpha = (V_0/V_{e_0})^{-0.19}; 0.2 \leq V_0/V_{e_0} \leq 1.0 \quad (12)$$

Para suelo compresible (zona III):

$$\alpha = (V_0/V_{e_0})^{-0.20}; 0.2 < V_0/V_{e_0} < 1.0 \quad (13)$$

Aunque el ajuste pudo haberse hecho para que envolviera a todos los puntos de cada caso, se decidió dejar fuera ocho (dos en terreno firme, tres en el de transición y tres en el compresible) correspondientes a estructuras de flexión, porque seis de ellos tuvieron valores de V_0/V_{e_0} menores de 0.2, y respecto a los otros dos, se consideró preferible no exagerar los valores de α para no sobrestimar demasiado la respuesta. Puede apreciarse que las curvas así ajustadas cubren la mayoría de las estructuras.

Por tanto, en los casos excepcionales en que se obtenga $V_0/V_{e_0} < 0.2$, se recomienda realizar el análisis sísmico con el método dinámico.

Con objeto de verificar si las curvas para calcular α (figs 20 a 22) cubren adecuadamente los casos prácticos, se realizaron los análisis estático y dinámico de las estructuras reales estudiadas en la ref 3, que corresponden a edificios irregulares de las ciudades de México y San Francisco. Los respectivos valores de $\alpha = V_d/V_0$, anotados en las figuras mencionadas, en todos los casos se encuentran debajo de las curvas envolventes que se proponen en el presente trabajo (ecs 11 a 13), por lo cual se considera que estas son satisfactorias.

3.3 Ajuste del método cuasidinámico propuesto

A fin de ajustar el método cuasidinámico que aquí se propone, se analizaron edificios con las siguientes relaciones de aspecto: 1.2, 2, 3.6 y 4. Para las dos primeras, todas las estructuras tuvieron 30 m de altura con 10 pisos; las de $H/B = 3.6$ fueron de flexión, con altura de 90 m con 30 pisos, y las de $H/B = 4$ fueron de cortante, con 60 m de altura y 20 pisos.

En las tablas 3 a 16 se comparan, a todo lo alto del edificio, las fuerzas cortantes, V_r^* , obtenidas a través del método cuasidinámico, con las del método estático, V_e , y las del dinámico, incorporando la contribución de todos los modos, V_d^r . En la primera columna de cada tabla se tiene la relación de una altura Z a la altura total, H .

Al comparar los cortantes se observa que el método cuasidinámico, propuesto en este trabajo, se aproxima (por exceso) al dinámico mucho mejor que el estático. Sin embargo, en algunos casos y especialmente en la parte superior de la estructura, se subestima la respuesta, aunque en poco grado. Así, para los edificios de flexión con $H/B = 1.2$, de las 480 comparaciones hechas, solo en siete casos sucedió esto; en dos de ellos, el error de subestimación estuvo entre 10 y 20 por ciento, en uno en 6 por ciento, y en cuatro en menos de 5 por ciento (tabla 17). Para los edificios de cortante con $H/B = 2$, de las 520 comparaciones se tuvieron treinta y tres casos: en veintiocho se subestimó en menos de 5 por ciento, en cuatro entre 5 y 10 por ciento, y en uno en 12.69 por ciento (tabla 18).

Para las estructuras de flexión con $H/B = 3.6$, y de cortante con $H/B = 4$, de las 1 100 comparaciones en 165 se subestimó la respuesta con respecto a la dinámica; en 36 de ellas el método cuasidinámico no era aplicable por tener $V_0/V_{e_0} < 0.2$. La subestimación de los resultados fue como sigue: en cincuenta y cuatro casos por abajo de 5 por ciento; en treinta y cinco entre 5 y 10 por ciento; en cuarenta y seis entre 10 y 20 por ciento; en dieciseis entre 20 y 30 por ciento; en diez entre 30 y 40 por ciento, y en cuatro entre 40 y 50 por ciento (el mayor fue de 48.7 por ciento). Debe clararse que para $H/B = 3.6$ la comparación se hizo cada tres entrepisos, y para $H/B = 4$, cada dos. En las tablas 17 y 18 se muestran estas relaciones y se indica el tamaño de la muestra de los valores comparados.

El error de subestimación, como porcentaje de la cortante basal cuasidinámica, V_0^* , para las estructuras de flexión con $H/B = 1.2$, solo en un caso excedió de 2 por ciento (2.95 por ciento). Para $H/B = 3.6$ los resultados fueron los siguientes: en diecinueve casos rebasó el 10 por ciento; en diez estuvo entre 5 y 10 por ciento; en veintitrés entre 2 y 5 por ciento, y en cincuenta y cuatro fue menos del 2 por ciento (tabla 19). Para las estructuras de cortante con $H/B = 2$, la subestimación de la respuesta con respecto a la basal cuasidinámica solamente en un caso superó al 2 por ciento (2.61 por ciento). Para $H/B = 4$ se obtuvo lo siguiente: en diez casos se subestimó entre 2 y 5 por ciento, y en cuarenta y nueve en menos de 2 por ciento (tabla 27).

En la tabla 17 se hace también una separación de los errores en defecto que corresponden a estructuras donde la relación V_0/V_{e_0} fue menor de 0.2, en cuyo caso (subcap 3.3) se deberá hacer un análisis dinámico, ya que el cuasidínámico no es aplicable. En esa misma tabla puede apreciarse la influencia tan importante que tiene la relación de aspecto. Por lo general, en las estructuras con V_0/V_{e_0} mayor de 0.2 el error se presentó en los entrepisos superiores; de los 70 casos estudiados solo en siete ocurrió en los inferiores, cuatro de los cuales fueron menores del 10 por ciento, y tres entre 10 y 20 por ciento.

En tres de los siete casos antes mencionados, la subestimación fue inferior al 5 por ciento de la fuerza cortante basal; en uno estuvo entre 5 y 10 por ciento, y en los tres restantes fue superior al 10 por ciento (el caso extremo es de 22.92 por ciento para los basales en el modelo $K_F - 3$ con $M_F - 2$ en terreno de transición).

Vale la pena resaltar que en el caso de la estructuración uniforme sin irregularidades ($K_F - 1$, $M_F - 1$) con relación $H/B = 1.2$, los resultados del método cuasidínámico fueron semejantes a los del dinámico; las fuerzas cortantes basales se sobrestimaron tan solo en 11, 10, 7 y 16 por ciento para espectro plano, terreno firme, de transición y compresible, respectivamente. Estos errores son pequeños en comparación con los de sobrestimación del estático, que ascienden a 40, 46, 47 y 93 por ciento. En este mismo modelo pero con $H/B = 3.6$, la sobrestimación de los cortantes basales fue de 15, 18, 8 y 6 por ciento para los espectros plano, firme, de transición y compresible; y los errores del método estático correspondientes fueron 47, 170, 203 y 52 por ciento.

De las comparaciones que se hicieron para edificios de cortante (520 para $H/B = 2$ y 572 para $H/B = 4$), solo 92 tuvieron resultados menores con el método cuasidínámico; todos ocurrieron en los entrepisos superiores. Los errores (en defecto) se incluyen en la tabla 18; tres de ellos (tabla 20) rebasaron el 3 por ciento de la fuerza cortante basal (3.05, 3.19 y 3.90 por ciento).

Puesto que los momentos de volteo se calculan directamente con las fuerzas cortantes, se puede deducir que estos seguirán los mismos lineamientos que aquellas, motivo por el cual se consideró innecesario incluir en este informe tablas o figuras con resultados de dichos momentos.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

En este estudio sobre la respuesta sísmica de edificios irregulares en elevación, se supuso excitación unidireccional y que las estructuras se comportan elásticamente, sin torsiones y sin interacción dinámica suelo-estructura; la respuesta con el método dinámico se obtuvo mediante el criterio de la raíz cuadrada de la suma de cuadrados.

Se analizaron estructuras de flexión y de cortante con irregularidades extremas para fundamentar, por una parte, y ajustar, por otra, el método cuasidinámico que se desarrolló en esta investigación. Para todas las estructuras estudiadas se comprobó que la ecuación establecida en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal para estimar el periodo fundamental (ec 4), da resultados satisfactorios.

Los valores del factor correctivo α que se obtuvieron utilizando los espectros plano e hiperbólico fueron incompatibles entre sí, ya que con este último se exagera la contribución de los modos superiores de vibrar; por ello no sirvieron para obtener conclusiones generales. Entonces, se plantearon ecuaciones particulares para calcular los valores de α , una para cada tipo de suelo, utilizando los respectivos espectros de diseño del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

En las comparaciones que se hicieron de las distribuciones de fuerza cortante, se tomó como base la respuesta dinámica obtenida involucrando todos los modos de vibración de la estructura. Las conclusiones más relevantes fueron:

- a) El método cuasidinámico da resultados mejores que los del estático.
- b) El error que se comete con el método cuasidinámico es del lado conservador en la mayoría de los casos (el método estático sobrestima exageradamente la respuesta). Los errores del lado de la inseguridad son de magnitud pequeña en casi todos los casos; para subsãnar los, se podría optar por concentrar, en el nivel superior, una fuerza sísmica adicional del orden del 5 por ciento de la fuerza cortante basal cuasidinámica, con lo cual se cubriría la mayoría de los casos prácticos, y recalcular las fuerzas cortantes. Esto se deberá estudiar con mayor detalle al incluir el comportamiento inelástico de las estructuras
- c) El método cuasidinámico es aplicable si, para la estructura que se requiere analizar, la relación V_0/V_{e_0} está en el intervalo $0.2 \leq V_0/V_{e_0} \leq 1.0$; este abarca la mayoría de casos reales. En las situaciones excepcionales donde esto no se cumpla, se recomienda hacer el análisis utilizando el método dinámico.
- d) El método cuasidinámico no solo es aplicable a las estructuras irregulares en elevación, sino también a las regulares.
- e) El método cuasidinámico es práctico y de sencillo manejo para los despachos de cálculo; su parte más complicada es un simple análisis estructural con cargas horizontales estáticas, para estimar los desplazamientos que se emplean en las ecs 2 a 4.

4.2 Recomendaciones

Dado que el método cuasidinámico que se propone en este trabajo resulta práctico y tiene validez para estructuras de comportamiento elástico lineal (regulares o irregulares en elevación), se sugiere continuar los estudios para tomar en cuenta el comportamiento inelástico, en términos de los factores de ductilidad que se especifican en el actual Reglamento de Construcu

ciones para el Distrito Federal, y cuantificar las demandas de ductilidad en los miembros estructurales. Una vez realizado lo primero, podrá discutirse la conveniencia de incorporar el método cuasidinámico al reglamento mencionado.

5. RECONOCIMIENTO

Los autores expresan su reconocimiento a la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, del Departamento del Distrito Federal, por el patrocinio recibido para realizar esta investigación; asimismo, se agradecen los valiosos comentarios y sugerencias de Luis Esteva, Arturo Arias, Enrique Bazán y Roberto Villaverde.

6. REFERENCIAS

1. "Tentative provisions for the development of seismic regulations for buildings", *Applied Technology Council, ATC3-06* (1978)
2. "Indian Standard IS: 1893-1975, Criteria for earthquake resistant design of structures (third edition)", *Earthquake Resistant Regulations. A World List, Compiled by the International Association for Earthquake Engineering, Japón* (1980)
3. "Manual de diseño por sismo. Según el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal", *Instituto de Ingeniería, UNAM, 406, México* (1977)
4. Bustamante, J I, "Seismic shears and overturning moments in buildings", *Procs of the Third World Conference on Earthquake Engineering, Vol III, Nueva Zelanda* (1965), 144-160
5. Newmark, N M, y Rosenblueth, E, *Fundamentals of earthquake engineering*, Prentice-Hall Inc, Nueva Jersey (1971)
6. Aranda, G R, y Díaz, O J, "ASSDDO-TABS: Programa para análisis sísmico simultáneo en dos direcciones ortogonales", *Informe de Investigación, Instituto de Ingeniería, UNAM* (1980)

TABLA 1. VALORES DE PERIODOS PARA MUROS ACOPLADOS

Rigidez	Masas	Relación H/B = 2		Relación H/B = 4	
		T ₁ (exacto) seg	T ₁ (ec 4) seg	T ₁ (exacto) seg	T ₁ (ec 4) seg
K _F - 1	M _F - 1	0.543	0.572	3.368	3.376
	M _F - 2	0.283	0.296	1.793	1.797
	M _F - 3	0.399	0.419	2.462	2.462
K _F - 2	M _F - 1	0.889	0.886	5.826	5.828
	M _F - 2	0.402	0.400	2.884	2.882
	M _F - 3	0.635	0.631	4.177	4.172
K _F - 3	M _F - 1	2.100	2.091	8.344	8.326
	M _F - 2	0.908	0.895	3.885	3.830
	M _F - 3	1.485	1.475	5.905	5.861
K _F - 4	M _F - 1	0.649	0.649	4.116	4.121
	M _F - 2	0.314	0.314	2.103	2.105
	M _F - 3	0.468	0.467	2.974	2.975

TABLA 2. VALORES DE PERIODOS PARA MARCOS

Rigidez	Masas	Relación H/B = 2		Relación H/B = 4	
		T ₁ (exacto) seg	T ₁ (ec 4) seg	T ₁ (exacto) seg	T ₁ (ec 4) seg
K _C - 1	M _C - 2	2.070	2.069	4.136	4.146
	M _C - 3	2.172	2.169	4.161	4.171
	M _C - 4	2.378	2.377	4.437	4.447
	M _C - 5	2.689	2.689	4.920	4.933
K _C - 2	M _C - 2	3.031	3.031	7.323	7.343
	M _C - 3	3.034	3.034	7.323	7.343
	M _C - 4	3.385	3.385	7.751	7.772
	M _C - 5	4.337	4.345	9.103	9.127
K _C - 3	M _C - 1	1.257	1.253	2.727	2.726
	M _C - 2	2.050	2.047	4.487	4.488
	M _C - 3	2.091	2.407	4.487	4.488
	M _C - 4	2.197	2.193	4.606	4.606
	M _C - 5	3.179	3.175	5.975	5.977

TABLA 3. COMPARACION DE FUERZAS CORTANTES DE ENTREPISO, EN TON, OBTENIDAS CON EL METODO CUASIDINAMICO, CON EL DINAMICO Y CON EL ESTATICO, PARA ESTRUCTURAS CON H/B = 1.2

MODELO	TERRENO FIRME			TERRENO DE TRANSICION			TERRENO COMPRESIBLE			
	z/H	v_r^*	v_{dr}	v_{er}	v_r^*	v_{dr}	v_{er}	v_r^*	v_{dr}	v_{er}
K _F -1 M _F -1	1.0	25.62	23.50	30.32	30.90	29.12	37.90	30.70	26.74	45.48
	0.9	47.94	43.55	57.20	57.83	54.13	71.51	57.46	49.53	85.81
	0.8	66.93	60.34	80.71	80.75	75.20	100.89	80.23	68.66	121.07
	0.7	82.61	74.11	100.90	99.66	92.55	126.12	99.03	84.38	151.35
	0.6	95.07	85.12	117.83	114.71	106.39	147.29	113.96	96.95	176.74
	0.5	104.45	93.61	131.58	126.02	116.98	164.48	125.21	106.61	197.37
	0.4	111.03	99.79	142.25	133.96	124.59	177.81	133.09	113.61	213.37
	0.3	115.14	103.90	149.93	138.92	129.54	187.41	138.02	118.23	224.89
	0.2	117.26	106.19	154.77	141.48	132.25	193.46	140.57	120.80	232.15
	0.1	117.98	107.06	156.96	142.34	133.24	196.20	141.42	121.78	235.44
K _F -1 M _F -2	1.0	3.41	2.95	3.92	3.01	2.64	4.91	2.97	2.55	5.89
	0.9	9.41	8.07	10.99	8.32	7.16	13.73	8.18	6.85	16.48
	0.8	17.17	14.56	20.40	15.18	12.83	25.51	14.93	12.16	30.61
	0.7	25.87	21.72	31.39	22.87	19.02	39.24	22.50	17.87	47.09
	0.6	34.69	28.91	43.16	30.65	25.21	53.96	30.17	23.57	64.75
	0.5	42.82	35.60	54.94	37.84	30.98	68.67	37.24	28.89	82.40
	0.4	49.64	41.32	65.92	43.87	35.97	82.40	43.17	33.58	98.88
	0.3	54.66	45.72	75.34	48.30	39.91	94.18	47.54	37.37	113.01
	0.2	57.69	48.57	82.40	50.98	42.57	103.01	50.18	40.05	123.61
	0.1	58.87	49.84	86.33	52.02	43.83	107.91	51.21	41.41	129.49
K _F -1 M _F -3	1.0	14.66	13.12	16.81	15.71	13.82	21.01	14.84	12.48	25.22
	0.9	27.46	24.36	31.94	29.43	25.65	39.93	27.79	23.03	47.91
	0.8	38.39	33.78	45.39	41.13	35.57	56.74	38.85	31.80	68.09
	0.7	47.46	41.51	57.16	50.86	43.71	71.46	48.03	38.96	85.75
	0.6	54.72	47.65	67.26	58.63	50.20	84.07	55.37	44.65	100.89
	0.5	65.79	57.18	84.07	70.49	60.24	105.08	66.56	53.53	126.10
	0.4	73.61	64.23	97.52	78.86	67.65	121.90	74.49	60.23	146.28
	0.3	78.58	69.00	107.61	84.19	72.65	134.51	79.51	64.86	161.42
	0.2	81.19	71.73	114.35	86.98	75.52	142.93	82.14	67.62	171.52
	0.1	82.06	72.80	117.72	87.92	76.55	147.15	83.04	68.78	176.58

TABLA 4. COMPARACION DE FUERZAS CORTANTES DE ENTREPISO, EN TON, OBTENIDAS CON EL METODO CUASIDINAMICO, CON EL DINAMICO Y CON EL ESTATICO, PARA ESTRUCTURAS CON H/B = 1.2

MODELO	TERRENO FIRME			TERRENO DE TRANSICION			TERRENO COMPRESIBLE			
	Z/H	v_r^*	v_{d_r}	v_{e_r}	v_r^*	v_{d_r}	v_{e_r}	v_r^*	v_{d_r}	v_{e_r}
K _F -2 M _F -1	1.0	28.49	27.38	30.32	34.93	33.52	37.90	42.17	39.11	45.48
	0.9	49.67	41.89	57.20	60.90	54.25	71.51	73.51	64.71	85.81
	0.8	65.21	52.87	80.71	79.96	69.42	100.89	96.53	83.23	121.07
	0.7	76.42	61.60	100.90	93.70	80.69	126.12	113.10	96.65	151.35
	0.6	84.26	68.48	117.83	103.30	88.95	147.29	124.72	106.21	176.74
	0.5	89.52	73.69	131.58	109.76	94.80	164.48	132.50	112.80	197.37
	0.4	92.82	77.35	142.25	113.81	98.71	177.81	137.39	117.11	213.87
	0.3	94.69	79.70	149.93	116.10	101.11	187.41	140.16	119.69	224.89
	0.2	95.51	80.97	154.77	117.18	102.36	193.46	141.47	121.01	232.15
0.1	95.86	81.44	156.96	117.53	102.82	196.20	141.88	121.48	235.44	
K _F -2 M _F -2	1.0	3.94	4.13	3.92	4.01	4.27	4.91	3.81	3.99	5.89
	0.9	10.47	9.44	10.99	10.68	9.89	13.73	10.16	8.95	16.48
	0.8	18.28	15.30	20.40	18.64	16.16	25.51	17.74	14.45	30.61
	0.7	26.16	21.14	31.39	26.67	22.40	39.24	25.38	19.93	47.09
	0.6	33.20	26.52	43.16	33.84	28.11	53.96	32.20	25.00	64.75
	0.5	39.09	31.18	54.94	39.86	32.99	68.67	37.92	29.37	82.40
	0.4	43.95	34.89	65.92	44.81	36.83	82.40	42.64	32.89	98.88
	0.3	47.44	37.56	75.34	48.37	39.58	94.18	46.02	35.47	113.01
	0.2	49.49	39.19	82.40	50.46	41.25	103.01	48.02	37.13	123.61
0.1	50.28	39.89	86.33	51.26	41.98	107.91	48.78	37.91	129.49	
K _F -2 M _F -3	1.0	17.02	15.66	16.81	19.80	18.39	21.01	20.86	18.53	25.22
	0.9	29.79	24.23	31.94	34.67	29.77	39.93	36.52	30.16	47.91
	0.8	39.27	30.57	45.39	45.70	38.08	56.74	48.14	38.65	68.09
	0.7	46.18	35.49	57.16	53.75	44.23	71.46	56.61	44.89	85.75
	0.6	51.10	39.27	67.26	59.45	48.71	84.07	62.63	49.40	100.89
	0.5	57.80	45.14	84.07	67.26	55.21	105.08	70.84	55.89	126.10
	0.4	62.00	49.53	97.52	72.24	59.76	121.90	76.10	60.41	146.28
	0.3	64.54	52.43	107.61	75.10	62.64	134.51	79.11	63.27	161.42
	0.2	65.73	54.05	114.35	76.48	64.21	142.93	80.57	64.85	171.52
0.1	66.11	54.67	117.72	76.93	64.80	147.15	81.04	65.48	176.58	

