



DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
FACULTAD DE INGENIERÍA

01161

15

20j.

**EVALUACIÓN DE ALGUNOS MÉTODOS APROXIMADOS
PARA ESTIMAR LA RESPUESTA SÍSMICA DE SISTEMAS NO
LINEALES DE CORTANTE**

RAMÓN LEONARDO VERAS FELIPE

TESIS

**PRESENTADA A LA DIVISIÓN DE
ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA**

FACULTAD DE INGENIERÍA

DE LA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**COMO REQUISITO PARA OBTENER
EL GRADO DE**

**MAESTRO EN INGENIERÍA
(ESTRUCTURAS)**

**DIRECTOR DE TESIS:
DR. LUIS ESTEVA MARABOTO**

CIUDAD UNIVERSITARIA

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

1998





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

*En Especial a Mis Padres Y
a Mis Hermanos y Hermanas.*

A Mis Cuñados.

A Mis Sobrinos.

A Mis Amigos.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
RESUMEN	
CAPÍTULO I: <i>Introducción</i>	1
1.1 Antecedentes y objetivos	1
1.2 Planteamiento del problema	2
CAPÍTULO II: <i>Procedimientos Aproximados de Análisis</i>	3
Introducción	3
2.1 Método 1.a	4
2.1.1 Bases del método	4
2.1.2 Aplicación a sistemas de varios grados de libertad	9
2.1.3 Procedimiento de análisis	9
2.2 Método 1.b	12
2.2.1 Procedimiento de análisis	12
2.3 Método 2	16
2.3.1 Procedimiento de análisis	17
2.3.2 Aceleración de la convergencia	19
2.3.3 Procedimiento alternativo de análisis de sistemas de varios grados de libertad mediante el método 2.	20
CAPÍTULO III: <i>Casos Estudiados</i>	24
3.1 Método 1.a	24
3.2 Método 1.b	25
3.3 Método 2	25

	Página
CAPÍTULO IV : <i>Resultados</i>	27
4.1 Método 1.a	28
4.2 Método 1.b	31
4.3 Método 2	32
4.4 Método Convencional	34
4.5 Comparación entre Métodos	34
Figuras	37
Tablas	61
CAPÍTULO V : <i>Conclusiones</i>	69
Recomendaciones y posibles estudios futuros	69
REFERENCIAS	71
RECONOCIMIENTOS	72
APÉNDICE	73

RESUMEN

En el presente trabajo se estudió la respuesta sísmica no lineal de sistemas de cortante de varios grados de libertad, utilizando métodos de linealización equivalente.

Se utilizaron tres métodos de linealización equivalente. El primero determina las propiedades equivalentes de rigidez y amortiguamiento utilizando el promedio pesado de las rigideces y amortiguamientos de sistemas equivalentes definidos a partir del sistema real. El segundo es casi igual al primero, con la diferencia de que el amortiguamiento se determina igualando la respuesta de un sistema no lineal de cierto período, con su correspondiente a la de un sistema lineal. Para ello se emplean espectros inelásticos con diferentes ductilidades y espectros elásticos con diferentes amortiguamientos. El tercer método emplea espectros inelásticos de desplazamiento para determinar la respuesta; la misma se obtiene mediante un proceso iterativo que finaliza cuando la ductilidad calculada es igual a una cierta ductilidad propuesta. El método sólo es aplicable a sistemas de cortante, y las rigideces equivalentes se calculan a partir de las rigideces secantes de los miembros estructurales correspondientes.

Para calibrar estos métodos, los resultados obtenidos con ellos se compararon con los que se obtienen de un análisis paso a paso.

Se estudiaron edificios de siete y catorce niveles con períodos en segundos de 0.4, 0.7, 1.0 y 1.3, 1.5, 1.7, respectivamente. En ellos se hicieron variar los parámetros de diseño, además de los criterios de linealización equivalente estudiados, y se utilizó como excitación sísmica la función media de una familia de diez espectros obtenidos de registros simulados a partir del registro medido en la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT), componente Este-Oeste, el 19 de Septiembre de 1985.

Las respuestas también se compararon con los resultados obtenidos de un análisis convencional no lineal, con el fin de ver la ventaja de usar los métodos equivalentes en lugar de dicho análisis convencional.