TABLA 5. COMPARACION DE FUERZAS CORTANTES DE ENTREPISO, EN TON, OBTENIDAS CON EL METODO CUASIDINAMICO, CON EL DINAMICO Y CON EL ESTATICO, PARA ESTRUCTURAS CON H/B = 1.2

MODELO	TERRENO FIRME			TERRENO DE TRANSICION			TERRENO COMPRESIBLE			
	Z/H	V _r *	V _{d_r}	V _{e_r}	V _r *	V _{d_r}	V _{e_r}	V _r *	V _{d_r}	V _{e_r}
K _F -3 M _F -1	1.0	19.32	17.12	30.32	30.71	28.62	37.90	38.10	33.92	45.48
	0.9	35.35	25.44	57.20	36.20	48.01	71.51	69.71	58.74	85.81
	0.8	47.25	32.26	80.71	75.10	62.31	100.89	93.16	76.91	121.07
	0.7	54.40	37.24	100.90	86.47	71.79	126.12	107.26	88.32	151.35
	0.6	57.09	40.77	117.83	90.76	76.30	147.79	112.58	93.19	176.74
	0.5	57.47	42.73	131.58	91.37	77.59	164.48	113.33	94.36	197.37
	0.4	57.75	45.18	142.25	91.80	79.03	177.81	113.87	95.60	213.37
	0.3	57.92	47.24	149.93	92.08	80.21	187.41	114.21	96.60	224.89
	0.2	58.02	48.65	154.77	92.23	81.05	193.46	114.39	97.34	232.15
0.1	58.05	49.34	156.96	92.28	81.48	196.20	114.46	97.76	235.44	
K _F -3 M _F -2	1.0	3.72	3.61	3.92	4.27	4.04	4.91	5.20	4.54	5.89
	0.9	10.16	7.60	10.99	11.64	9.34	13.73	14.17	10.92	16.48
	0.8	17.70	11.59	20.40	20.28	15.16	25.51	24.68	18.09	30.61
	0.7	24.14	15.41	31.39	27.66	20.22	39.24	33.67	24.17	47.09
	0.6	27.45	18.19	43.16	31.47	23.18	53.96	38.28	27.44	64.75
	0.5	28.18	19.86	54.94	32.30	24.52	68.67	39.30	28.72	82.40
	0.4	28.81	22.22	65.92	33.02	26.39	82.40	40.18	30.46	98.88
	0.3	29.28	24.45	75.34	33.56	28.17	94.18	40.83	32.08	113.01
	0.2	29.57	26.16	82.40	33.88	29.62	103.01	41.23	33.47	123.61
0.1	29.68	27.13	86.33	34.02	30.53	107.91	41.40	34.44	129.49	
K _F -3 M _F -3	1.0	12.36	10.34	16.81	17.30	15.01	21.01	20.93	17.26	25.22
	0.9	22.62	15.21	31.94	31.67	24.96	39.93	38.30	29.64	47.91
	0.8	30.25	19.57	45.39	42.35	32.62	56.74	51.21	39.04	68.09
	0.7	34.85	22.42	57.16	48.79	37.40	71.46	59.01	44.66	85.75
	0.6	36.62	24.56	67.26	51.25	39.79	84.07	61.99	47.16	100.89
	0.5	37.18	27.72	84.07	52.04	41.86	105.08	62.94	48.99	126.10
	0.4	37.59	31.71	97.52	52.62	44.42	121.90	63.63	51.21	146.28
	0.3	37.85	34.94	107.61	53.00	46.56	134.51	64.08	53.05	161.42
	0.2	38.00	37.06	114.35	53.19	48.06	142.93	64.33	54.40	171.52
0.1	38.05	38.05	117.72	53.26	48.83	147.15	64.42	55.16	176.58	

TABLA 6. COMPARACION DE FUERZAS CORTANTES DE ENTREPISO, EN TON, OBTENIDAS CON EL METODO CUASIDINAMICO, CON EL DINAMICO Y CON EL ESTATICO, PARA ESTRUCTURAS CON H/B = 1.2

MODELO	TERRENO FIRME			TERRENO DE TRANSICION			TERRENO COMPRESIBLE			
	Z/H	v_r^*	v_{dr}	v_{er}	v_r^*	v_{dr}	v_{er}	v_r^*	v_{dr}	v_{er}
K _F -4 M _F -1	1.0	27.45	25.21	30.32	32.77	30.79	37.90	34.99	31.69	45.48
	0.9	50.25	44.71	57.20	59.99	55.19	71.51	64.06	56.81	85.81
	0.8	68.40	59.45	80.71	81.66	73.99	100.89	87.20	76.21	121.07
	0.7	82.12	70.44	100.90	98.04	88.01	126.12	104.68	90.69	151.35
	0.6	91.93	78.63	117.83	109.74	98.16	147.29	117.18	101.15	176.74
	0.5	98.77	84.85	131.58	117.92	105.54	164.48	125.91	108.70	197.37
	0.4	103.59	89.61	142.25	123.67	110.98	177.81	132.04	114.26	213.37
	0.3	106.62	92.85	149.93	127.29	114.58	187.41	135.91	117.93	224.89
	0.2	108.19	94.70	154.77	129.17	116.57	193.46	137.92	119.96	232.15
0.1	108.72	95.40	156.96	129.79	117.30	196.20	138.59	120.73	235.44	
K _F -4 M _F -2	1.0	3.78	3.50	3.92	3.40	3.21	4.91	3.32	3.07	5.89
	0.9	10.24	9.16	10.99	9.19	8.29	13.73	8.98	7.81	16.48
	0.8	18.26	15.80	20.40	16.39	14.17	25.51	16.02	13.18	30.61
	0.7	26.72	22.52	31.39	23.97	20.10	39.24	23.45	18.56	47.09
	0.6	34.69	28.76	43.16	31.13	25.62	53.96	30.45	23.58	64.75
	0.5	41.67	34.27	54.94	37.39	30.54	68.67	36.57	28.11	82.40
	0.4	47.53	39.07	65.92	42.65	34.86	82.40	41.70	32.16	98.88
	0.3	51.87	42.77	75.34	46.54	38.25	94.18	45.52	35.40	113.01
	0.2	54.51	45.16	82.40	48.91	40.51	103.01	47.83	37.67	123.61
0.1	55.57	46.22	86.33	49.86	41.57	107.91	48.77	38.81	129.49	
K _F -4 M _F -3	1.0	15.80	14.03	16.81	17.88	16.35	21.01	16.70	14.47	25.22
	0.9	29.01	24.97	31.94	32.82	29.30	39.93	30.66	25.72	47.91
	0.8	39.60	33.25	45.39	44.81	39.26	56.74	41.85	34.29	68.09
	0.7	47.70	39.36	57.16	53.98	46.67	71.46	50.42	40.66	85.75
	0.6	53.59	43.81	67.26	60.64	52.01	84.07	56.64	45.29	100.89
	0.5	61.97	50.68	84.07	70.12	59.96	105.08	65.50	52.32	126.10
	0.4	67.94	56.15	97.52	76.87	66.04	121.90	71.81	57.87	146.28
	0.3	71.74	59.99	107.61	81.18	70.18	134.51	75.83	61.71	161.42
	0.2	73.75	62.24	114.35	83.45	72.55	142.93	77.94	64.00	171.52
0.1	74.42	63.13	117.72	84.22	73.48	147.15	78.67	64.96	176.58	

TABLA 7. COMPARACION DE FUERZAS CORTANTES DE ENTREPISO, EN TON, OBTENIDAS CON EL METODO CUASIDINAMICO, CON EL DINAMICO Y CON EL ESTATICO, PARA ESTRUCTURAS CON H/B = 1.2

MODELO	TERRENO FIRME			TERRENO DE TRANSICION			TERRENO COMPRESIBLE			
	z/H	V_r^*	V_{d_r}	V_{e_r}	V_r^*	V_{d_r}	V_{e_r}	V_r^*	V_{d_r}	V_{e_r}
K _C -1 M _C -2	1.0	14.20	13.17	21.07	24.37	24.50	26.33	29.81	29.65	31.60
	0.92	28.02	25.45	41.58	48.10	48.03	51.97	58.83	58.30	62.36
	0.83	41.30	36.86	61.28	70.91	70.41	76.60	86.72	85.68	91.93
	0.75	53.86	47.32	79.92	92.48	91.39	99.91	113.09	111.48	119.89
	0.67	65.54	56.88	97.25	112.52	110.81	121.56	137.60	135.44	145.87
	0.58	76.18	65.56	113.03	130.79	128.55	141.29	159.94	157.37	169.55
	0.50	85.65	73.41	127.09	147.05	144.51	158.87	179.84	177.07	190.64
	0.42	93.85	80.40	139.25	161.12	158.55	174.06	197.04	194.34	208.88
	0.33	100.63	86.45	149.32	172.77	170.41	186.65	211.28	208.86	223.97
0.25	105.70	91.28	156.96	181.62	179.62	196.20	222.10	220.05	235.44	
K _C -1 M _C -3	1.0	15.45	14.58	32.58	26.19	26.31	40.72	32.88	32.96	48.8
	0.92	30.52	28.26	62.08	51.73	51.60	77.60	64.93	64.76	93.1
	0.83	45.02	40.93	88.54	76.32	75.64	110.67	95.80	95.09	132.8
	0.75	58.78	52.42	112.00	99.64	98.11	140.00	125.07	123.54	169.0
	0.67	71.62	62.71	132.52	121.41	118.83	165.65	152.39	149.83	192.7
	0.58	83.38	71.85	150.14	141.34	137.68	187.67	177.42	173.80	225.2
	0.50	93.94	79.92	164.92	159.23	154.61	206.15	199.87	195.35	247.3
	0.42	103.16	87.00	176.92	174.85	169.52	221.15	219.48	214.34	265.3
	0.33	110.88	93.44	186.23	187.95	182.53	232.78	235.92	230.95	279.3
0.25	140.61	120.81	219.74	238.34	234.96	274.68	299.17	297.05	329.6	
K _C -1 M _C -4	1.0	13.20	12.34	26.57	22.15	22.18	33.22	29.19	29.23	39.8
	0.92	26.12	23.77	50.64	43.82	43.42	63.30	57.74	57.52	75.9
	0.83	38.62	34.40	72.23	64.78	63.70	90.28	85.37	84.75	108.3
	0.75	50.55	44.15	91.37	84.81	82.83	114.21	111.75	110.62	137.0
	0.67	78.57	66.84	133.21	131.81	127.66	166.51	173.69	171.47	199.8
	0.58	104.25	88.00	169.14	174.88	169.17	211.43	230.45	227.69	253.7
	0.50	113.39	95.61	181.20	190.22	184.09	226.50	250.67	247.87	271.8
	0.42	121.28	102.26	190.99	203.45	197.06	238.74	268.10	265.40	286.4
	0.33	127.79	107.89	198.58	214.38	207.91	245.56	282.49	280.00	297.8
0.25	132.73	112.32	204.05	222.66	216.26	255.06	293.41	291.18	306.0	
K _C -1 M _C -5	1.0	60.99	53.02	110.73	99.80	96.51	138.42	140.63	139.60	166.14
	0.92	72.62	62.63	130.79	118.84	114.55	163.34	167.45	165.93	196.14
	0.83	83.56	71.26	148.78	136.73	131.20	185.97	192.67	190.44	223.14
	0.75	93.70	79.03	164.73	153.33	146.48	205.91	216.06	213.04	247.04
	0.67	102.97	86.09	178.68	168.50	160.43	223.34	237.43	233.71	269.04
	0.58	111.31	92.52	190.65	182.14	173.07	238.32	256.66	252.42	285.94
	0.50	118.65	98.39	200.70	194.16	184.42	250.88	273.58	269.13	301.04
	0.42	124.94	103.70	208.86	204.46	194.41	261.08	288.10	283.72	313.24
	0.33	130.12	108.38	215.19	212.93	202.90	268.98	300.03	295.99	322.78
0.25	134.04	112.17	219.74	219.34	209.53	274.68	309.07	305.46	329.64	

TABLA 8. COMPARACION DE FUERZAS CORTANTES DE ENTREPISO, EN TON, OBTENIDAS CON EL METODO CUASIDINAMICO, CON EL DINAMICO Y CON EL ESTATICO, PARA ESTRUCTURAS CON H/B = 1.2

MODELO	TERRENO FIRME			TERRENO DE TRANSICION			TERRENO COMPRESIBLE			
	Z/H	v_r^*	v_{d_r}	v_{e_r}	v_r^*	v_{d_r}	v_{e_r}	v_r^*	v_{d_r}	v_{e_r}
K _C -2 M _C -2	1.0	14.59	14.70	30.32	22.95	23.44	37.90	34.57	34.37	45.48
	0.9	27.94	25.94	57.20	43.94	43.25	71.51	66.18	64.69	85.81
	0.8	39.93	37.71	80.71	62.81	64.44	100.89	94.61	96.59	121.07
	0.7	50.46	42.48	100.90	79.38	74.75	126.12	119.56	115.01	151.35
	0.6	59.43	47.15	117.83	93.48	85.12	147.29	140.80	133.41	176.74
	0.5	66.74	51.62	131.58	104.99	94.27	164.48	158.13	149.17	197.37
	0.4	72.34	57.07	142.25	113.80	103.48	177.81	171.40	162.37	213.37
	0.3	76.18	60.78	149.93	119.83	109.64	187.41	180.48	171.42	224.89
	0.2	78.28	63.62	154.77	123.13	113.62	193.46	185.46	176.45	232.15
0.1	78.84	64.78	156.96	124.01	114.97	196.20	186.78	178.34	235.44	
K _C -2 M _C -3	1.0	16.23	18.59	40.20	24.89	26.75	50.25	37.62	37.07	60.30
	0.9	31.09	30.80	75.84	47.69	47.69	94.81	72.03	68.69	113.77
	0.8	44.44	38.26	107.01	68.15	63.71	133.76	102.96	95.34	160.52
	0.7	56.16	45.93	133.78	86.12	78.89	167.22	130.12	119.79	200.66
	0.6	66.14	50.58	156.23	101.44	88.88	195.28	153.26	137.95	234.34
	0.5	74.29	54.23	174.46	113.94	97.71	218.08	172.13	153.56	261.69
	0.4	80.53	60.30	188.60	123.51	107.42	235.75	186.58	167.49	282.90
	0.3	84.81	64.04	198.78	130.08	113.78	248.48	196.51	176.88	298.18
	0.2	87.16	67.47	205.20	133.67	118.48	256.50	201.95	182.91	307.80
0.1	90.31	83.57	219.74	138.50	132.41	274.68	200.25	195.30	329.62	
K _C -2 M _C -4	1.0	14.39	15.03	30.48	22.32	23.25	38.10	34.95	35.62	45.72
	0.9	27.59	26.76	57.50	42.79	43.01	71.88	67.00	67.19	86.26
	0.8	39.51	35.81	81.13	61.27	59.46	101.42	95.94	94.66	121.70
	0.7	50.04	42.73	101.42	77.61	72.93	126.78	121.52	118.13	152.14
	0.6	72.66	58.26	143.98	112.68	102.25	179.97	176.44	168.73	215.96
	0.5	91.22	71.32	178.54	141.47	127.05	223.17	221.52	211.03	267.81
	0.4	96.91	76.33	189.26	150.30	135.64	236.57	235.14	224.77	283.89
	0.3	100.81	79.49	196.98	156.35	141.23	246.22	244.80	233.95	295.47
	0.2	102.94	81.84	201.84	159.65	144.73	252.30	249.98	239.25	302.76
0.1	103.51	82.76	204.05	160.52	145.85	255.06	251.36	240.78	306.07	
K _C -2 M _C -5	1.0	54.54	45.49	119.73	80.75	74.53	149.66	119.51	110.97	179.59
	0.9	64.40	54.26	140.96	95.37	89.23	176.20	139.95	132.53	211.44
	0.8	73.16	59.28	159.52	108.34	99.13	199.41	158.98	148.65	239.29
	0.7	80.77	62.01	175.47	119.60	105.65	219.33	175.50	160.45	263.20
	0.6	87.18	65.28	188.84	129.10	112.38	236.05	189.44	171.68	283.26
	0.5	92.37	69.06	199.70	136.78	119.03	249.63	200.72	181.92	299.55
	0.4	96.31	74.13	208.12	142.62	126.35	260.16	209.29	191.70	312.19
	0.3	99.01	76.17	214.19	146.61	129.74	267.74	215.14	196.93	321.29
	0.2	100.47	78.32	218.01	148.78	132.53	272.51	218.33	200.53	327.02
0.1	100.85	79.28	219.74	149.34	133.56	274.68	219.16	201.71	329.62	

TABLA 9. COMPARACION DE FUERZAS CORTANTES DE ENTREPISO, EN TON, OBTENIDAS CON EL METODO CUASIDINAMICO, CON EL DINAMICO Y CON EL ESTATICO, PARA ESTRUCTURAS CON H/B = 1.2

MODELO	TERRENO FIRME			TERRENO DE TRANSICION			TERRENO COMPRESIBLE			
	Z/H	V _r *	V _d _r	V _e _r	V _r *	V _d _r	V _e _r	V _r *	V _d _r	V _e _r
K _C -3 M _C -1	1.0	8.97	9.41	13.48	12.62	13.35	16.85	15.22	15.25	20.22
	0.9	17.18	16.60	25.43	24.15	24.38	31.79	29.12	28.21	38.14
	0.8	24.31	22.07	35.88	34.19	33.11	44.85	41.22	38.76	53.82
	0.7	30.18	26.07	44.85	42.44	39.65	56.06	51.17	46.88	67.28
	0.6	34.73	28.82	52.38	48.84	44.33	65.47	58.89	52.82	78.57
	0.5	45.05	36.13	70.74	63.36	56.00	88.42	76.40	67.08	106.11
	0.4	52.93	43.47	84.97	74.43	66.77	106.21	89.75	79.42	127.46
	0.3	58.34	49.49	95.23	82.04	75.16	119.03	98.93	88.67	142.84
	0.2	61.36	53.44	101.68	86.28	80.33	127.10	104.04	94.22	152.53
0.1	62.37	54.95	104.61	87.69	82.20	130.77	105.75	26.20	156.92	
K _C -3 M _C -2	1.0	18.16	18.79	30.32	30.28	31.57	37.90	36.95	37.73	45.48
	0.9	34.57	31.22	57.20	57.66	56.45	71.51	70.36	68.29	85.81
	0.8	48.56	40.09	80.71	81.05	76.04	100.89	98.83	92.39	121.87
	0.7	59.70	46.84	100.90	99.59	91.28	126.12	121.52	111.04	151.35
	0.6	67.93	52.47	117.83	113.31	102.95	147.29	138.27	125.30	176.74
	0.5	73.78	57.63	131.58	123.07	112.12	164.48	150.16	136.46	197.37
	0.4	78.09	62.55	142.25	130.27	119.78	177.81	158.94	145.65	213.37
	0.3	80.97	66.63	149.93	135.07	125.51	187.41	164.82	152.41	224.39
	0.2	82.56	69.32	154.77	137.71	128.96	193.46	168.03	156.40	222.15
0.1	83.08	70.37	156.96	138.58	130.19	196.20	159.10	157.80	235.44	
K _C -3 M _C -3	1.0	20.18	21.68	40.20	32.82	34.08	50.25	40.15	40.20	60.30
	0.9	38.42	33.46	75.84	62.48	58.95	94.81	76.46	71.13	113.77
	0.8	53.98	42.14	107.01	87.79	78.53	133.76	107.42	95.33	160.52
	0.7	66.38	48.59	133.78	107.96	93.81	167.22	132.10	113.98	200.66
	0.6	75.54	54.31	156.23	122.86	105.67	195.28	150.33	128.45	234.34
	0.5	82.06	59.79	174.46	133.46	115.17	218.08	163.30	140.06	261.69
	0.4	86.87	65.11	188.60	141.29	123.31	235.75	172.89	149.87	282.90
	0.3	90.10	69.64	198.78	146.55	129.58	248.48	179.32	157.27	298.18
	0.2	91.88	72.92	205.20	149.44	133.56	256.50	182.86	161.80	307.80
0.1	94.86	83.18	219.74	154.28	142.76	274.68	188.78	171.40	329.62	
K _C -3 M _C -4	1.0	18.47	19.19	30.48	30.69	32.73	38.10	38.84	40.81	45.72
	0.9	35.35	33.05	57.50	58.75	59.55	71.88	74.35	75.13	86.26
	0.8	50.04	43.70	81.13	83.17	81.17	101.42	105.25	102.90	121.70
	0.7	62.11	51.40	101.42	103.23	97.83	126.78	130.64	124.31	152.14
	0.6	85.27	66.97	143.98	141.71	130.31	179.97	179.33	165.95	215.96
	0.5	102.20	81.04	178.54	169.85	156.69	223.17	214.94	199.42	267.81
	0.4	107.22	85.86	189.26	178.19	165.04	236.57	225.50	210.03	283.89
	0.3	110.58	89.43	196.98	183.77	170.94	246.22	232.55	217.39	295.47
	0.2	112.41	91.67	201.84	186.82	174.34	252.30	236.42	221.56	302.76
0.1	113.02	92.52	204.05	187.83	175.52	255.06	237.70	222.98	306.07	
K _C -3 M _C -5	1.0	63.77	51.98	119.73	98.42	90.85	149.66	152.63	144.96	179.59
	0.9	74.59	58.09	140.96	115.11	103.64	176.20	178.54	167.35	211.44
	0.8	83.30	62.65	159.52	128.57	113.42	199.41	199.40	184.66	239.29
	0.7	89.91	66.79	175.47	138.77	121.48	219.33	215.22	198.20	263.20
	0.7	94.58	70.78	188.84	145.96	128.17	236.05	226.38	208.69	283.26
	0.5	97.77	74.68	199.70	150.90	133.92	249.63	234.03	216.92	299.55
	0.4	100.08	78.53	208.12	154.46	139.02	260.16	239.57	223.74	312.19
	0.3	101.62	81.81	214.19	156.83	143.26	267.74	243.24	228.77	321.29
	0.2	102.45	84.02	218.01	158.11	145.86	272.51	245.24	231.75	327.02
0.1	102.72	84.89	219.74	158.53	146.81	274.68	245.88	232.80	329.62	

TABLA 10. COMPARACION DE FUERZAS CORTANTES DE ENTREPISO, EN TON, OBTENIDAS CON EL METODO CUASIDINAMICO, CON EL DINAMICO Y CON EL ESTATICO, PARA ES TRUCTURAS CON H/B = 1.2

MODELO	z/H	TERRENO FIRME			TERRENO DE TRANSICION			TERRENO COMPRESIBLE			
		v_r^*	v_{d_r}	v_{e_r}	v_r^*	v_{d_r}	v_{e_r}	v_r^*	v_{d_r}	v_{e_r}	
K-1 F	1.0	15.77	18.22	30.37	24.01	26.46	37.96	37.70	38.86	45.56	
	0.9	59.31	59.11	115.43	90.31	91.60	144.28	141.79	140.09	173.14	
	0.8	97.10	84.42	191.38	147.86	139.48	239.22	232.14	221.49	287.07	
	0.7	129.03	101.45	258.21	196.49	175.65	322.77	308.48	287.00	387.32	
	0.6	155.05	115.62	315.93	236.11	204.89	394.91	370.69	340.07	473.89	
	0.5	175.23	129.37	364.54	266.83	230.20	455.67	418.92	383.09	546.81	
	M-1 F	0.4	189.80	143.21	404.03	289.03	252.43	505.04	453.77	417.04	606.05
		0.3	199.28	156.49	434.42	303.45	270.71	543.02	476.41	441.84	651.63
		0.2	204.42	167.34	455.68	311.29	283.37	569.61	488.71	457.21	683.53
		0.1	206.35	173.36	467.83	314.23	289.43	584.79	493.33	463.86	701.75
0.0		206.58	174.44	470.88	314.59	290.40	588.60	493.89	464.82	706.32	
K-1 F	1.0	2.56	3.21	4.17	4.06	4.62	5.22	4.91	5.55	6.26	
	0.9	14.04	15.86	23.04	22.28	23.88	28.80	26.89	26.66	34.56	
	0.8	29.95	30.02	49.60	47.52	47.96	61.99	57.36	54.65	74.39	
	0.7	48.58	43.34	81.52	77.09	73.64	101.91	93.05	85.76	122.29	
	0.6	68.17	55.32	116.46	108.16	99.04	145.58	130.56	117.43	174.69	
	0.5	86.90	66.86	152.11	137.89	123.31	190.14	166.44	147.68	228.16	
	M-2 F	0.4	103.11	79.07	186.10	164.32	145.94	232.61	197.49	174.79	279.14
		0.3	115.45	91.88	216.69	183.19	165.77	270.15	221.12	196.98	324.17
		0.2	123.16	103.39	239.82	195.43	180.66	299.77	235.89	212.44	359.73
		0.1	126.46	110.51	254.88	200.66	188.49	318.61	242.20	220.08	382.33
0.0		126.91	111.93	258.98	201.37	189.86	323.73	243.06	201.36	388.47	
K-1 F	1.0	10.07	11.50	18.11	16.05	17.56	22.64	21.69	22.00	27.17	
	0.9	37.93	38.51	68.83	60.45	62.13	86.03	81.68	79.72	103.24	
	0.8	62.20	56.37	114.09	99.12	96.24	142.62	133.94	126.48	171.14	
	0.7	82.81	68.25	153.93	131.96	122.23	192.41	178.31	164.01	230.90	
	0.6	99.70	76.86	188.35	158.87	142.32	235.44	214.68	193.88	282.53	
	0.5	116.89	86.45	226.38	186.27	163.41	282.98	251.71	224.65	339.58	
	M-3 F	0.4	136.15	102.74	273.47	216.96	191.94	341.84	293.17	262.47	410.21
		0.3	148.79	119.39	309.70	237.10	215.93	387.12	320.38	290.96	464.55
		0.2	155.72	132.92	335.05	248.14	232.63	418.81	335.30	309.09	502.57
		0.1	158.35	140.37	349.53	252.34	240.64	436.92	340.98	317.18	524.30
0.0		158.68	141.71	353.16	252.86	241.91	441.45	341.68	318.39	529.74	

TABLA 11. COMPARACION DE FUERZAS CORTANTES DE ENTREPISO, EN TON, OBTENIDAS CON EL METODO CUASIDINAMICO, CON EL DINAMICO Y CON EL ESTATICO, PARA ESTRUCTURAS CON H/B = 1.2

MODELO	z/H	TERRENO FIRME			TERRENO DE TRANSICION			TERRENO COMPRESIBLE		
		v_r^*	v_{d_r}	v_{e_r}	v_r^*	v_{d_r}	v_{e_r}	v_r^*	v_{d_r}	v_{e_r}
K _F -2 M _F -1	1.0	13.95	20.29	30.37	18.99	30.04	37.96	25.91	36.39	45.56
	0.9	51.91	44.49	115.43	70.67	75.03	144.28	96.42	97.87	173.14
	0.8	82.87	59.51	191.38	112.82	98.94	239.22	153.93	133.35	287.07
	0.7	106.76	71.89	258.21	145.36	117.09	322.77	198.31	161.11	387.32
	0.6	124.32	81.97	315.93	169.26	134.57	394.91	230.92	185.20	473.89
	0.5	136.51	91.00	364.54	185.87	151.46	455.67	253.57	207.10	546.81
	0.4	144.39	99.55	404.03	196.59	166.90	505.04	268.21	226.35	606.05
	0.3	148.96	107.63	434.42	202.81	179.74	543.02	276.70	241.35	651.63
	0.2	151.18	114.28	455.68	205.83	188.49	569.61	280.81	250.79	683.53
	0.1	151.92	117.94	467.83	206.84	192.51	584.79	282.20	254.81	701.75
0.0	152.00	118.58	470.88	206.95	193.12	588.60	282.35	255.38	706.32	
K _F -2 M _F -2	1.0	2.36	4.60	4.17	3.58	5.89	5.22	5.28	7.06	6.26
	0.9	12.95	16.14	23.04	19.67	24.05	28.80	28.97	32.01	34.56
	0.8	27.14	25.08	49.60	41.21	40.88	61.99	60.70	58.58	74.30
	0.7	42.71	32.97	81.52	64.84	57.11	101.91	95.52	84.67	122.20
	0.6	57.74	40.73	116.46	87.65	73.01	145.58	129.13	109.86	174.60
	0.5	70.79	49.12	152.11	107.46	88.42	190.14	158.31	133.66	229.16
	0.4	80.96	58.15	186.10	122.91	103.20	232.61	181.06	154.87	279.14
	0.3	87.90	67.53	216.69	133.44	116.48	270.15	196.58	171.81	324.17
	0.2	91.78	75.89	239.82	139.34	126.42	299.77	205.26	183.02	359.73
	0.1	93.40	80.93	254.88	141.58	131.49	318.61	208.57	188.15	382.33
0.0	93.44	81.89	258.98	141.86	132.34	323.73	208.97	188.94	388.47	
K _F -2 M _F -3	1.0	8.21	13.72	18.11	12.82	19.43	22.64	19.12	24.31	27.17
	0.9	30.60	31.49	68.83	47.83	51.51	86.03	71.31	71.73	103.24
	0.8	48.99	40.56	114.09	76.57	68.36	142.62	114.15	100.80	171.14
	0.7	63.30	47.80	153.93	98.94	80.86	192.41	147.51	122.58	230.90
	0.6	73.93	54.16	188.35	115.55	91.79	235.44	172.27	140.28	282.53
	0.5	83.58	61.60	226.38	130.63	104.95	282.98	194.75	159.58	339.58
	0.4	93.36	73.81	273.47	145.92	125.26	341.84	217.54	185.70	410.21
	0.3	99.10	85.23	309.70	154.90	142.59	387.12	230.93	205.90	464.55
	0.2	101.92	94.21	335.05	159.30	154.20	418.81	237.49	218.33	502.57
	0.1	102.87	99.05	349.53	160.80	159.46	436.92	239.71	223.55	524.30
0.0	102.98	99.89	353.16	160.96	160.26	441.45	239.96	224.29	529.74	

TABLA 12. COMPARACION DE FUERZAS CORTANTES DE ENTREPISO, EN TON, OBTENIDAS CON EL METODO CUASIDINAMICO, CON EL DINAMICO Y CON EL ESTATICO, PARA ESTRUCTURAS CON H/B = 1.2

MODELO	Z/H	TERRENO FIRME			TERRENO DE TRANSICION			TERRENO COMPRESIBLE			
		V_r^*	V_{d_r}	V_{e_r}	V_r^*	V_{d_r}	V_{e_r}	V_r^*	V_{d_r}	V_{e_r}	
K-3 F	1.0	12.00	15.68	30.37	15.00	24.44	37.96	18.70	30.60	45.56	
	0.9	45.18	34.76	115.43	56.44	57.51	144.28	70.36	74.48	173.14	
	0.8	72.69	45.63	191.38	90.82	71.38	239.22	113.21	89.84	287.07	
	0.7	92.78	55.28	258.21	115.92	85.62	322.77	144.50	105.57	387.32	
	0.6	104.26	62.50	315.93	130.26	98.02	394.91	162.37	123.57	473.89	
	0.5	108.18	69.14	364.54	135.16	110.75	455.67	168.49	140.82	546.81	
	M-1 F	0.4	110.12	78.95	404.03	137.57	127.62	505.04	171.49	161.63	606.05
		0.3	111.37	87.45	434.42	139.15	142.28	543.02	173.45	179.51	651.63
		0.2	112.06	93.87	455.68	140.00	151.92	569.61	174.52	190.92	683.53
	(+))	0.1	112.31	97.65	467.83	140.32	156.39	584.79	174.91	195.94	701.75
0.0		112.34	98.46	470.88	140.36	157.15	588.60	174.96	196.74	706.32	
K-3 F	1.0	2.15	3.63	4.17	2.99	5.04	5.22	4.57	6.24	6.26	
	0.9	11.89	13.51	23.04	16.55	21.19	28.80	25.34	28.04	34.56	
	0.8	25.19	18.97	49.60	35.07	31.99	61.99	53.67	46.07	74.39	
	0.7	39.25	23.28	81.52	54.64	39.86	101.91	83.63	61.71	122.29	
	0.6	50.22	30.15	116.46	69.90	51.46	145.58	107.00	78.75	174.69	
	0.5	55.39	36.09	152.11	77.10	61.78	190.14	118.02	90.93	228.16	
	M-2 F	0.4	58.67	46.77	186.10	81.67	76.68	232.61	125.01	107.08	279.14
		0.3	61.15	57.19	216.69	85.12	91.32	270.15	130.29	123.24	324.17
		0.2	62.68	65.37	239.82	87.25	102.01	299.47	133.56	134.99	359.73
	(++))	0.1	63.33	70.33	254.88	88.15	107.51	318.64	134.93	140.80	382.33
0.0		63.41	71.38	258.98	88.27	108.50	323.73	135.11	141.80	388.47	
K-3 F	1.0	7.77	10.24	18.11	10.07	15.96	22.64	13.79	19.51	27.17	
	0.9	29.26	24.45	68.83	37.92	41.61	86.03	51.94	52.99	103.24	
	0.8	47.13	28.22	114.09	61.08	47.47	142.62	83.65	63.70	171.14	
	0.7	60.24	34.32	153.93	78.08	56.13	192.41	106.92	76.41	230.90	
	0.6	67.84	39.63	188.95	87.92	66.41	235.44	120.41	89.29	282.53	
	0.5	71.18	45.53	226.38	92.25	77.27	282.98	126.34	101.59	339.52	
	M-3 F	0.4	74.03	62.43	273.47	95.94	103.39	341.84	131.39	131.09	410.21
		0.3	75.89	76.21	309.70	98.36	125.64	387.12	134.70	156.97	464.55
		0.2	76.91	86.30	335.05	99.68	139.96	418.81	136.51	173.71	502.57
	(+++)	0.1	77.30	92.19	349.53	100.17	146.61	436.92	137.19	180.71	524.30
0.0		77.34	93.34	353.16	100.23	147.69	441.45	137.27	181.83	529.74	

(+) Modelo con V_o/V_{e_o} igual a 0.170 para terreno de transición y a 0.175 para terreno compresible

(++) Modelo con V_o/V_{e_o} igual a 0.142 para terreno firme, a 0.201 para terreno de transición y a 0.267 para terreno compresible

(+++) Modelo con V_o/V_{e_o} igual a 0.121 para terreno firme, a 0.16 para terreno de transición y a 0.185 para terreno compresible

TABLA 13. COMPARACION DE FUERZAS CORTANTES DE ENTREPISO, EN TON, OBTENIDAS CON EL METODO CUASIDINAMICO, CON EL DINAMICO Y CON EL ESTATICO, PARA ESTRUCTURAS CON H/B = 1.2

MODELO	z/H	TERRENO FIRME			TERRENO DE TRANSICION			TERRENO COMPRESIBLE		
		v_r^*	v_{d_r}	v_{e_r}	v_r^*	v_{d_r}	v_{e_r}	v_r^*	v_{d_r}	v_{e_r}
K _F -4 M _F -1	1.0	15.49	18.30	30.37	22.60	27.25	37.96	33.72	36.73	45.56
	0.9	57.61	53.12	115.43	84.07	86.36	144.28	125.42	123.98	173.14
	0.8	92.99	73.21	191.38	135.68	123.90	239.22	202.42	186.03	287.07
	0.7	121.37	88.46	258.21	177.09	151.21	322.77	264.20	231.99	387.32
	0.6	142.91	100.89	315.93	208.52	173.55	394.91	311.08	267.35	473.89
	0.5	158.49	112.88	364.54	231.26	194.10	455.67	345.01	299.25	546.81
	0.4	169.52	124.18	404.03	247.35	212.89	505.04	369.02	325.05	606.05
	0.3	176.62	133.92	434.42	257.71	227.94	543.02	384.47	344.06	651.63
	0.2	180.43	141.83	455.68	263.27	238.17	569.61	392.77	355.79	683.53
	0.1	181.84	146.43	467.83	265.33	243.07	584.79	395.84	360.86	701.75
0.0	182.01	147.29	470.88	265.57	243.85	588.60	396.20	361.60	706.32	
K _F -4 M _F -2	1.0	2.56	3.76	4.17	4.15	5.18	5.22	5.16	5.97	6.26
	0.9	13.95	16.73	23.04	22.65	25.30	28.80	28.13	29.22	34.56
	0.8	29.48	28.71	49.60	47.89	48.30	61.99	59.46	58.18	74.39
	0.7	47.15	39.35	81.52	76.59	71.43	101.91	95.09	87.31	122.29
	0.6	64.88	49.65	116.46	105.38	93.64	145.58	130.84	115.32	174.69
	0.5	81.00	59.79	152.11	131.57	114.85	190.14	163.36	141.83	228.16
	0.4	94.66	70.43	186.10	153.75	134.85	232.61	190.91	166.33	279.14
	0.3	104.91	80.92	216.69	170.40	151.66	270.15	211.58	186.36	324.17
	0.2	111.22	90.38	239.82	180.65	163.66	299.77	224.31	200.07	359.73
	0.1	113.87	96.43	254.88	184.95	169.77	318.61	229.65	206.68	382.33
0.0	114.22	97.68	258.98	185.52	170.82	323.73	230.35	207.76	388.47	
K _F -4 M _F -3	1.0	9.96	12.24	18.11	15.21	17.85	22.64	22.77	24.52	27.17
	0.9	37.12	36.74	68.83	56.72	58.72	86.03	84.88	84.64	103.24
	0.8	60.08	50.28	114.09	91.80	77.28	142.62	137.38	128.73	171.14
	0.7	78.68	59.73	153.93	120.21	105.48	192.41	179.89	161.24	230.90
	0.6	92.97	67.03	188.35	142.05	120.22	235.44	212.57	185.76	282.53
	0.5	106.59	75.85	226.38	162.86	136.74	282.98	243.71	211.62	339.52
	0.4	121.57	91.02	273.47	185.76	160.94	341.81	277.97	245.78	410.21
	0.3	131.29	104.68	309.70	200.61	180.62	387.12	300.20	271.52	464.55
	0.2	136.56	115.36	335.05	208.66	193.81	418.81	312.24	287.44	502.57
	0.1	138.53	121.40	349.53	211.67	200.06	436.92	316.75	294.34	524.30
0.0	138.77	122.52	353.16	212.03	201.07	441.45	317.29	295.34	529.74	

TABLA 14. COMPARACION DE FUERZAS CORTANTES DE ENTREPISO, EN TON, OBTENIDAS CON EL METODO CUASIDINAMICO, CON EL DINAMICO Y CON EL ESTATICO PARA ESTRUCTURAS CON H/B = 1.2