De la comparación de los resultados pudo observarse que, en general, los métodos equivalentes subestimaron las respuestas de los entrepisos inferiores y sobrestimaron las de los entrepisos superiores con respecto a la que se obtuvo de un análisis paso a paso. Se presentaron sesgos importantes, los que hacen poco atractivo el uso de estos métodos para fines prácticos.

Pudo observarse también que el método convencional es incapaz de reproducir la respuesta respecto a la del análisis paso a paso sin que presente sesgos importantes.

Se pensó que el hecho de introducir las acciones sísmicas sobre la estructura a partir de espectros de respuesta, ignorando de esta forma la evolución de sus propiedades dinámicas conforme la energía del movimiento del terreno se transmite a la estructura, era la causa de la incapacidad de los métodos en cuestión para predecir las concentraciones de deformaciones en los entrepisos inferiores que se obtienen del análisis paso a paso, por lo que se planteó la necesidad de estudiar en el futuro un método alternativo en el que la excitación se introduzca al sistema en forma incremental.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

El análisis sísmico no lineal de marcos de edificios se hace normalmente empleando métodos paso a paso. De aquí se determinan las ductilidades máximas demandadas y se comparan con las correspondientes capacidades máximas de deformación.

Por razones prácticas, las fuerzas internas para el diseño de los miembros estructurales se obtienen con frecuencia a partir de análisis modales de sistemas lineales "equivalentes".

La cantidad de trabajo numérico que se requiere para realizar los análisis paso a paso restringe la posibilidad de explorar alternativas diversas, tanto en las etapas de diseño preliminar como en la de diseño definitivo. Por ello es necesario desarrollar criterios y procedimientos de análisis y diseño basados en las repuestas calculadas por medio de sistemas lineales equivalentes.

El objetivo de este trabajo es desarrollar criterios y procedimientos de análisis de respuesta de sistemas estructurales no lineales empleando sistemas lineales equivalentes, calibrar las respuestas obtenidas con las que se obtengan de análisis paso a paso y estudiar los diferentes parámetros que influyen en ellas de acuerdo con las variables de diseño utilizadas. Estos criterios se aplican a sistemas de cortante de uno y de múltiples grados de libertad.

En el capítulo II se explican los procedimientos de análisis lineal equivalente desarrollados aquí. El primero de éstos determina las propiedades equivalentes de la estructura utilizando expresiones que fueron desarrolladas por Newmark y Rosenblueth [1] para sistemas de un grado de libertad. En este trabajo dichas expresiones se extienden para su aplicación a sistemas de varios grados de libertad. El segundo procedimiento sólo se diferencia del primero en la forma de determinar las propiedades equivalentes de amortiguamiento. El tercer procedimiento se desarrolla por primera vez en este trabajo y se basa en espectros lineales y no lineales de desplazamiento para determinar la respuesta.

En el capítulo III se presentan los edificios estudiados, se dan sus propiedades y las diferentes variables empleadas tanto en su diseño como en su análisis.

En el capítulo IV se presentan y se comentan los resultados calculados utilizando los métodos equivalentes, mismos que se comparan con sus correspondientes obtenidos de un análisis paso a paso y de un análisis no lineal convencional. Y finalmente, en el capítulo VI se presentan las conclusiones y recomendaciones, y se analiza la posibilidad de hacer estudios futuros con base en los resultados que aquí se presentan y en los métodos utilizados.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En general, uno de los objetivos en un problema de análisis sísmico consiste en conocer la máxima respuesta que una estructura, de la cual se conoce el diseño, puede experimentar cuando ésta se somete a una excitación sísmica conocida.

Es sabido que este problema puede resolverse de varias formas, tales como:

- Un análisis no lineal convencional, utilizando espectros de diseño sísmico tal como lo estipulan los códigos de diseño sísmico de edificios.
- Un análisis modal espectral, que toma en cuenta las propiedades dinámicas del edificio ante cargas laterales y emplea espectros lineales de respuesta.
- Un análisis paso a paso, que resuelve la ecuación diferencial de movimiento de la estructura ante cargas laterales y de esa forma se obtiene la historia en el tiempo de la respuesta de la estructura ante una excitación sísmica particular.

Otra forma de resolver este problema es obteniendo la respuesta utilizando un modelo estructural equivalente del sistema que sea capaz de describir en forma esencial las propiedades de la estructura completa. Los métodos que describen la respuesta mediante un modelo como el mencionado se llaman "métodos de linealización equivalente" y son los que se emplearán en este trabajo.

En el siguiente capítulo se desarrollan los diferentes métodos aproximados de linealización equivalente mediante los cuales se estudia la respuesta no lineal de sistemas estructurales. Se explica además con mayor detalle el concepto de linealización equivalente.

En los métodos que se proponen en este trabajo se utilizaron modelos de comportamiento bilineal para representar la respuesta de los sistemas.

CAPÍTULO II

PROCEDIMIENTOS APROXIMADOS DE ANÁLISIS

INTRODUCCIÓN

Existen en la literatura diversos métodos aproximados de análisis no lineal de estructuras basados en el concepto de linealización equivalente, con los cuales se puede determinar la respuesta sísmica de sistemas que presentan comportamiento histerético [3].

La linealización equivalente consiste en definir un sistema lineal cuya respuesta se aproxime a su correspondiente con comportamiento histerético no-lineal. Si el sistema lineal es de un grado de libertad su movimiento puede describirse por la ecuación :

$$\ddot{x} + 2\zeta_e \omega_e \dot{x} + \omega_e^2 x = -a(t)$$

donde:

$$\omega_e^2 = \frac{k_e}{m_e} = \left(\frac{2\pi}{T_e} \right)^2$$

$$\zeta_e = \frac{c_e}{2m_e \omega_e}$$

y $a(t)$ representa la historia en el tiempo de aceleraciones del terreno. Las variables x , \dot{x} y \ddot{x} son el desplazamiento, velocidad y aceleración de la estructura, respectivamente.

Los parámetros ζ_e , ω_e , k_e , m_e y T_e representan los valores efectivos del sistema lineal. Estos parámetros se especifican de acuerdo con las hipótesis que asume el método aproximado de análisis que se utilice.

Dependiendo de la forma en que se determinan estos parámetros los métodos aproximados se pueden clasificar en dos categorías: unos están basados en la respuesta de sistemas con comportamiento del tipo armónico, mientras que otros se basan en respuestas de sistemas con comportamiento de tipo aleatorio estacionario.

En este estudio se presentan tres métodos aproximados de análisis que utilizan la técnica de linealización equivalente. Los dos primeros están basados en la respuesta de sistemas con comportamiento de tipo aleatorio estacionario.

El primer método se denominará "Método 1.a". Emplea expresiones analíticas para la determinación de los parámetros equivalentes, k_e y ζ_e . Dichas expresiones se basan en la respuesta histerética estacionaria de sistemas no lineales de un grado de libertad.

El segundo método aquí denominado "Método 1.b", difiere del método (1.a) en la determinación del parámetro ζ_e , que se hace utilizando espectros de respuesta elásticos construidos para diferentes valores del amortiguamiento, y espectros de respuesta inelásticos, construidos para diferentes valores de ductilidad de desplazamiento.

El tercer método llamado "Método 2", parte de una ductilidad global supuesta del sistema y emplea espectros de respuesta inelásticos en la determinación de la respuesta no lineal equivalente del mismo. Los procedimientos que se siguen en cada método se explican en detalle más adelante.

2.1 MÉTODO 1.a

2.1.1 BASES DEL MÉTODO.

El método 1.a se fundamenta en la respuesta de un sistema de un grado de libertad con las siguientes características:

- la relación fuerza-deformación del sistema es simétrica,
- no hay deterioro de ningún tipo en las propiedades mecánicas del sistema,
- la respuesta debe ser igual o aproximada a la del tipo armónico estacionaria.

Para obtener la respuesta de una estructura con estas características se empleó el modelo de un sistema lineal equivalente. Para representar las características de este sistema equivalente se considera una estructura de un grado de libertad cuya respuesta está definida por su curva esquelética -la curva fuerza-deformación a la primera carga-, por la forma de sus ciclos estáticos de respuesta fuerza-deformación, y por la relación entre la fuerza aplicada y la rapidez de deformación, tal como se muestra en la figura 1.