MODELO	z/H	TERRENO FIRME			TERRENO DE TRANSICION			TERRENO COMPRESIBLE		
		v_r^*	v_{dr}	v_{er}	v_r^*	v_{dr}	v_{er}	v_r^*	v_{dr}	v_{er}
K _C -1 M _C -2	1.0	11.92	11.72	27.89	17.93	19.34	34.86	26.62	28.06	41.84
	0.90	35.13	31.56	79.82	52.86	53.23	99.79	78.46	78.66	119.74
	0.77	57.21	48.92	126.62	86.08	83.67	158.27	127.75	125.46	189.93
	0.67	77.76	63.82	168.28	117.00	110.16	210.35	173.66	167.31	252.42
	0.58	96.46	76.79	204.81	145.14	133.20	256.00	215.42	204.43	307.21
	0.49	113.03	88.20	236.20	170.06	153.33	295.24	252.41	237.14	354.30
	0.40	127.23	98.24	262.46	191.42	171.01	328.07	284.11	265.64	393.68
	0.31	138.88	106.99	283.58	208.96	186.45	354.47	310.14	289.95	425.37
	0.22	147.87	114.47	299.57	222.49	199.53	374.47	330.22	309.83	449.35
	0.12	154.11	120.45	310.42	231.87	209.71	382.14	344.15	324.46	465.63
0.0	156.12	122.62	313.92	234.49	213.27	392.40	348.63	329.68	470.88	
K _C -1 M _C -3	1.0	12.67	13.01	32.04	18.89	21.40	40.04	28.02	30.50	32.04
	0.90	37.36	35.04	91.69	55.70	58.70	114.62	82.61	84.90	91.69
	0.77	60.84	53.63	145.46	90.71	91.28	181.82	134.54	134.25	145.45
	0.67	82.72	68.82	193.31	123.33	118.55	241.64	182.92	177.28	193.31
	0.58	102.64	81.63	235.27	153.03	141.52	294.08	226.97	214.77	235.27
	0.49	120.30	92.86	271.33	179.37	161.30	339.17	266.04	247.60	271.33
	0.40	135.47	102.87	301.49	201.98	178.68	376.90	299.58	276.29	301.49
	0.31	147.96	111.68	325.76	220.60	194.07	407.19	327.19	300.96	325.76
	0.22	157.63	119.23	344.13	235.03	207.45	430.15	348.59	321.43	344.13
	0.12	164.40	125.50	356.59	245.11	218.46	445.73	363.54	337.34	356.59
0.0	175.35	139.17	376.70	261.44	241.12	470.88	387.77	367.68	376.70	
K _C -1 M _C -4	1.0	11.52	11.52	27.89	16.71	17.95	34.86	25.00	25.27	41.84
	0.90	34.00	30.64	79.82	49.31	51.49	99.78	73.78	74.16	119.73
	0.77	55.46	47.57	126.62	80.42	80.98	158.27	120.33	118.28	189.93
	0.67	75.57	62.09	168.28	109.58	106.59	210.35	163.96	157.61	252.42
	0.58	94.04	74.68	204.81	136.35	128.80	256.00	204.02	192.53	307.21
	0.49	135.30	103.94	283.29	196.18	179.48	354.10	293.54	271.90	424.93
	0.40	149.46	114.33	309.54	216.72	197.58	386.93	324.27	299.87	464.32
	0.31	161.06	122.90	330.67	233.54	212.74	413.33	349.45	323.12	496.00
	0.22	170.00	129.95	346.66	246.50	225.14	433.33	368.84	341.74	519.98
	0.12	176.19	135.51	357.51	255.48	234.58	446.88	382.27	355.47	536.26
0.0	178.18	137.51	361.00	258.37	237.86	451.26	386.59	360.11	541.51	
K _C -1 M _C -5	1.0	53.46	45.22	123.47	77.90	76.45	154.33	110.52	107.44	185.20
	0.90	73.98	60.96	169.44	107.80	103.66	211.79	152.95	146.62	254.17
	0.77	93.10	74.24	210.87	135.67	126.76	263.59	192.49	180.85	316.31
	0.67	110.60	85.77	247.76	161.17	146.58	309.70	228.67	210.84	371.64
	0.58	126.29	96.03	280.10	184.03	163.88	350.12	261.11	237.34	420.15
	0.49	140.01	105.19	307.89	204.03	179.28	384.86	289.48	260.85	461.84
	0.40	151.65	113.38	331.14	220.99	193.18	413.92	313.54	281.62	496.71
	0.31	161.12	120.57	349.84	234.80	205.68	437.29	333.13	299.70	524.76
	0.22	168.38	126.81	363.99	245.37	216.56	454.98	348.13	314.87	545.99
	0.12	173.38	131.85	373.60	252.66	225.20	466.96	358.48	326.48	560.41
0.0	174.99	133.70	376.70	255.00	228.27	470.88	361.79	330.47	565.06	

TABLA 15. COMPARACION DE FUERZAS CORTANTES DE ENTREPISO, EN TON, OBTENIDAS CON EL METODO CUASIDINAMICO, CON EL DINAMICO Y CON EL ESTATICO PARA ESTRUCTURAS CON H/B = 1.2

MODELO	z/H	TERRENO FIRME			TERRENO DE TRANSICION			TERRENO COMPRESIBLE		
		v_r^*	v_{d_r}	v_{e_r}	v_r^*	v_{d_r}	v_{e_r}	v_r^*	v_{d_r}	v_{e_r}
K-2 C	1.0	10.88	11.31	29.90	14.59	17.14	37.37	18.69	20.85	44.85
	0.9	31.25	29.19	85.19	41.90	45.45	106.49	53.67	56.27	127.80
	0.8	49.65	41.55	134.53	66.58	65.88	168.16	85.28	82.72	201.79
	0.7	65.98	52.43	177.88	88.46	80.62	222.35	113.32	105.14	266.82
	0.6	80.10	58.81	215.25	107.40	91.48	269.07	137.58	118.36	322.88
	0.5	91.93	64.43	246.65	123.26	100.91	308.31	157.89	130.02	369.97
	0.4	101.38	70.80	272.06	135.93	110.82	340.07	174.13	143.08	408.09
	0.3	108.39	78.48	291.49	145.33	121.14	364.36	186.17	158.96	437.23
	0.2	112.92	81.82	304.89	151.40	130.28	381.12	193.95	166.08	457.34
	0.1	114.96	85.53	312.36	154.14	135.85	390.46	197.45	172.56	468.55
0.0	115.14	86.08	313.92	154.39	136.59	392.40	197.77	173.36	470.88	
K-2 C M-3 C	1.0	11.48	13.24	35.21	15.16	19.16	44.00	19.45	22.63	52.81
	0.9	32.97	31.72	100.34	43.54	48.47	125.41	55.87	59.26	150.50
	0.8	52.39	43.15	158.43	69.18	72.64	198.02	88.78	85.26	237.64
	0.7	69.61	54.50	209.47	91.93	85.83	261.85	117.96	107.76	314.21
	0.6	84.51	60.73	253.48	111.60	95.35	316.84	143.21	120.61	380.22
	0.5	97.00	66.21	290.45	128.09	103.50	363.05	164.36	130.87	435.67
	0.4	106.97	72.62	320.37	141.26	113.75	400.46	181.26	145.13	480.56
	0.3	114.37	80.29	343.25	151.03	126.89	429.07	193.80	161.28	514.88
	0.2	119.15	83.07	359.10	157.34	132.21	448.86	201.90	168.39	538.64
	0.1	121.31	87.40	367.89	160.19	138.58	459.87	205.56	174.60	551.84
0.0	122.28	95.34	376.70	161.47	145.95	470.88	207.20	182.30	565.06	
K-2 C M-4 C	1.0	10.84	11.23	29.90	14.43	17.25	37.37	18.21	20.89	44.85
	0.9	31.14	29.40	85.21	41.46	46.17	106.50	52.31	56.65	127.81
	0.8	49.51	42.30	134.54	65.92	72.84	168.16	83.17	90.32	201.80
	0.7	65.83	54.48	177.88	87.67	86.61	222.35	110.61	107.80	266.83
	0.6	80.02	61.39	215.26	106.55	96.71	269.07	134.44	120.91	322.89
	0.5	109.84	77.63	293.74	146.27	119.23	367.17	184.55	150.49	440.61
	0.4	119.39	84.24	319.15	158.98	131.12	398.93	200.58	163.91	478.73
	0.3	126.46	90.65	338.58	168.40	142.34	423.22	212.47	175.54	507.88
	0.2	131.02	93.49	352.04	174.47	147.03	440.04	220.13	185.70	528.06
	0.1	133.08	96.72	359.51	177.22	151.80	449.40	223.59	190.81	539.27
0.0	133.27	97.23	361.00	177.46	152.43	451.26	223.90	191.50	541.51	
K-2 C M-5 C	1.0	45.06	38.53	129.90	58.21	59.96	162.37	70.45	71.67	194.85
	0.9	61.85	49.83	177.96	79.89	82.80	222.45	96.70	93.58	266.94
	0.8	76.91	59.78	220.83	99.35	93.40	276.03	120.25	112.06	331.24
	0.7	90.18	65.51	258.49	116.49	101.06	323.12	140.99	121.11	387.75
	0.6	101.60	70.59	290.97	131.24	107.22	363.71	158.84	128.62	436.46
	0.5	111.12	75.78	318.25	143.54	114.25	397.81	173.73	137.16	477.38
	0.4	118.70	81.91	340.33	153.32	124.39	425.47	185.57	149.30	510.50
	0.3	124.30	89.71	357.22	160.56	138.12	446.53	194.33	165.72	535.83
	0.2	127.91	90.60	368.91	165.22	139.84	461.13	199.97	167.96	553.37
	0.1	129.53	93.81	375.41	167.32	144.92	469.25	202.51	173.91	563.11
0.0	129.68	94.31	376.70	167.51	145.59	470.88	202.74	174.66	565.06	

TABLA 16. COMPARACION DE FUERZAS CORTANTES DE ENTREPISO, EN TON, OBTENIDAS CON EL METODO CUASIDINAMICO, CON EL DINAMICO Y CON EL ESTATICO PARA ESTRUCTURAS CON H/B = 1.2

MODELO	z/H	TERRENO FIRME			TERRENO DE TRANSICION			TERRENO COMPRESIBLE		
		V_r^*	V_{dr}	V_{er}	V_r^*	V_{dr}	V_{er}	V_r^*	V_{dr}	V_{er}
K_C-3 M_C-1	1.0	6.97	7.59	13.07	10.93	12.68	16.34	15.59	16.93	19.61
	0.9	20.06	19.25	37.28	31.46	33.61	46.59	44.86	46.44	55.92
	0.8	31.60	27.50	58.86	49.56	49.44	73.57	70.67	69.82	88.29
	0.7	41.23	33.55	77.82	64.68	61.09	97.27	92.22	87.48	116.73
	0.6	48.76	37.59	94.17	76.48	68.92	117.72	109.05	99.86	141.26
	0.5	59.54	48.19	120.98	93.38	79.80	151.23	133.15	123.79	181.47
	0.4	72.75	54.09	154.34	114.11	98.65	198.92	162.71	143.71	231.51
	0.3	82.69	63.78	179.84	129.70	116.14	224.80	184.94	166.76	269.77
	0.2	89.09	71.59	197.50	139.74	129.44	246.88	199.25	183.64	296.25
	0.1	91.98	76.26	207.31	144.27	136.49	259.14	205.71	192.08	310.97
0.0	92.32	76.96	209.27	144.81	137.41	261.59	206.47	193.15	313.91	
K_C-3 M_C-2	1.0	14.14	14.87	29.90	20.42	24.82	37.37	29.75	33.09	44.85
	0.9	40.50	35.26	85.19	58.48	61.00	106.49	85.28	85.68	127.80
	0.8	63.37	48.78	134.53	91.50	84.92	168.16	133.44	123.30	201.79
	0.7	81.95	58.54	177.88	118.34	101.17	222.35	172.56	150.78	266.82
	0.6	95.77	66.40	215.25	138.30	114.14	269.07	201.68	171.90	322.88
	0.5	105.28	78.73	246.65	152.02	126.27	308.31	221.69	199.58	369.97
	0.4	112.38	80.67	272.06	162.29	140.08	340.07	236.66	206.75	406.09
	0.3	117.56	86.98	291.49	169.77	151.85	364.36	247.57	221.31	437.23
	0.2	120.83	92.15	304.89	174.49	161.07	381.12	254.45	232.26	457.34
	0.1	122.28	95.22	312.36	176.58	165.98	390.46	257.50	237.79	468.55
0.0	122.46	95.68	313.92	176.83	166.63	392.40	257.87	238.49	470.88	
K_C-3 M_C-3	1.0	14.92	15.90	35.21	21.21	25.81	44.00	30.99	34.15	52.81
	0.9	42.72	35.89	100.34	60.75	62.11	125.41	88.74	87.11	150.50
	0.8	66.85	49.69	158.43	95.05	86.03	198.02	138.85	124.57	237.64
	0.7	86.45	59.27	209.47	122.93	102.01	261.85	179.57	151.91	314.21
	0.6	101.04	66.98	253.48	143.68	113.87	316.84	209.88	173.05	380.22
	0.5	111.07	80.27	290.45	157.94	127.29	363.05	230.71	201.59	435.67
	0.4	118.57	81.75	320.37	168.60	140.81	400.46	246.29	208.42	480.56
	0.3	124.04	88.15	343.25	176.38	153.22	429.07	257.66	223.31	514.88
	0.2	127.49	93.45	359.10	181.29	162.99	448.86	264.83	234.65	532.64
	0.1	129.03	96.90	367.89	183.48	168.41	459.87	268.02	240.57	551.34
0.0	129.94	101.44	376.70	184.77	172.98	470.88	269.91	245.08	565.06	
K_C-3 M_C-4	1.0	14.45	14.81	29.90	20.86	25.36	37.37	30.20	33.68	44.25
	0.9	41.47	35.95	85.21	59.89	63.80	106.50	86.70	88.66	127.81
	0.8	65.11	51.46	134.54	94.04	90.91	168.16	136.14	129.60	201.80
	0.7	84.60	62.59	177.88	122.18	108.99	222.35	176.88	159.04	266.83
	0.6	99.46	70.42	215.26	143.64	121.18	269.07	207.95	179.75	322.89
	0.5	125.81	88.97	293.74	181.69	153.70	367.17	263.04	242.76	440.61
	0.4	133.75	96.58	319.15	193.17	168.68	398.93	279.65	245.65	478.73
	0.3	139.53	102.21	338.58	201.51	179.89	423.22	291.73	259.99	507.88
	0.2	143.17	106.79	352.04	205.77	188.44	440.04	299.33	270.41	528.06
	0.1	144.78	109.48	359.51	209.10	192.93	449.40	302.71	275.58	539.27
0.0	144.97	109.90	361.00	209.37	193.53	451.76	303.11	276.24	541.51	
K_C-3 M_C-5	1.0	56.24	45.21	129.90	77.11	77.23	162.27	104.37	101.34	194.85
	0.9	76.40	56.38	177.96	104.76	96.43	222.45	141.80	128.62	266.94
	0.8	93.07	64.07	220.83	127.63	107.48	276.03	172.75	145.84	331.24
	0.7	106.08	70.64	258.49	145.46	116.69	323.12	196.88	159.99	387.75
	0.6	115.38	76.80	290.97	158.21	126.94	363.71	214.15	173.87	436.46
	0.5	121.52	82.48	318.25	166.64	138.26	397.81	225.55	187.72	477.33
	0.4	126.03	89.11	340.33	172.82	150.87	425.42	233.92	203.68	510.50
	0.3	129.29	94.48	357.22	177.29	163.03	446.53	239.97	216.64	535.83
	0.2	131.33	99.00	368.91	180.09	171.82	461.13	243.76	226.75	553.37
	0.1	132.24	101.76	375.41	181.33	176.52	469.25	245.44	231.94	563.11
0.0	132.34	102.18	376.70	181.47	177.14	470.88	245.64	232.60	565.06	

TABLA 17. RELACION DE ERRORES DE SUBESTIMACION DE LAS FUERZAS CORTANTES DE ENTREPISO CON EL METODO CUASIDINAMICO APLICADO A MUROS ACOPLADOS*

Error, en porcentaje	Relación H/B = 1.2			Relación H/B = 3.6		
	No de casos	No de casos con $V_o/V_{e_o} < 0.2$	No de casos con $V_o/V_{e_o} > 0.2$	No de casos	No de casos con $V_o/V_{e_o} < 0.2$	No de casos con $V_o/V_{e_o} > 0.2$
Menor que 5	4	0	4	27	6	21
5 - 10	1	0	1	19	6	13
10 - 20	2	0	2	31	10	21
20 - 30	0	0	0	15	8	7
30 - 40	0	0	0	10	5	5
40 - 50	0	0	0	4	2	2
Total	7	0	7	106	36	70

*Número total de comparaciones: 480 para H/B = 1.2 y 528 para H/E = 3.6

TABLA 18. RELACION DE ERRORES DE SUBESTIMACION DE LAS FUERZAS CORTANTES DE ENTREPISO CON EL METODO CUASIDINAMICO APLICADO A MARCOS*

Error, en porcentaje	Relación H/B = 2	Relación H/B = 4
	No de casos	No de casos
Menor de 5	28	27
5 - 10	4	16
10 - 20	1	15
20 - 30	0	1
Total	33	59

Número total de comparaciones:

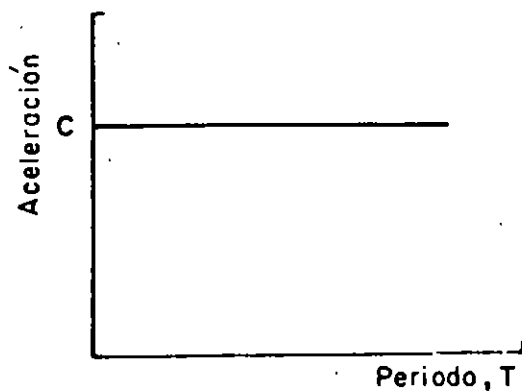
520 para H/B = 1.2 y 572 para H/B = 4

TABLA 19. RELACION DE ERRORES DE SUBESTIMACION DE V_o CON RESPECTO A V_o' , EN MUROS ACOPLADOS

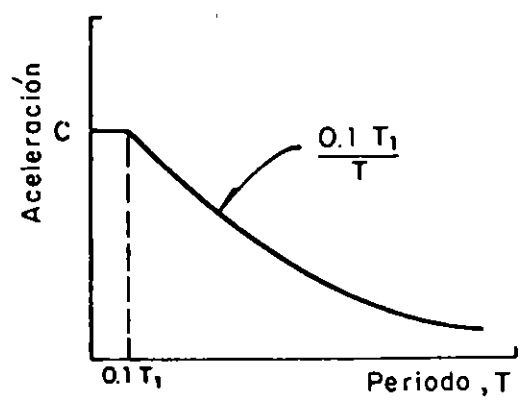
Error, en porcentaje	Relación H/B = 1.2			Relación H/B = 3.6		
	No de casos	No de casos con $V_o/V_{eo} < 0.2$	No de casos con $V_o/V_{eo} > 0.2$	No de casos	No de casos con $V_o/V_{eo} < 0.2$	No de casos con $V_o/V_{eo} > 0.2$
0 - 1	5	0	5	40	3	37
1 - 2	1	0	1	14	1	13
2 - 3	1	0	1	10	4	6
3 - 4	0	0	0	7	4	3
4 - 5	0	0	0	6	2	4
5 - 10	0	0	0	10	6	4
Mayor de 10	0	0	0	19	16	3
Total	7	0	7	106	36	70

TABLA 20. RELACION DE ERRORES DE SUBESTIMACION DE V_r^*
 CON RESPECTO A V_0^* EN MARCOS

Error, en porcentaje	Relación H/B = 2	Relación H/B = 4
	No de casos	No de casos
0 - 1	27	30
1 - 2	5	19
2 - 3	1	7
3 - 4	0	3
Total	33	59

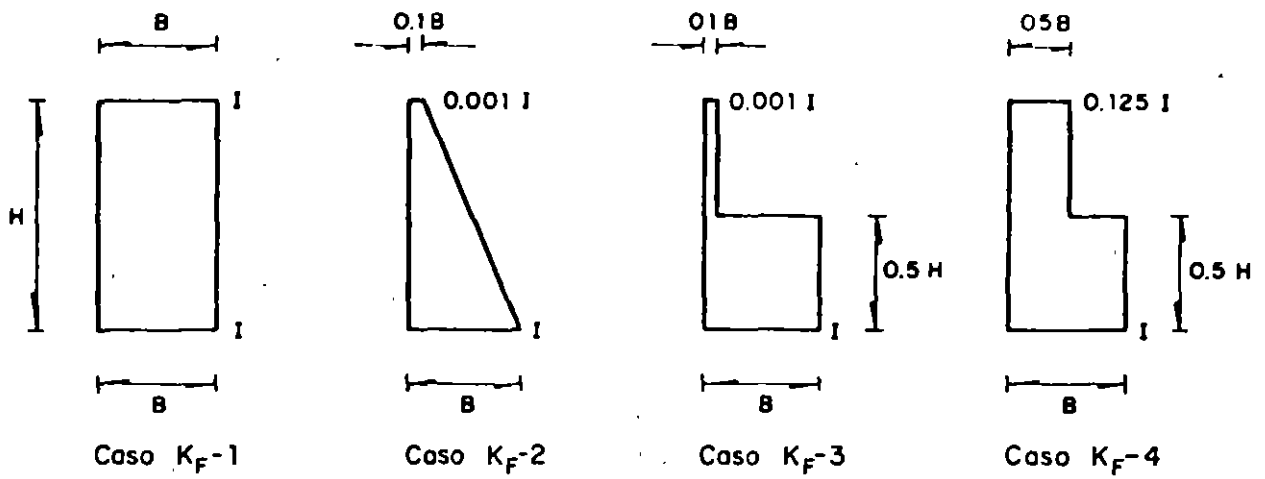


a) Plano

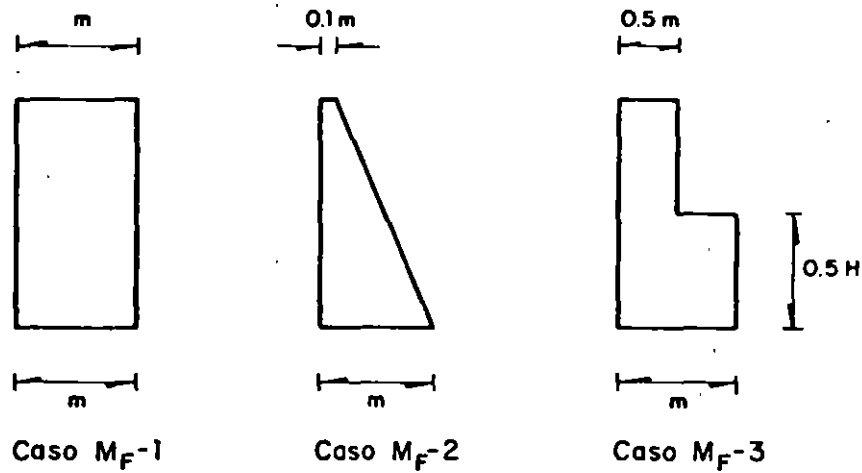


b) Hiperbólico

Fig 1. Definición de los espectros de diseño



a) Rigideces, con $I=12.5 \text{ m}^4$



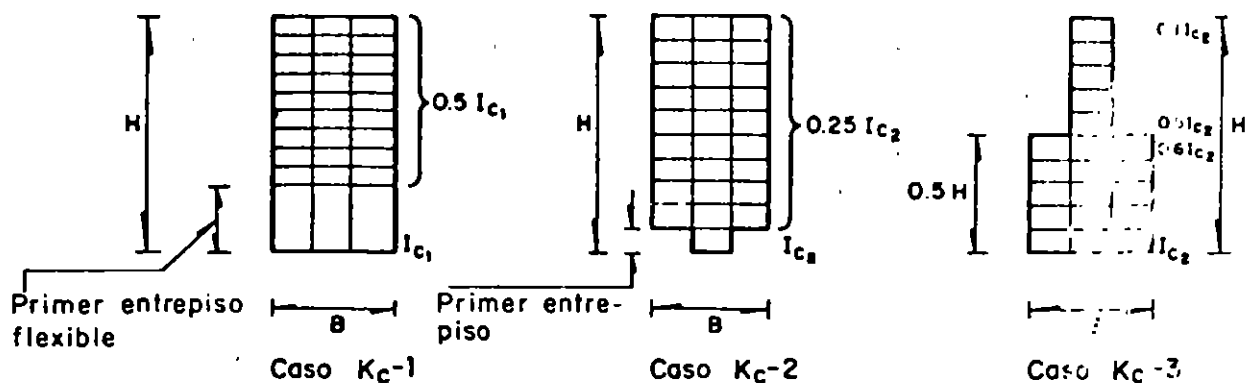
b) Masas, con $m=10 \text{ ton}\cdot\text{seg}^2/\text{m}$