Si se une cada punto de la curva esquelética con el origen trazando una recta, cada una de estas rectas definen un sistema lineal equivalente cuya masa es igual a la de la estructura original. La rigidez es la pendiente de la recta que pasa por el origen, es

decir, la rigidez secante a un desplazamiento dado de la estructura real, y su amortiguamiento es [1] :

$$\zeta'(y) = \frac{H_c(y) + H(y)}{2\pi K(y)y^2} \quad (2.1.1)$$

donde:

$H_c(y)$ = energía disipada por amortiguamiento en cada ciclo de oscilaciones armónicas estacionarias de amplitud y .

$H(y)$ = energía disipada por histéresis en un ciclo de amplitud y .

$K(y)$ = rigidez secante a la deformación y .

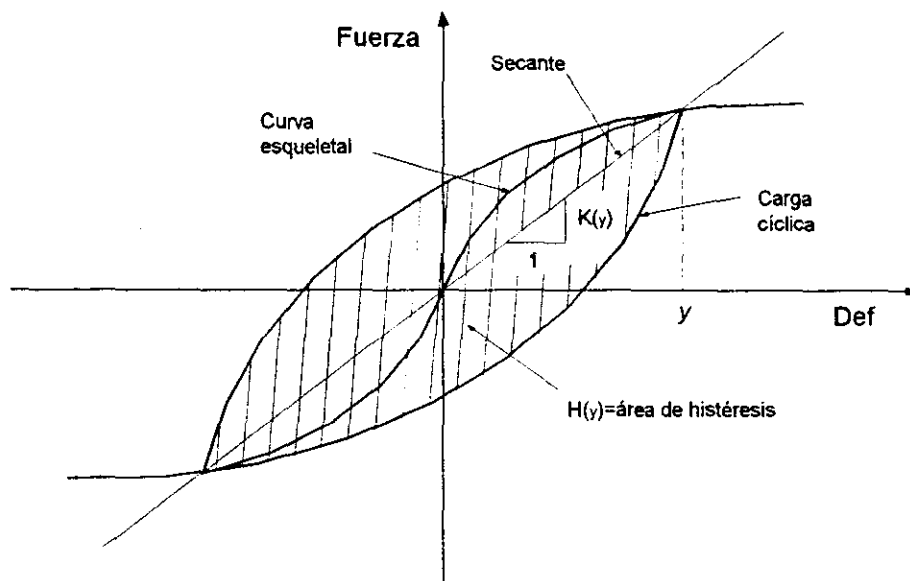


Fig. 1. Curvas estáticas fuerza-deformación de una estructura que no se deteriora.
(Tomado de la Ref.1)

Si el amortiguamiento es viscoso, la ecuación (2.1.1) puede escribirse como :

$$\zeta'(y) = \zeta(y) + \frac{H(y)}{2\pi K(y)y^2} \quad (2.1.2)$$

donde:

$\zeta(y)$ = porcentaje de amortiguamiento crítico de naturaleza viscosa (independiente de y) correspondiente a la masa del sistema y a una rigidez $K(y)$.

En esta última ecuación el segundo término del miembro de la derecha se obtiene al igualar la energía disipada por el sistema histerético real con la energía que disipa el sistema lineal equivalente debido a amortiguamiento viscoso. Ambas energías se obtienen por ciclo de respuesta de amplitud y .

Para los fines de este estudio se eligió un modelo bilineal que describiera la relación fuerza-deformación del sistema en respuesta armónica estacionaria. La figura 2 muestra las características fundamentales de dicha relación. En esta figura k_0 es la rigidez inicial del sistema equivalente, la cual se toma igual a la rigidez del sistema real para pequeñas deformaciones; k_1 es la rigidez debida a endurecimiento por deformación y puede ser igual a cierto porcentaje de la rigidez inicial, k_0 , o puede ser igual a cero, en cuyo caso se tiene un sistema elastoplástico.