Para $H/B = 1.2$, $n = 10$

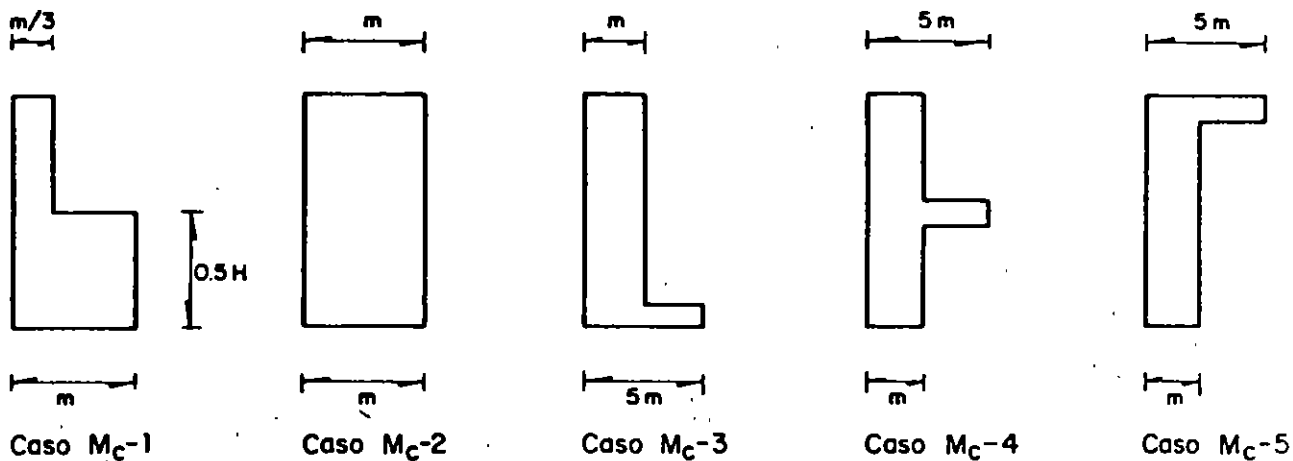
Para $H/B = 3.6$, $n = 30$

n número de pisos

Fig 2. Variación de parámetros en los modelos de muros acoplados



a) Rigideces con $I_{C1}=0.02 \text{ m}^4$, $I_{C2}=0.034 \text{ m}^4$ y relación de aspecto $H/B=2$



b) Masas, con $m=10.0 \text{ ton}\cdot\text{seg}^2/\text{m}$

Para $H/B = 2$, $n = 10$

Para $H/B = 4$, $n = 20$

n número de pisos

Fig 3. Variación de parámetros en los modelos de marcos

Rigidez caso K_F-1

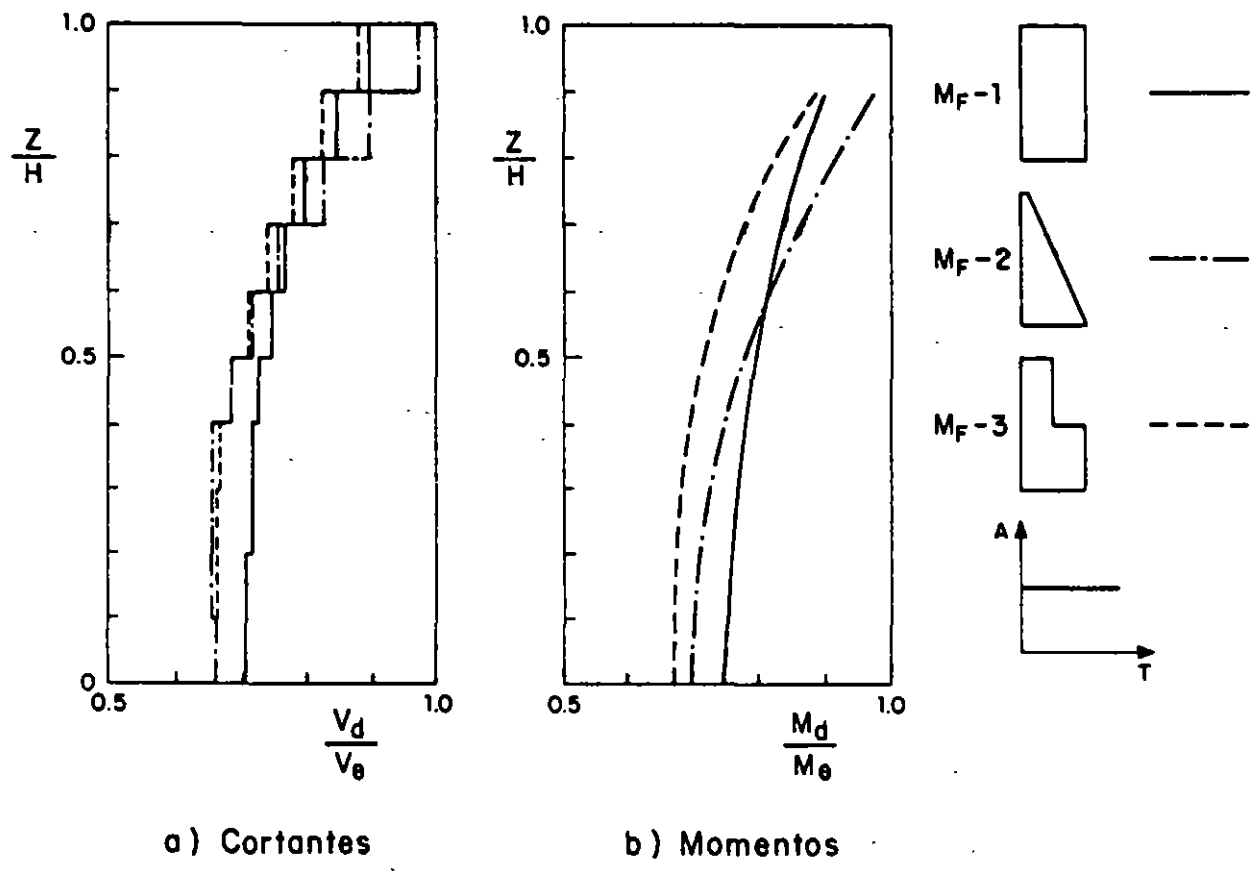
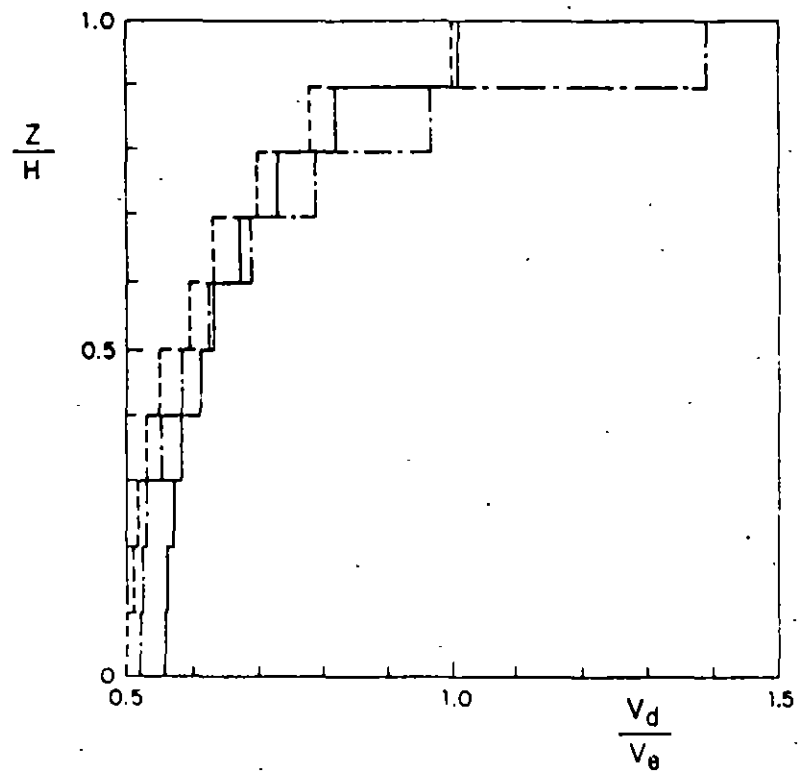
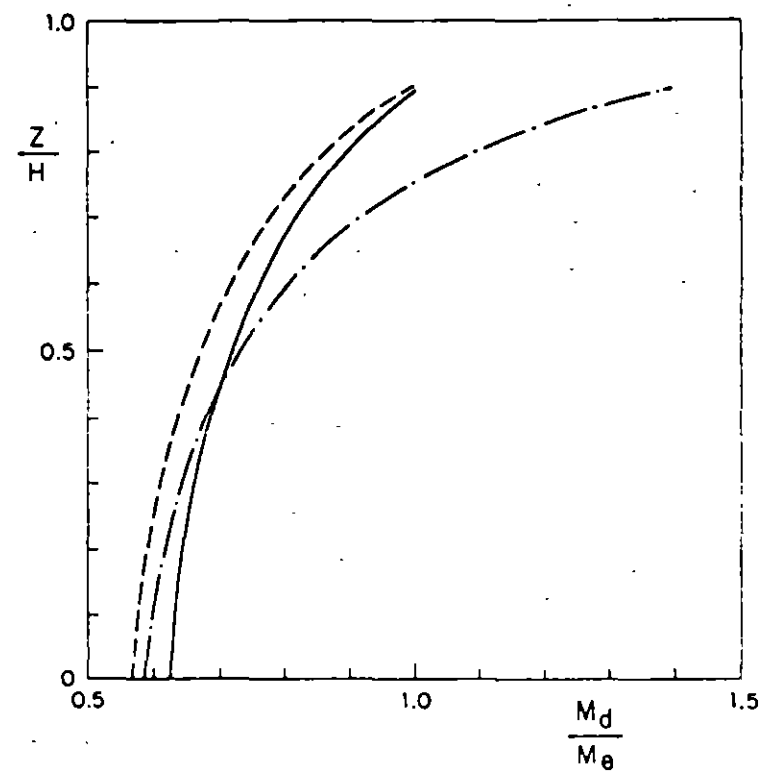


Fig 4. Relación de respuesta dinámica a estática

Rigidez caso K_F-2



a) Cortantes



b) Momentos

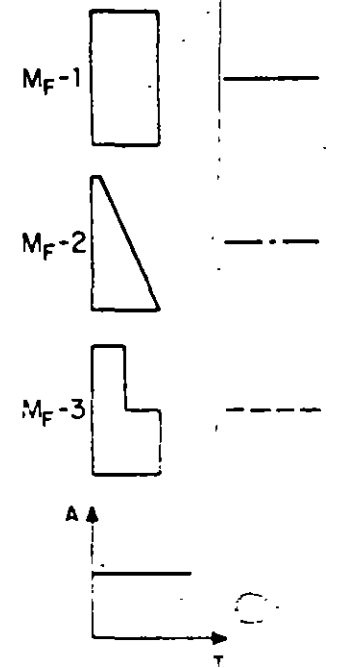


Fig 5. Relación de respuesta dinámica a estática

Rigidez caso $K_F - 3$

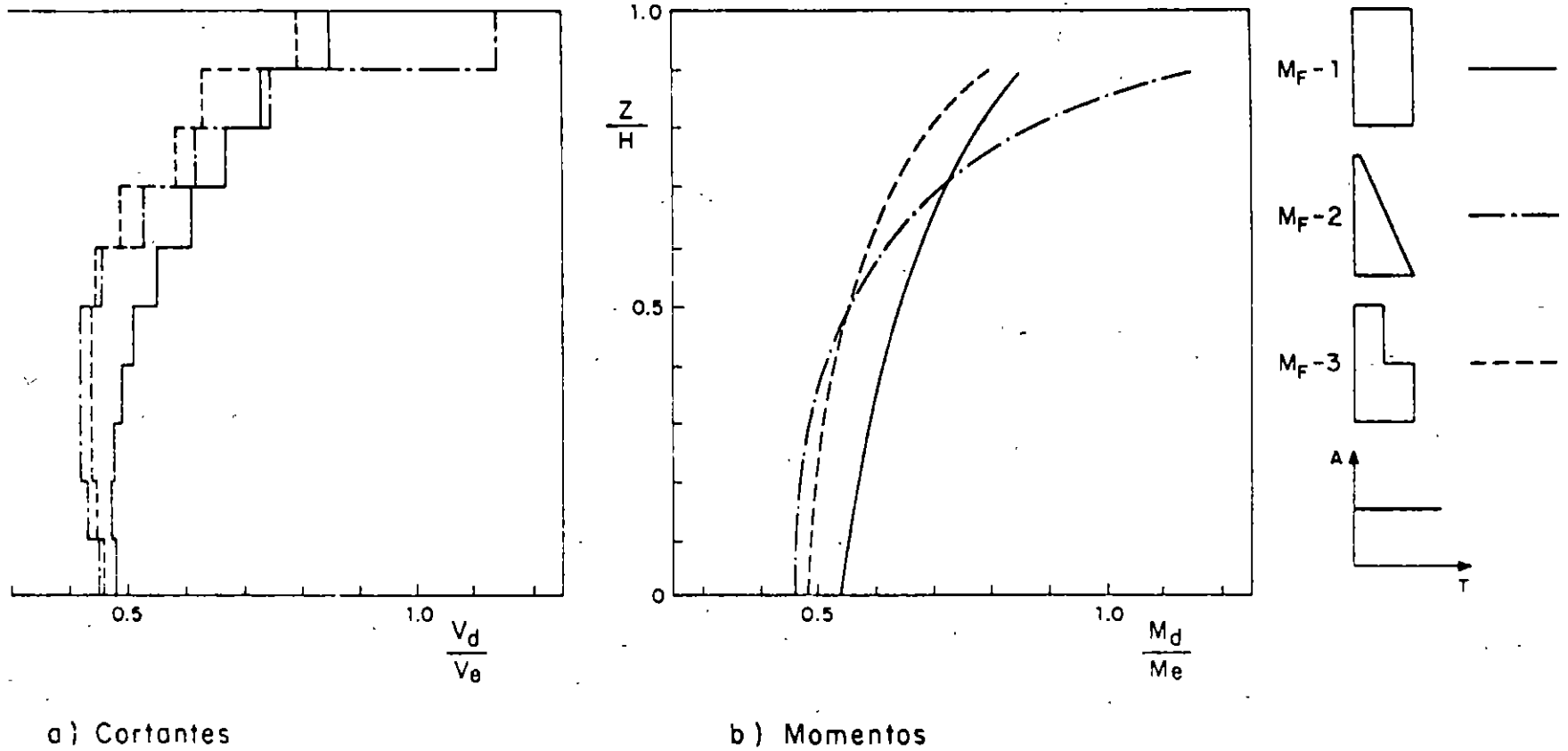
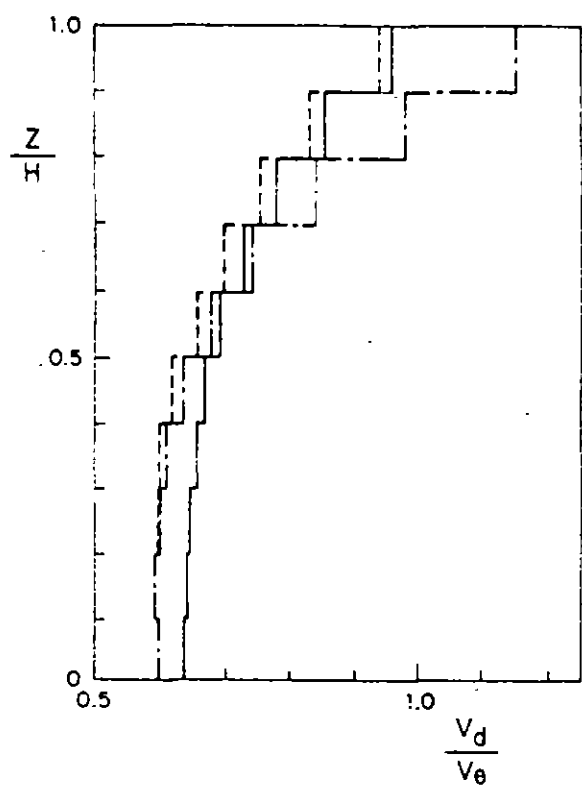
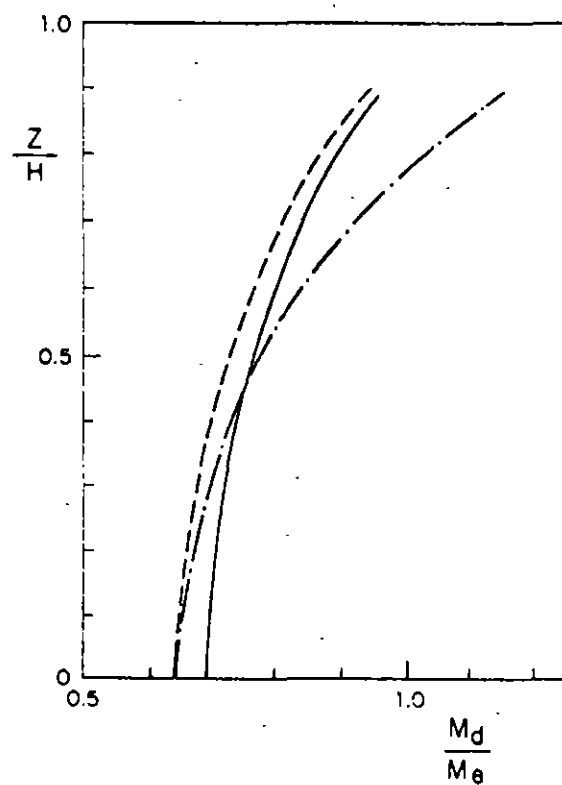


Fig 6. Relación de respuesta dinámica a estática

Rigidez caso $K_F - 4$



a) Cortantes



b) Momentos

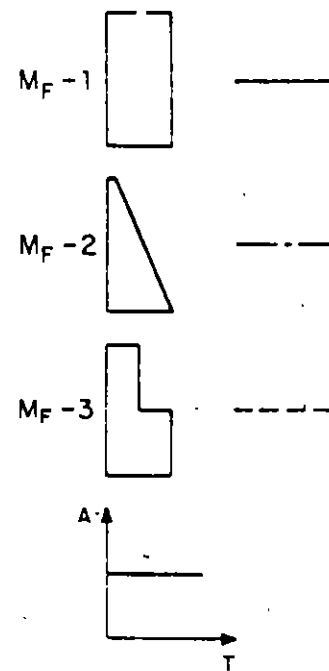
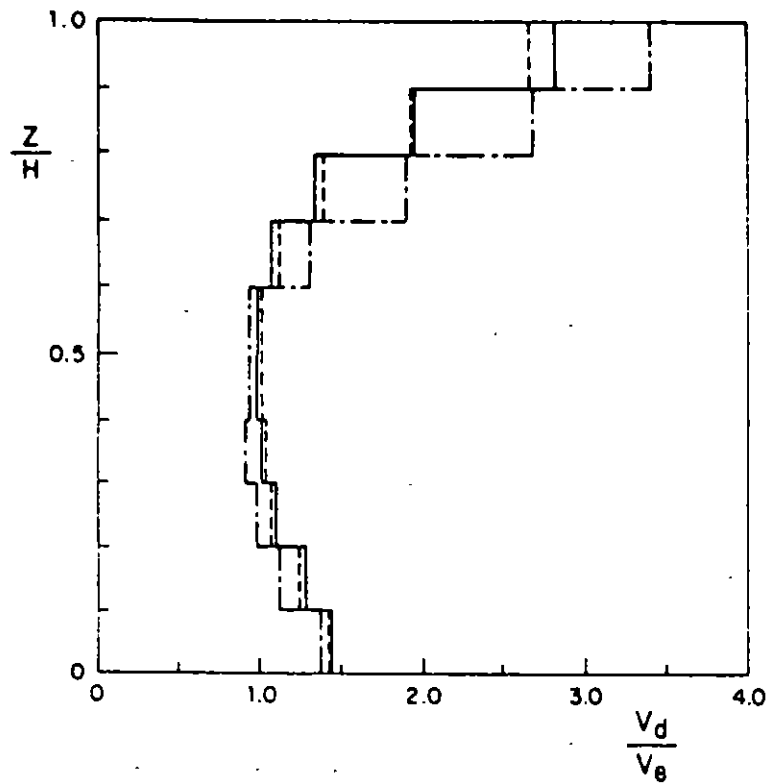
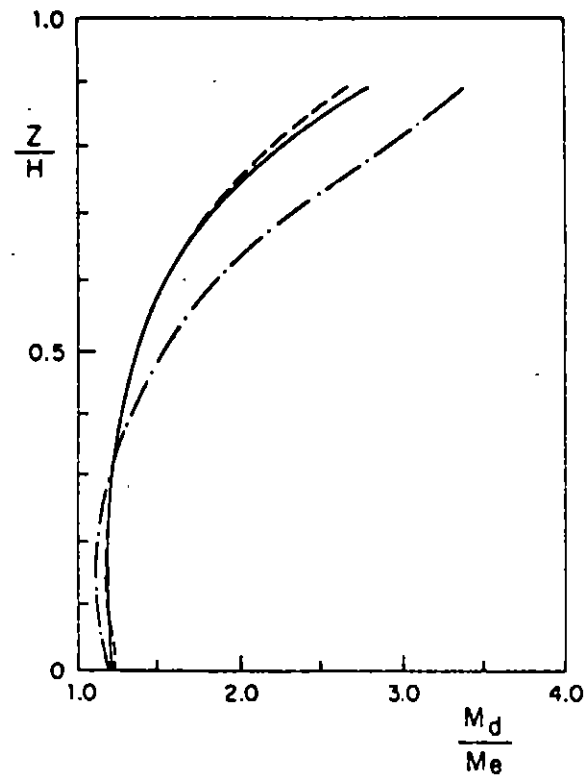


Fig 7. Relación de respuesta dinámica a estática

Rigidez caso K_F-1



a) Cortantes



b) Momentos

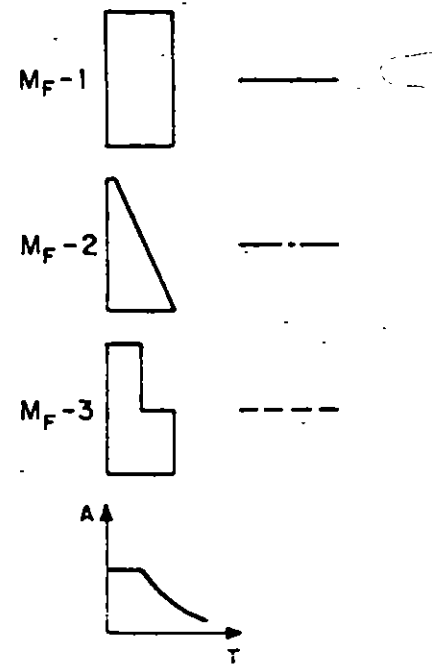
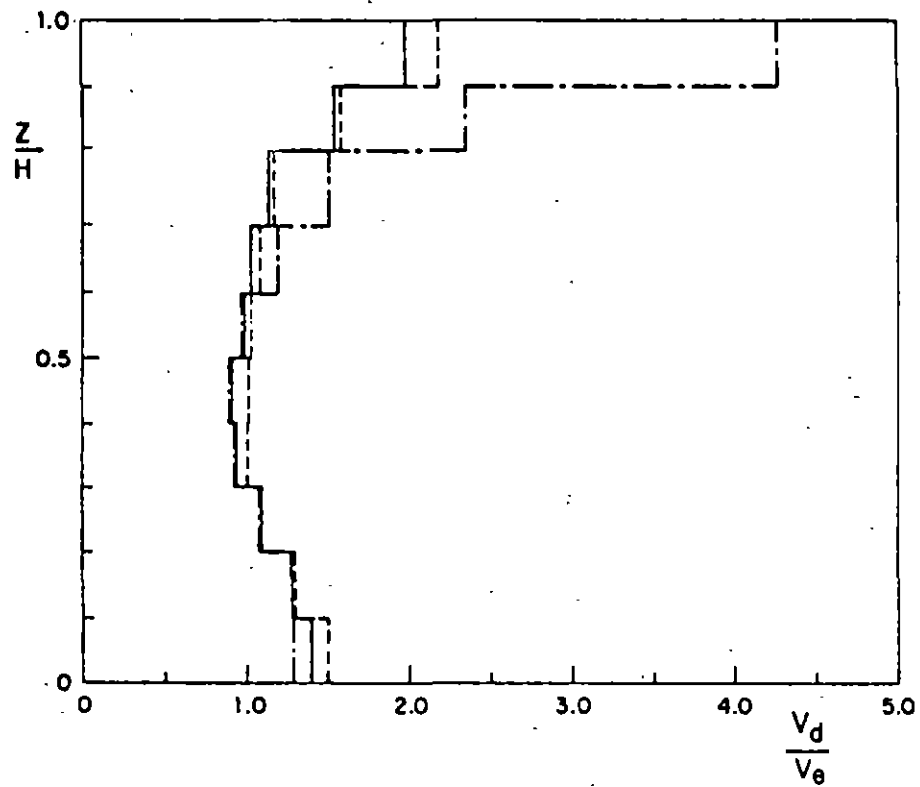
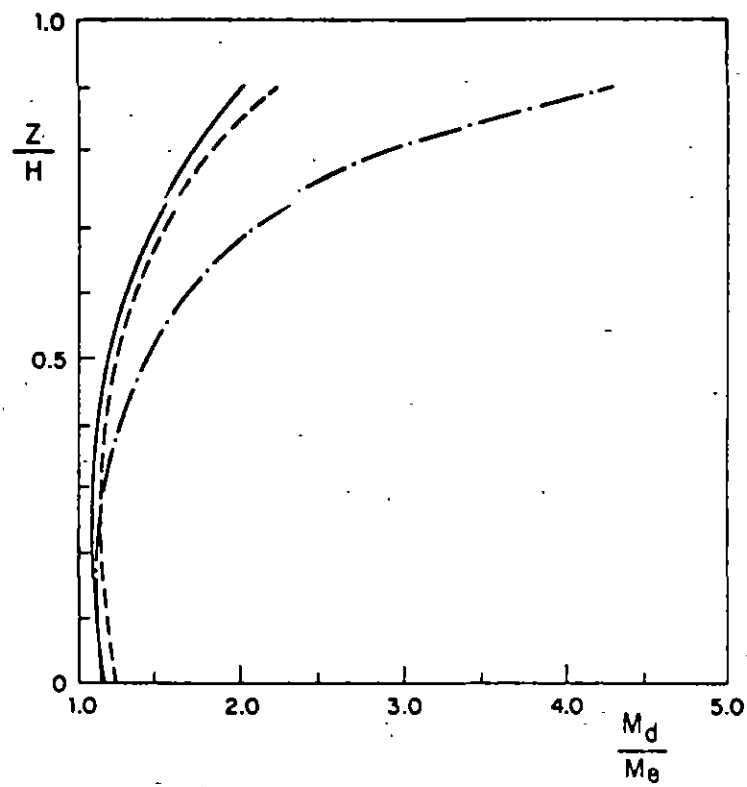


Fig 8. Relación de respuesta dinámica a estática

Rigidez caso $K_F - 2$



a) Cortantes



b) Momentos

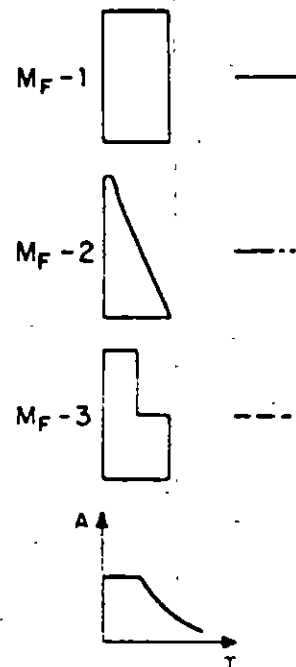
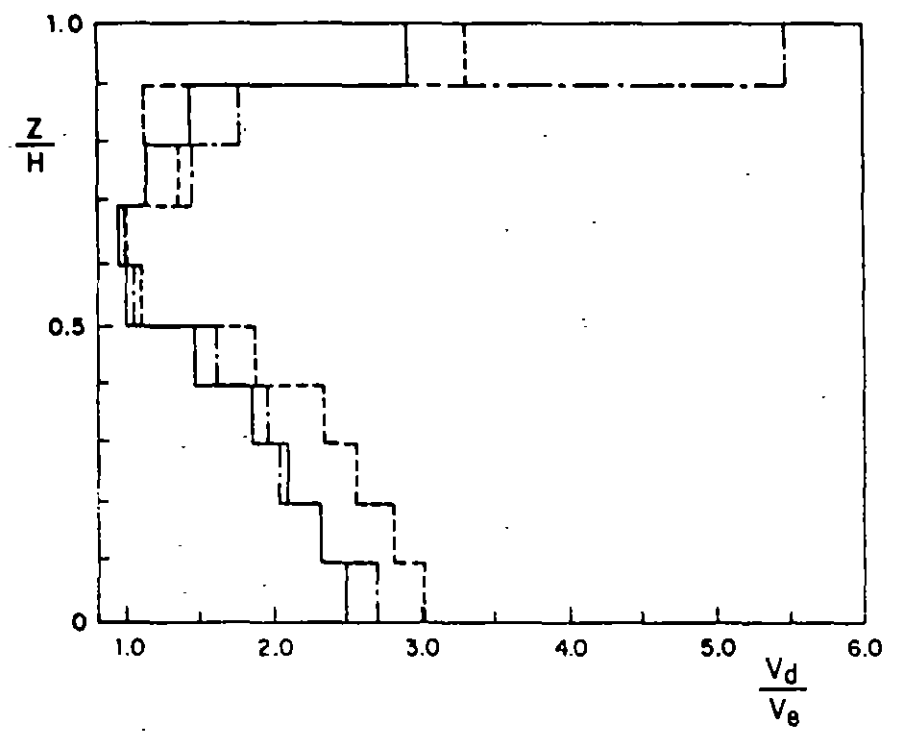
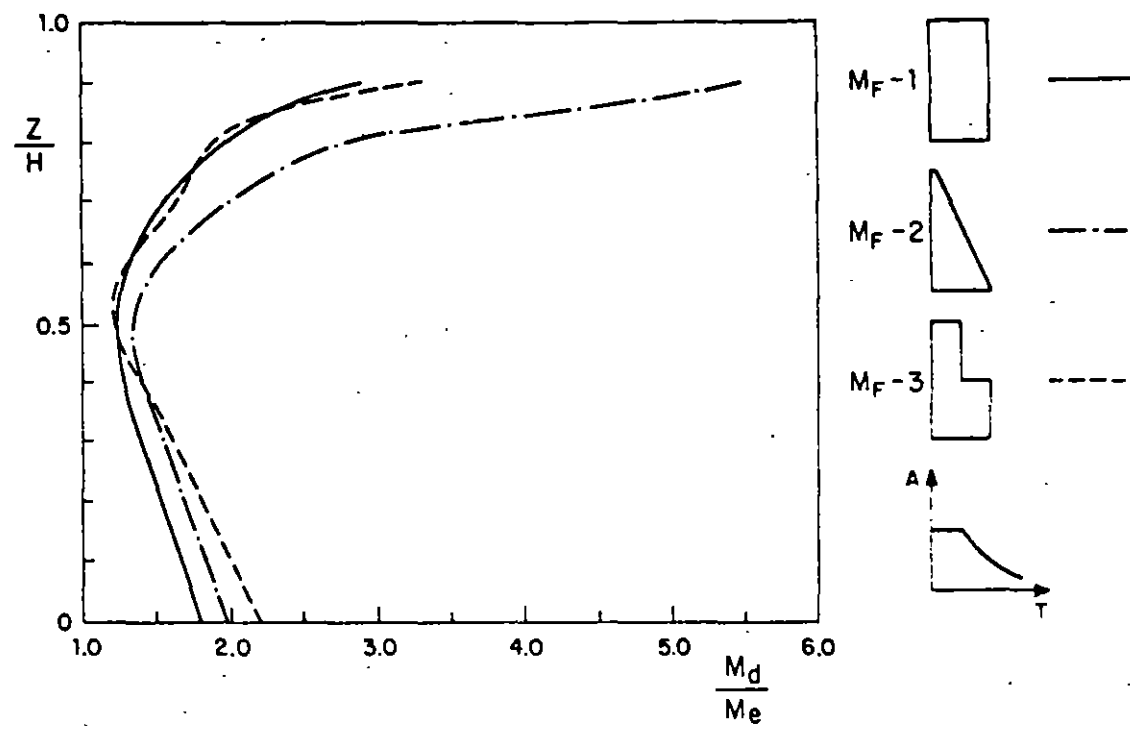