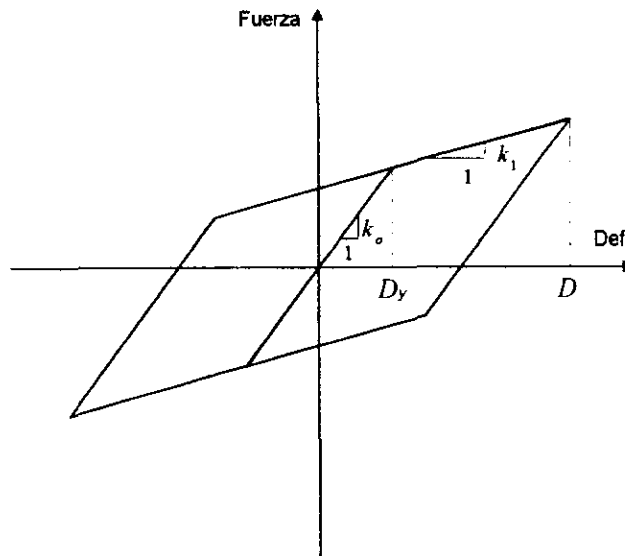


Fig. 2. Relación carga-deformación de un sistema bilineal.

Las ecuaciones 2.1.1 y 2.1.2 se aplican al caso de excitación y respuesta estacionarias. Para casos transitorios la respuesta no lineal se aproxima mediante un sistema lineal equivalente con masa igual a la de la estructura dada, y con rigidez y coeficiente de amortiguamiento igual, respectivamente, a la rigidez y coeficiente de amortiguamiento *promedio* de dichos sistemas equivalentes tal como se definen a continuación [1].

La rigidez promedio se obtiene mediante la expresión:

$$K = \frac{1}{D} \int_0^D K(y) dy \quad (2.1.3)$$

donde:

D = valor numérico máximo de la deformación de la estructura como respuesta al movimiento del terreno en cuestión.

El coeficiente de amortiguamiento promedio se calcula mediante la expresión:

$$c = \frac{T}{2\pi^2 D} \int_{D_y}^D \frac{H(y)}{y^2} dy \quad (2.1.4)$$

donde:

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

ω = frecuencia del sistema equivalente con rigidez K ,

D_y = valor numérico de la deformación que hace que la estructura incurra en la rama de endurecimiento por deformación de la curva fuerza-desplazamiento.

Como puede verse en la ecuación 2.1.3, D aún no se conoce, por lo que se empieza por suponerla y se procede por tanteos. Para esto en el método 1.a se procede mediante un algoritmo de iteraciones convergentes, suponiendo como primer valor de D el que se obtiene de la respuesta elástica máxima del sistema real, ante la excitación impuesta. Sin embargo, esto no es forzoso, ya que se puede tomar cualquier valor. La aplicación de expresiones tales como la 2.1.3 y la 2.1.4 a sistemas de varios grados de libertad se estudia más adelante en la sección 2.1.2.

Para un sistema bilineal, como el descrito mediante la relación fuerza-deformación en la fig. 2, se puede ver que:

$$K(y) = k_0 \quad \text{para } 0 \leq y \leq D_y \quad (2.1.5)$$

$$K(y) = \frac{k_0 + k_1 \left(\frac{y}{D_y} - 1 \right)}{\left(\frac{y}{D_y} \right)} \quad \text{para } D_y \leq y \leq D \quad (2.1.6)$$

Sustituyendo las expresiones 2.1.5 y 2.1.6 en la ecuación 2.1.3 y evaluando, respectivamente, desde cero hasta D_y y desde D_y hasta D la integral que resulta, se tiene que:

$$K = \frac{1}{D} \left[(k_o - k_1) D_y \left(1 + \text{Ln} \frac{D}{D_y} \right) + k_1 D \right] \quad (2.1.7)$$

Esta ecuación proporciona el valor de la rigidez equivalente de un sistema bilineal de rigidez inicial k_o y rigidez de endurecimiento por deformación k_1 cuando el valor máximo de la respuesta a la excitación impuesta es D y la deformación en el inicio de la rama de endurecimiento es D_y .

Si $k_1 = 0$ se tiene que:

$$K = \frac{k_o D_y}{D} \left(1 + \text{Ln} \frac{D}{D_y} \right) \quad (2.1.8)$$

que es la rigidez equivalente para un sistema elastoplástico de un grado de libertad [2].

Así mismo, en la figura 2 puede verse que la energía disipada por el sistema en cada ciclo de respuesta, $H(y)$, la cual es igual al área del ciclo histerético, está dada por la expresión:

$$H(y) = 4(k_o - k_1) D_y (y - D_y), \quad \text{para } y > D_y \quad (2.1.9)$$

Si esta expresión se sustituye en la ecuación 2.1.4 y se evalúa desde D_y hasta D se obtiene:

$$c = \frac{2T(k_o - k_1) D_y}{\pi^2 D} \left(\text{Ln} \frac{D}{D_y} + \frac{D_y}{D} - 1 \right) \quad (2.1.10)$$

Esta última ecuación proporciona el valor numérico del coeficiente de amortiguamiento viscoso de un sistema bilineal con período equivalente T , rigideces inicial y de endurecimiento por deformación, k_o y k_1 respectivamente; deformación máxima ante la excitación impuesta, D y de fluencia del sistema D_y .

2.1.2 APLICACIÓN A SISTEMAS DE VARIOS GRADOS DE LIBERTAD.

Para utilizar las expresiones anteriores con sistemas de cortante de varios grados de libertad es necesario hacer ciertos ajustes. En ellos se supone que cada entrepiso posee sus propiedades equivalentes correspondientes, por lo que la relación fuerza-deformación en cada entrepiso está representada mediante una del tipo de la fig.2.

Del mismo modo que para un sistema de un grado de libertad, la rigidez equivalente y el coeficiente de amortiguamiento viscoso para un entrepiso determinado "i" se obtiene como :

$$K_i = \frac{1}{D_i} \left[(k_{oi} - k_{1i}) D_{y_i} \left(1 + \text{Ln} \frac{D_i}{D_{y_i}} \right) + k_{1i} D_i \right] \quad (2.1.11)$$

$$c_i = \frac{2T(k_{oi} - k_{1i}) D_{y_i}}{\pi^2 D_i} \left(\text{Ln} \frac{D_i}{D_{y_i}} + \frac{D_{y_i}}{D_i} - 1 \right) \quad (2.1.12)$$

donde :

$$i = 1, 2, 3, \dots, n$$

n= número de entrepisos del sistema.

En la ecuación 2.1.12, T se toma igual al valor del período fundamental del sistema lineal equivalente con rigideces K_i . Los valores de k_o , k_1 , D y D_y se toman de acuerdo al entrepiso "i" para el cual se desean determinar las propiedades equivalentes del sistema de cortante.

A continuación se explica el procedimiento que se sigue para determinar la respuesta de un sistema equivalente de varios grados de libertad.

2.1.3 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS

Datos:

- Rigideces iniciales de entrepiso, k_{oi}
- Masas concentradas por cada piso, m_i
- Resistencia de diseño o desplazamiento de fluencia del sistema, V_μ o D_y respectivamente.

1. Obtener la respuesta lineal de la estructura empleando las técnicas del análisis modal espectral para el 5% de amortiguamiento, y tome estos desplazamientos como punto de partida para determinar las propiedades del sistema equivalente.
2. Calcular las propiedades equivalentes del sistema K_e y c_e , con las expresiones dadas por la ecuaciones 2.1.11 y 2.1.12. A partir de las c_e , calcule el amortiguamiento modal con la expresión :

$$\zeta = \frac{1}{2\omega} \frac{\sum_{i=1}^n c_i \psi_i^2}{\sum_{i=1}^n m_i \rho_i^2} \quad (2.1.13)$$

donde:

$i = 1, 2, 3, \dots, n$ grados de libertad del sistema

c_i = coeficiente de amortiguamiento de entrepiso calculado con la ecuación 2.1.12.

ρ_i = vector modal fundamental del sistema equivalente

ψ_i = deformaciones modales de entrepiso; es decir, $\rho_i - \rho_{i-1}$.

ω = frecuencia fundamental del sistema equivalente

3. Con las propiedades equivalentes calculadas obtener la respuesta de este nuevo sistema utilizando las técnicas del análisis modal espectral para el amortiguamiento calculado por la ecuación 2.1.13.

La respuesta obtenida en el paso 1 se toma como la respuesta inicial. Dicha respuesta se expresa en términos de desplazamientos relativos de entrepiso $\{\delta_o\}$.