Fig 9. Relación de respuesta dinámica a estática

Rigidez caso K_F-3



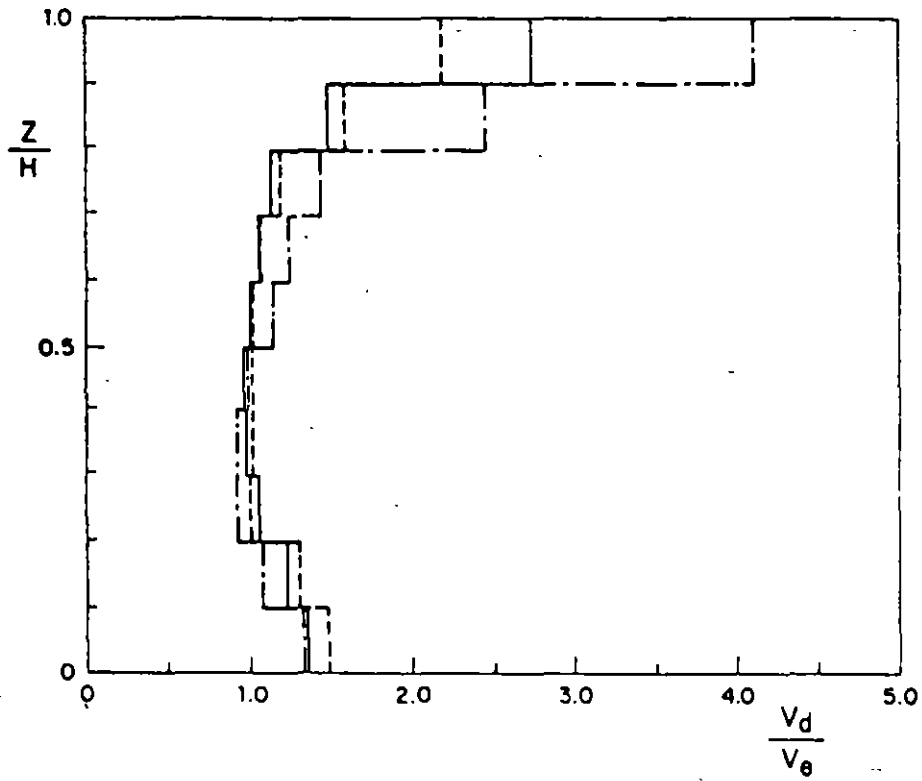
a) Cortantes



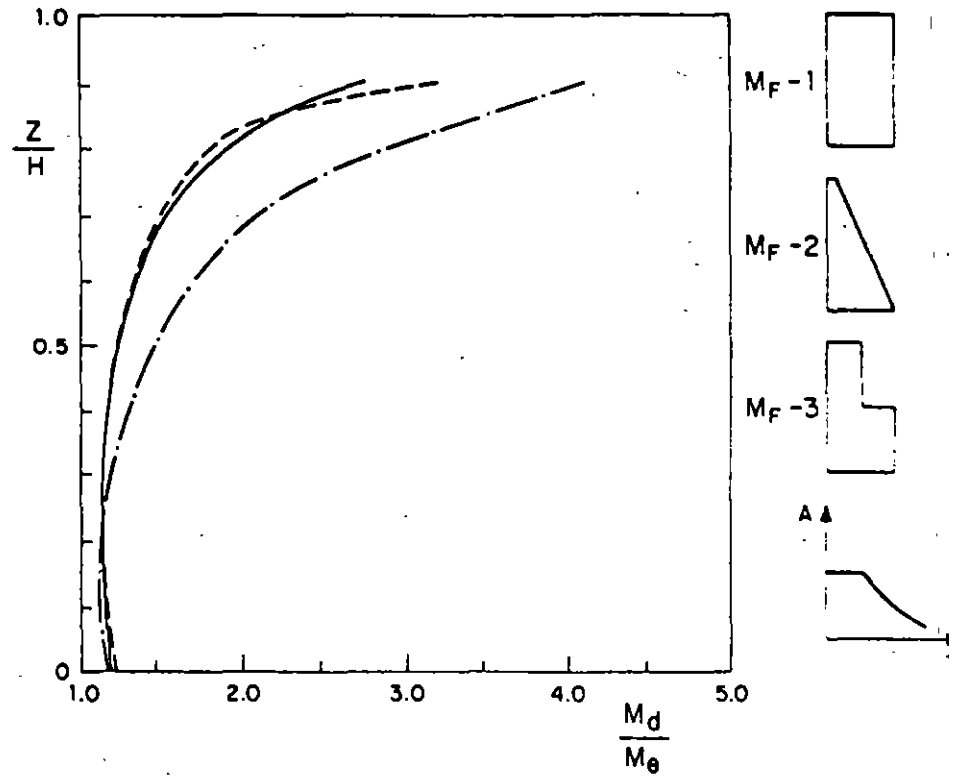
b) Momentos

Fig 10. Relación de respuesta dinámica a estática

Rigidez caso K_F-4



a) Cortantes



b) Momentos

Fig 11. Relación de respuesta dinámica a estática

Rigidez caso K_C-1

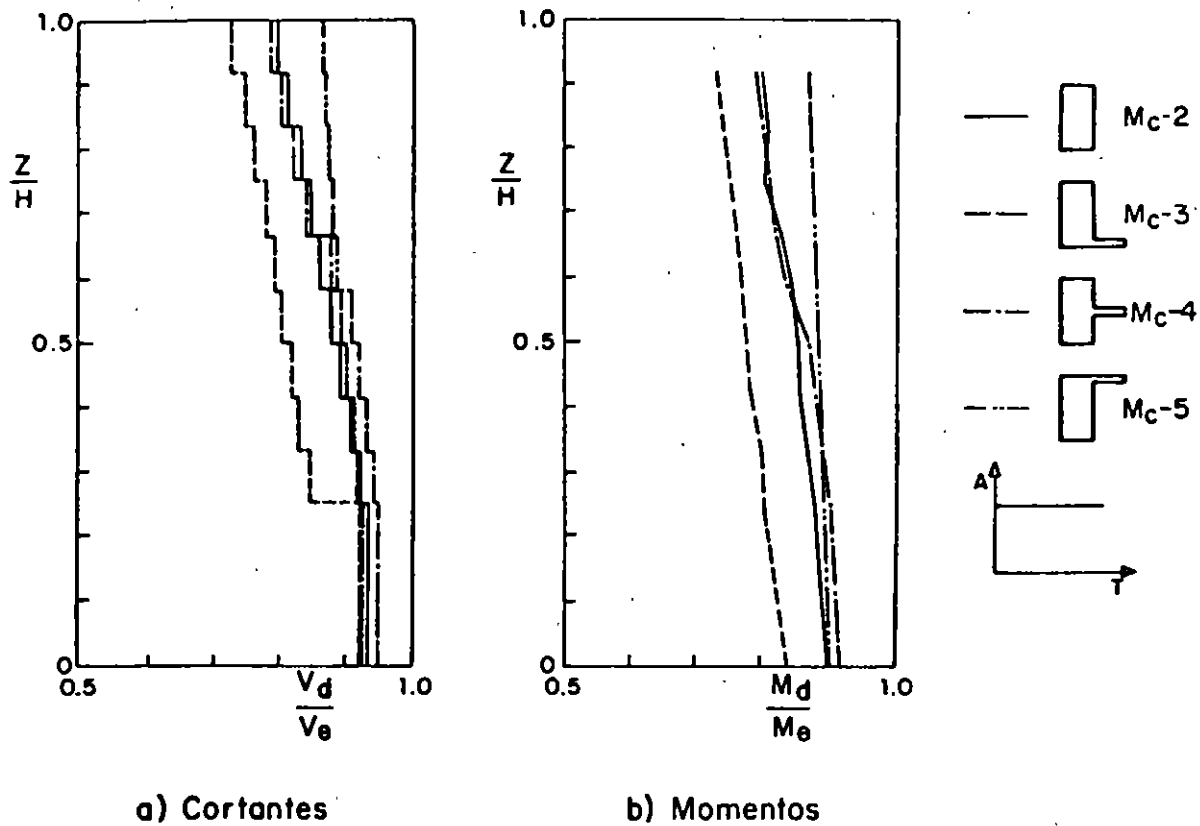


Fig 12. Relación de respuesta dinámica a estática

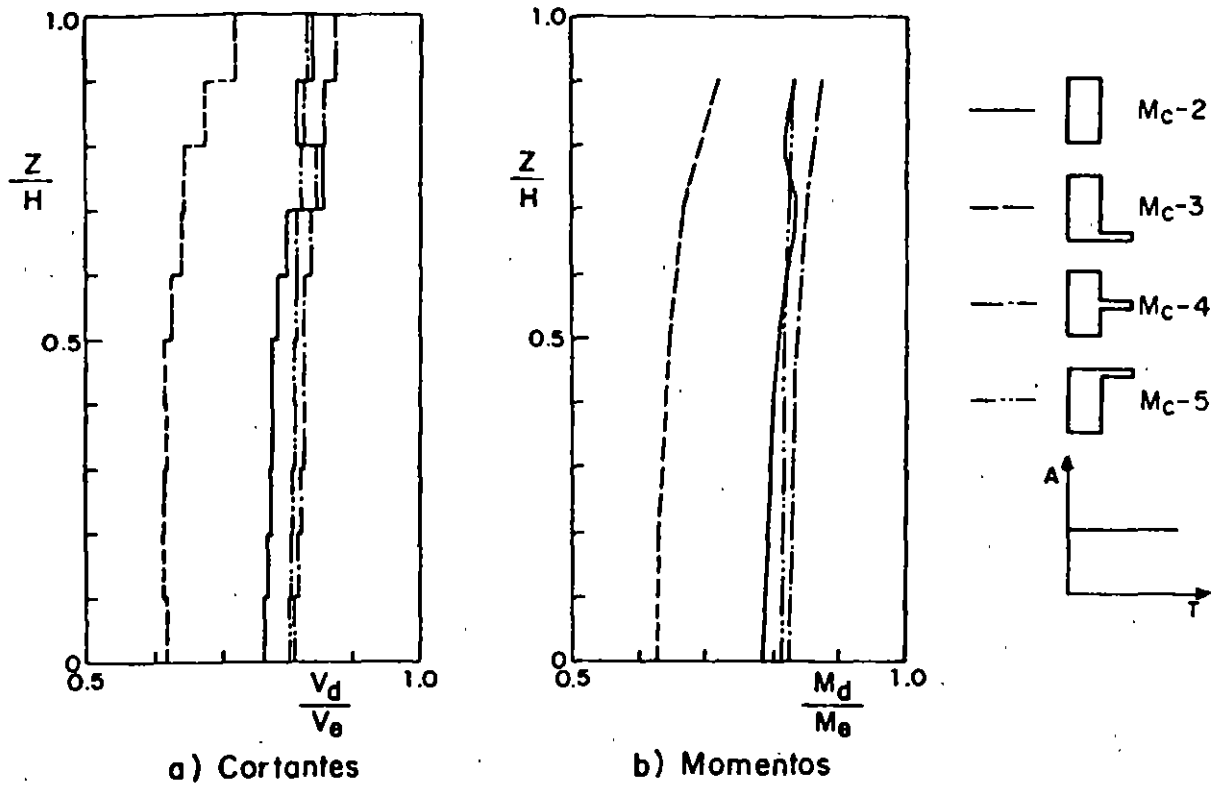
Rigidez caso K_C-2

Fig 13. Relación de respuesta dinámica a estática

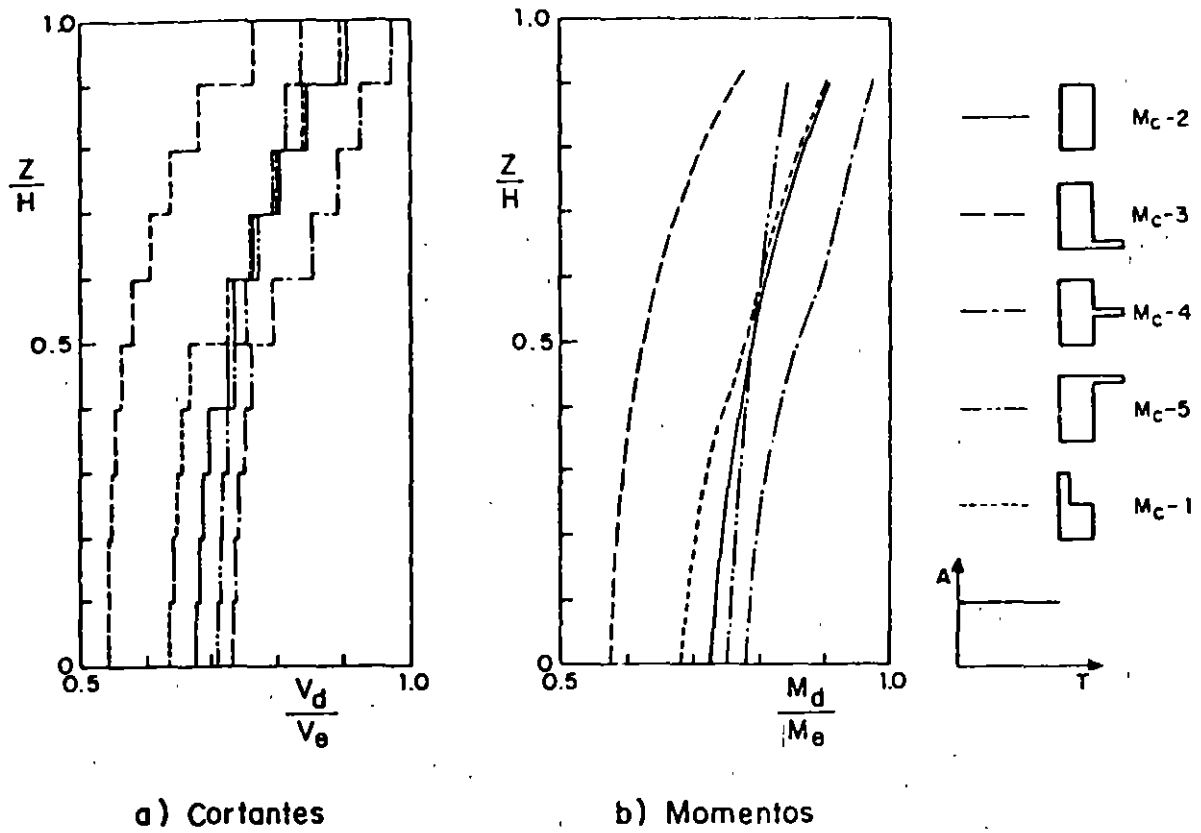
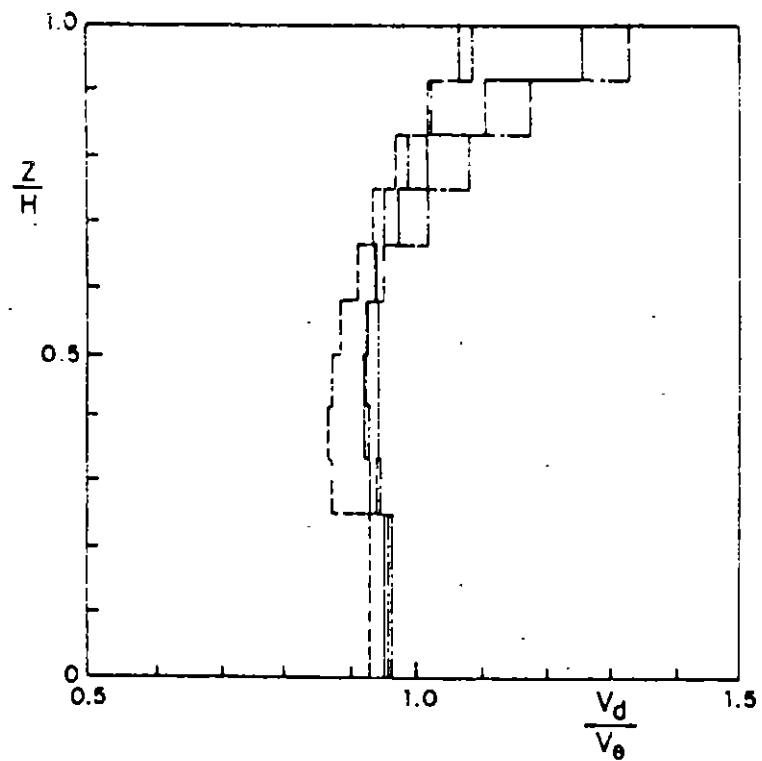
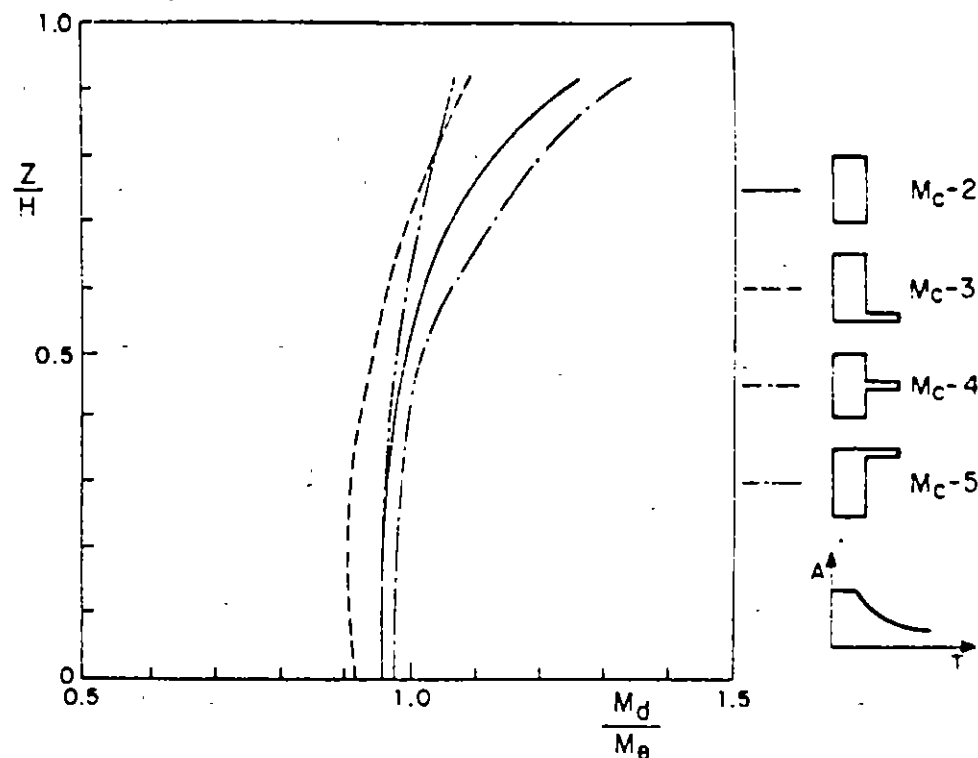
Rigidez caso K_C-3 

Fig 14. Relación de respuesta dinámica a estática

Rigidez caso $K_c = 1$



a) Cortantes



b) Momentos

Fig 15. Relación de respuesta dinámica a estática

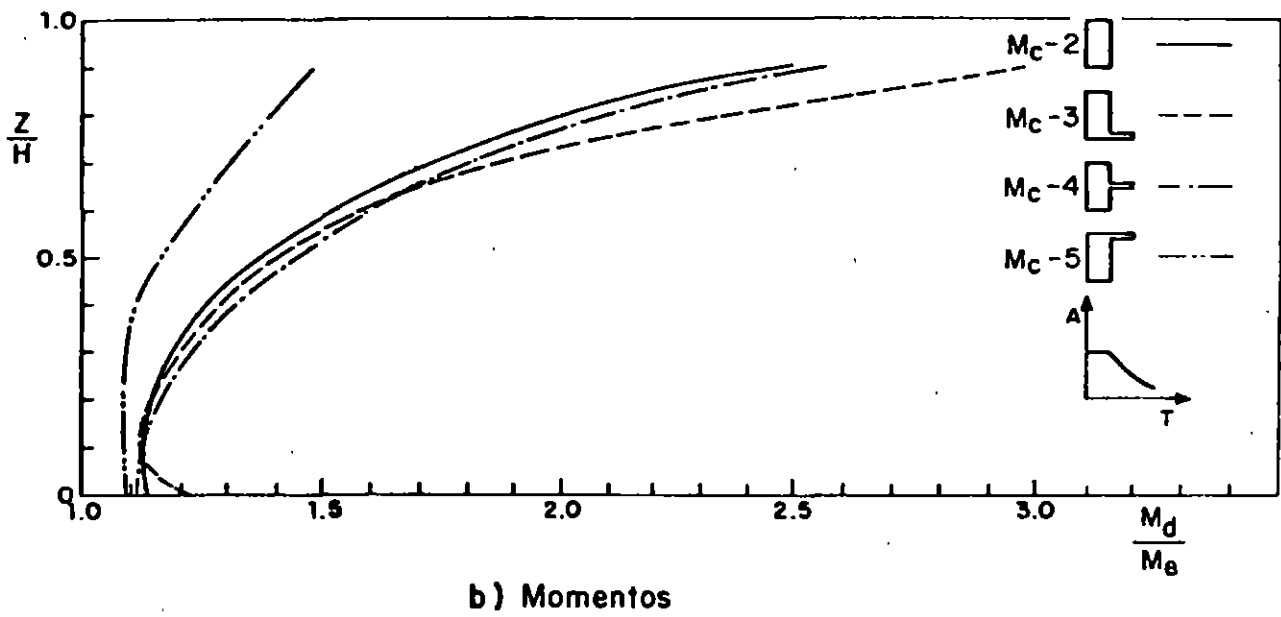
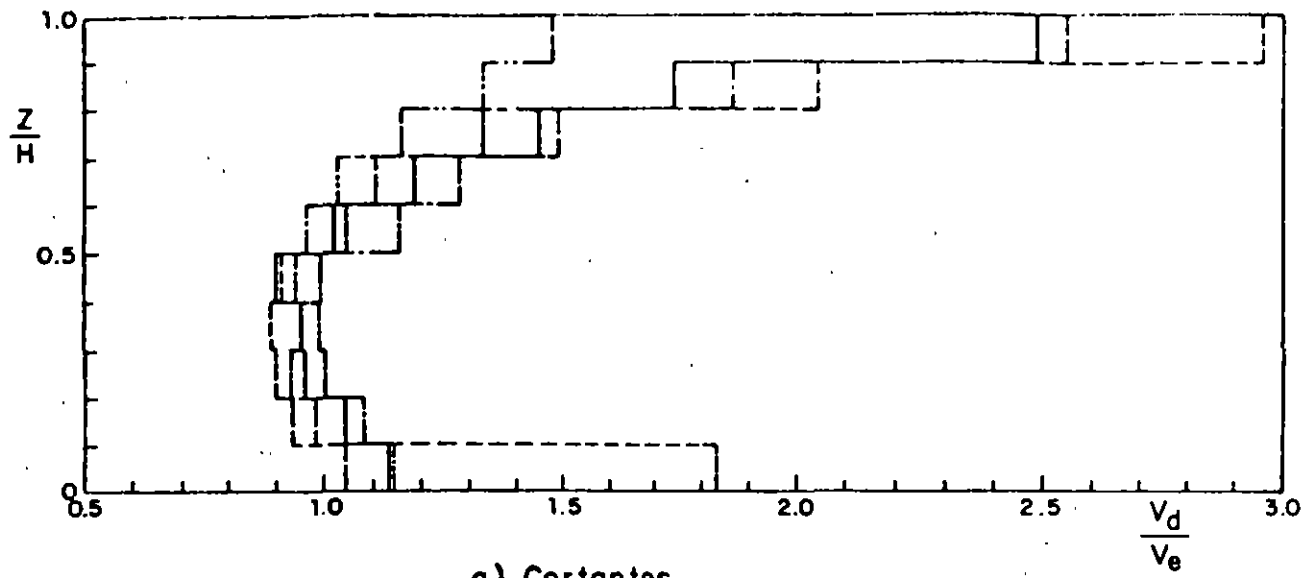
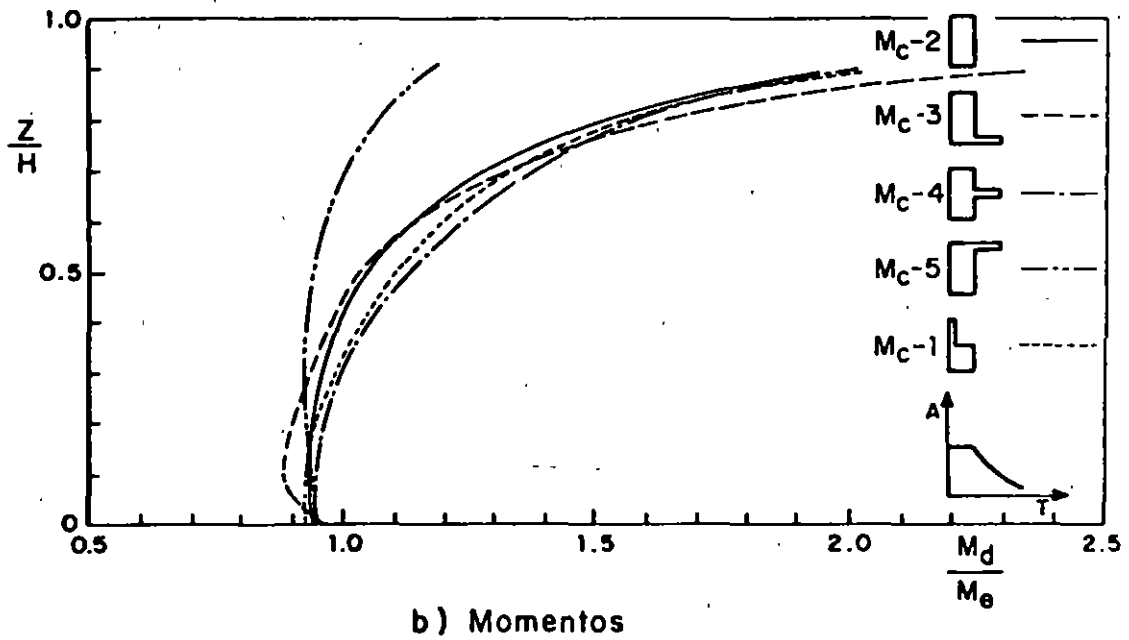
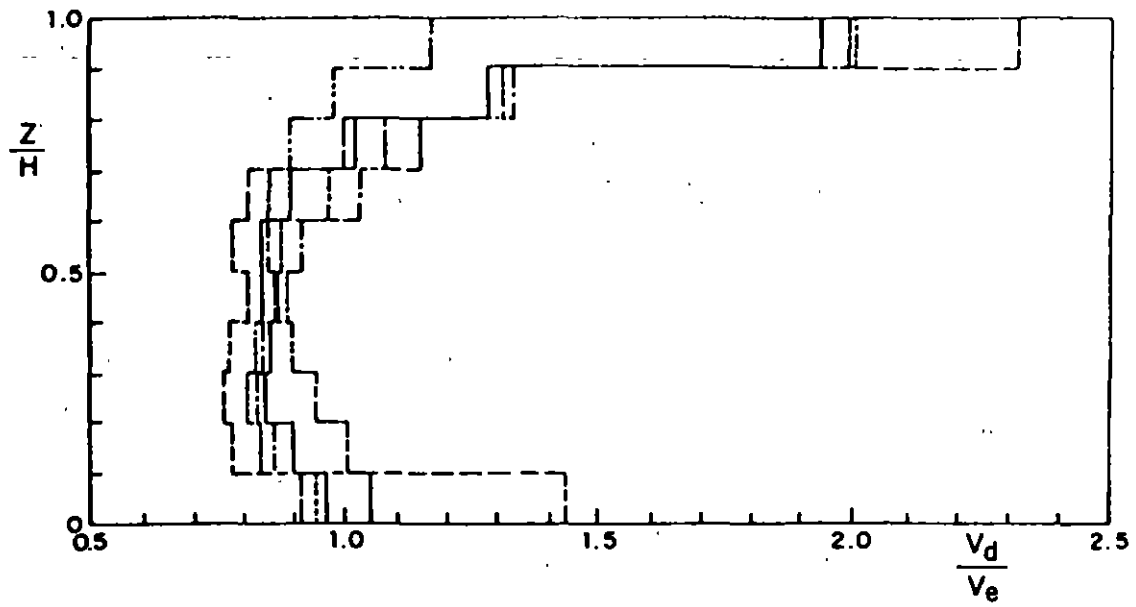
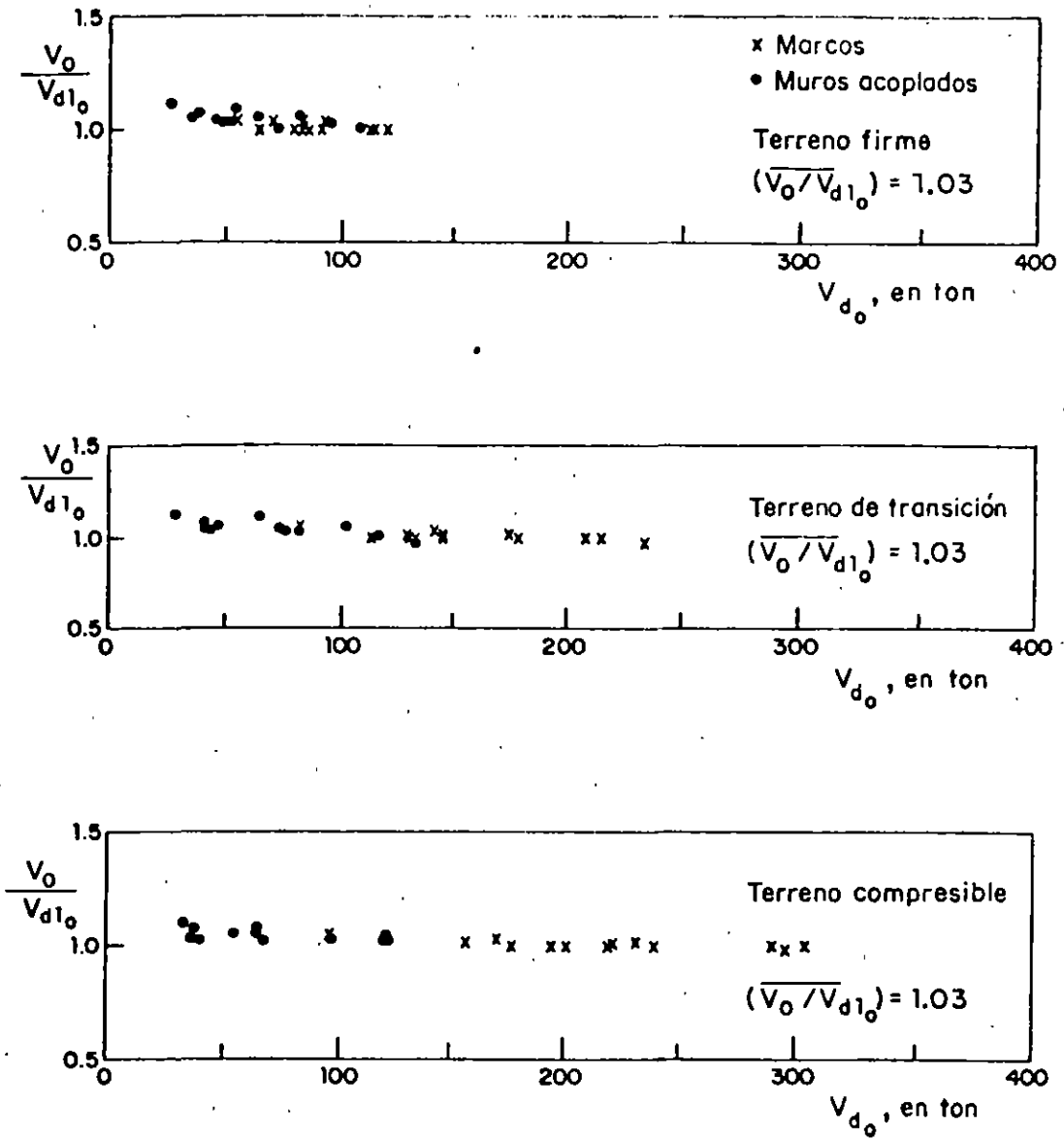
Rigidez caso K_C-2 

Fig 16. Relación de respuesta dinámica a estática



Fin 17. Relación de respuesta dinámica a estática

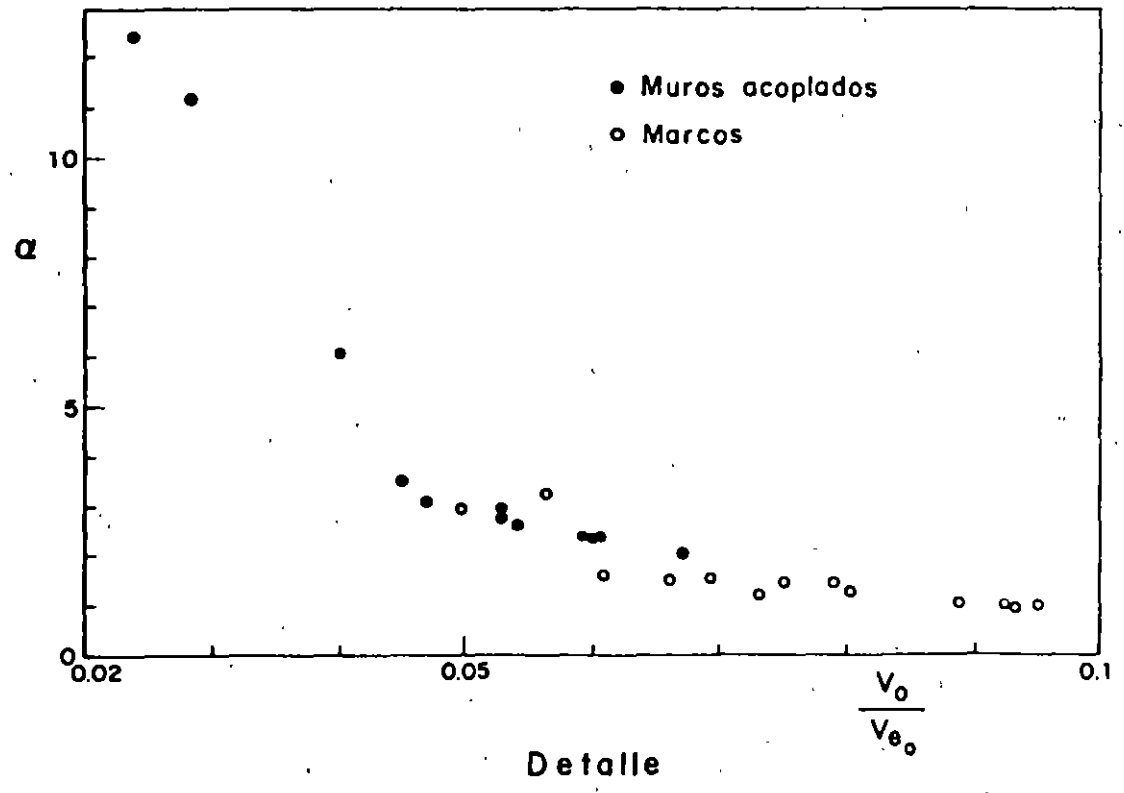
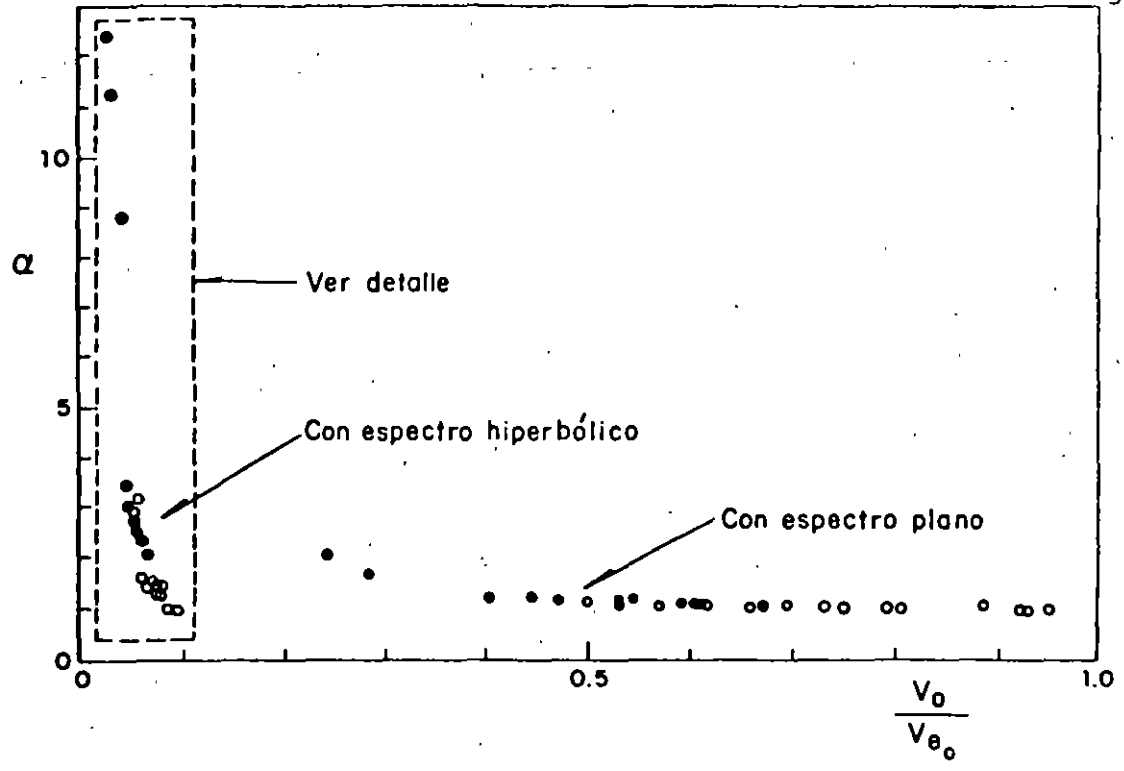


MODELOS CON RELACIONES

H/B = 1.2 (muros acoplados)

H/B = 2 (marcos)

Fig 18. Relación entre (V_0/V_{d1_0}) y V_{d_0}



MODELOS CON RELACIONES

H/B = 1.2 (muros acoplados)

H/B = 2 (marcos)

Fig 19. Factor correctivo para cortante basal

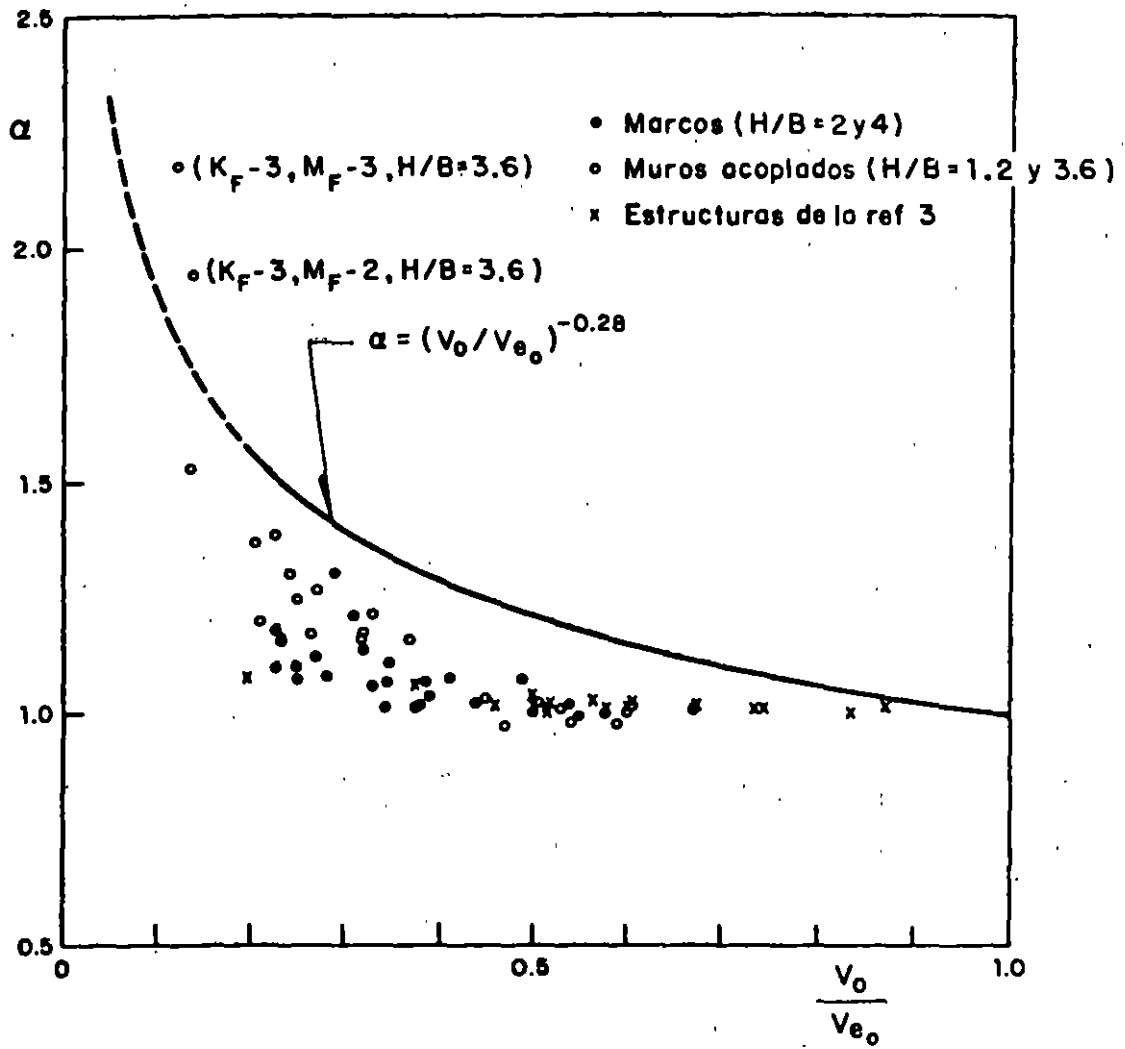


Fig 20. Factor correctivo α para espectro en terreno firme

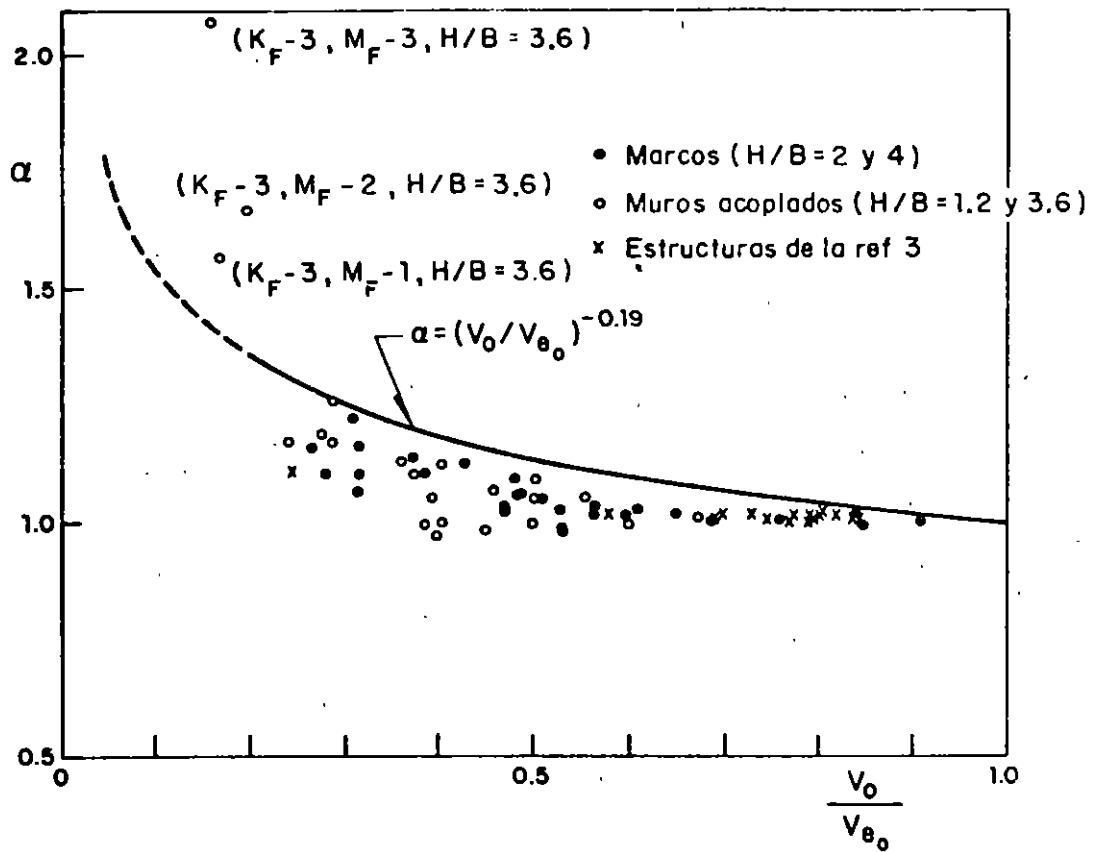


Fig 21. Factor correctivo α para espectro en terreno de transición

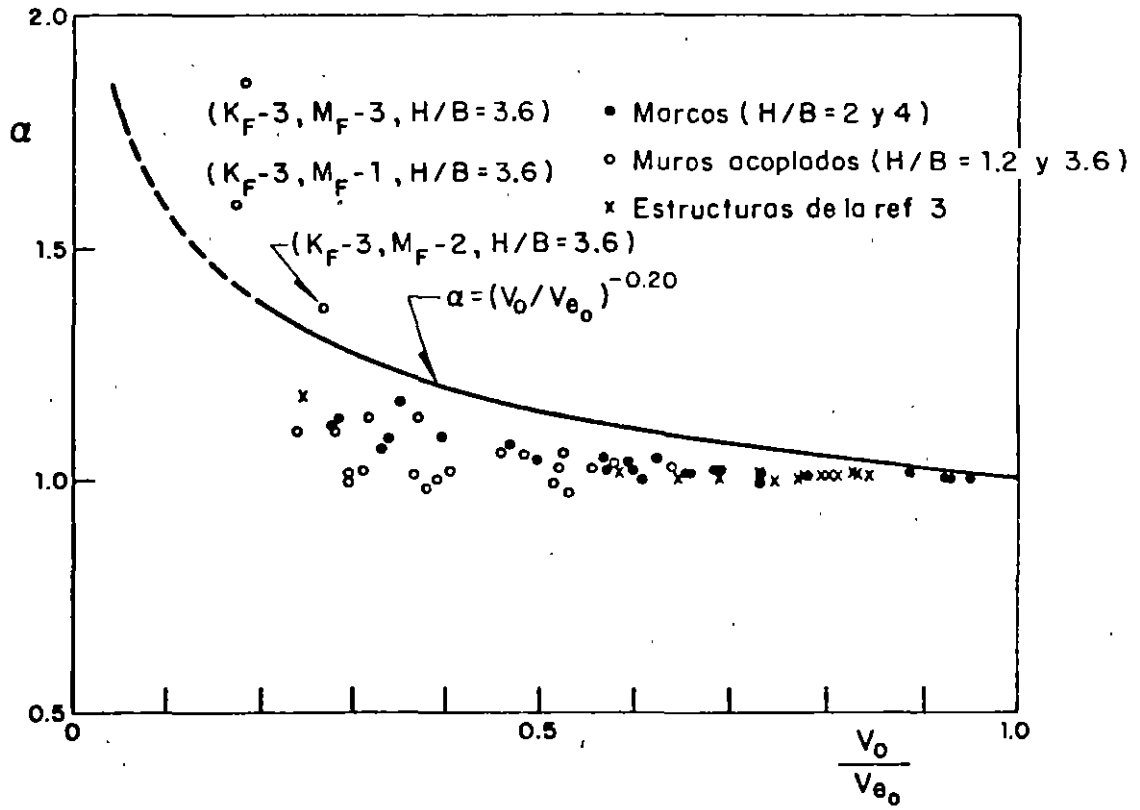


Fig 22. Factor correctivo α para espectro en terreno compresible