La respuesta obtenida en el paso 3 se toma como la final. En términos de desplazamientos relativos sería $\{\delta_f\}$.

4. Se comparan los desplazamientos inicial y final, se determina la diferencia entre ellos, y se calcula el error global que resulta de la comparación mediante la expresión:

$$\varepsilon = \frac{1}{n} \sqrt{\Delta^T \Delta} \quad (2.1.14)$$

donde:

$$\Delta = \{\delta_f\} - \{\delta_o\}$$

n = número de grados de libertad del sistema

ε = error de la respuesta

Si este error es menor que cierto valor tolerable se ha obtenido la respuesta del sistema. Así, $\{\delta_f\}$ sería la configuración final del sistema con propiedades

equivalentes (las calculadas en el paso 2). Si ε es mayor, debe suponerse una nueva configuración de desplazamientos con la que se calculan las nuevas propiedades equivalentes del sistema.

5. Elegir a $\{\delta_1\}$ como la nueva configuración y obtener las propiedades equivalentes del sistema mediante las expresiones 2.1.11 y 2.1.12. La nueva configuración se llamará $\{\delta'_o\}$.
6. Con estas nuevas propiedades calcular la respuesta mediante análisis modal espectral. Esta respuesta en términos de desplazamientos se llamará $\{\delta'_1\}$.
7. Calcular el error con la expresión 2.1.14, pero ahora $\Delta = \{\delta'_1\} - \{\delta'_o\}$. Si el error es menor que la tolerancia especificada, entonces, $\{\delta'_1\}$ es la configuración final de desplazamientos; si no hay que suponer una nueva configuración. Sin embargo, para acelerar la convergencia esta nueva configuración se calcula con base en los desplazamientos anteriormente calculados, como se explica a continuación.
8. Para acelerar la convergencia elegir la nueva configuración de acuerdo con la expresión:

$$\{\delta''_o\} = \{\delta'_o\} + \alpha[\{\delta'_1\} - \{\delta'_o\}] \quad (2.1.15)$$

donde:

$$\alpha = \frac{(\delta_{max})_1 - (\delta_{max})_o}{(\delta_{max})_1 - (\delta_{max})_o - (\delta_{max})'_1 + (\delta_{max})'_o} \quad (2.1.16)$$

$(\delta_{max})_o$ = desplazamiento del extremo superior del edificio, asociado a la configuración $\{\delta_o\}$.

$(\delta_{max})_1$ = desplazamiento del extremo superior del edificio asociado a la configuración $\{\delta_1\}$.

$(\delta_{max})'_o$ = desplazamiento del extremo superior del edificio asociado a la configuración $\{\delta'_o\}$.

$(\delta_{max})'_1$ = desplazamiento del extremo superior del edificio asociado a la configuración $\{\delta'_1\}$.

Con esta nueva configuración de desplazamientos calcular las propiedades equivalentes, procediendo de igual forma que antes a partir del paso 2. En los análisis modales espectrales se utiliza el método de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados para determinar el desplazamiento relativo máximo de cada entrepiso.

Para utilizar este método es necesario contar con los espectros elásticos de aceleración para la excitación con la cual se desea obtener la respuesta y calculados para diferentes valores del amortiguamiento.

2.2 MÉTODO 1.b

El método equivalente 1.b tiene la finalidad de determinar los desplazamientos no lineales de una estructura modelada mediante un sistema de cortante. Para obtener estos desplazamientos el método se basa, principalmente, en la respuesta que se obtiene de un análisis modal espectral usado en forma iterativa, dado que se hace variar la rigidez de la estructura (entre otros parámetros) en función de la ductilidad, la cual depende a su vez de los desplazamientos que se van presentando en cada ciclo de análisis.

Este método es esencialmente el mismo que el 1.a ; sin embargo, varía en la forma de calcular el amortiguamiento equivalente de la estructura en estudio, ya que mientras el segundo emplea una fórmula analítica para ello, el primero hace uso de espectros elásticos e inelásticos de desplazamiento.

Basado en el procedimiento descrito para el método 1.b se desarrolló un algoritmo que calcula la respuesta de una estructura en términos de desplazamientos no lineales y que se usó en el análisis de los edificios. El procedimiento se describe a continuación.

2.2.1 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS

Datos:

- Masas concentradas de los pisos de la estructura, m_i
- Rigideces de entrepiso, k_o
- Resistencia lateral, V_{μ} , de los elementos verticales (columnas) en cada entrepiso

1. Se obtienen las matrices de masa y rigidez de la estructura $[M]$ y $[K]$, respectivamente.
2. Se calculan las propiedades dinámicas del sistema:

- Frecuencias naturales, ω_{o_j} (j=1,2,3,..., n modos de vibrar)
- Vectores modales, $\{V\}_j$ (j=1,2,3,..., n modos de vibrar)

mediante la solución del problema de valores y vectores característicos. Y se calculan los factores de participación F_p para los modos de vibrar del sistema.

3. Se obtiene la configuración de desplazamientos lineales $\{\delta_o\}$ mediante superposición modal, utilizando el método de la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados.
4. A partir de la configuración de desplazamientos lineales, la cual se toma como la inicial, se inicia el ciclo iterativo con el cálculo de las rigideces equivalentes de entrepiso mediante la expresión 2.1.11, que aquí se repite:

$$K_e = \frac{1}{D_i} [(k_{o_i} - k_{1_i}) D_{y_i} (1 + Ln \frac{D_i}{D_{y_i}}) + k_{1_i} D_i] \quad (2.1.11)$$

Esta ecuación corresponde a un sistema bilineal con endurecimiento por deformación en la rama posfluencia en un gráfico *fuerza-deformación*, y donde las variables que intervienen se definen como sigue :

k_{o_i} = rigideces iniciales de entrepiso.

k_{1_i} = rigideces de entrepiso correspondientes a la rama posfluencia.

D_i = deformación relativa máxima en el piso i , la cual se toma igual al valor correspondiente de la configuración inicial de desplazamientos relativos obtenidos en el paso 3.

D_{y_i} = deformación relativa de fluencia en el piso i , la cual se calcula conociendo los valores de las resistencias laterales V_{μ} de cada entrepiso y la rigideces iniciales de entrepiso k_{o_i} mediante la relación para sistemas de cortante $D_{y_i} = V_{\mu_i} / k_{o_i}$.

5. Con las rigideces equivalentes calculadas para cada entrepiso se obtiene una nueva matriz de rigidez $[K']$.

6. Con la nueva matriz de rigidez y la matriz de masa del sistema se calculan las nuevas propiedades dinámicas del mismo, las cuales dan lugar a un sistema equivalente con :

- Frecuencias naturales ω_j
- Vectores modales $\{V\}_j$

Al igual que en el paso 2 se calculan también los factores de participación modal.

7. Se calcula la ductilidad global equivalente del sistema mediante la expresión :

$$\mu = \left(\frac{\omega_{o1}}{\omega_1} \right)^2$$

donde :

ω_{o1} = frecuencia fundamental del sistema elástico inicial (calculado en el paso 2)

ω_1 = frecuencia fundamental del sistema equivalente (calculado en el paso 6)

8. Se obtiene el amortiguamiento del sistema equivalente. Para esto se procede como sigue :

- A) Se obtiene el desplazamiento espectral inelástico D_{inel} para el período fundamental del sistema inicial (asociado a ω_{o1}) y la ductilidad μ calculada en el paso anterior.
- B) Se obtiene el amortiguamiento del sistema equivalente a partir de espectros elásticos construidos para diferentes valores de amortiguamiento, haciendo que el desplazamiento espectral elástico D_{el} correspondiente al período fundamental del sistema equivalente (asociado a ω_1) sea igual al desplazamiento espectral inelástico D_{inel} . Es decir, el amortiguamiento del sistema equivalente se obtiene mediante interpolación entre las curvas de desplazamientos espectrales elásticos con diferentes amortiguamientos cuando se tiene que $D_{el} = D_{inel}$.

Para esto se deben tener los espectros elásticos de desplazamiento para amortiguamientos que varíen entre 1% y 60% ,aproximadamente, y los espectros inelásticos de desplazamiento para ductilidades entre 1 y 10.

9. Se obtiene la configuración de desplazamientos del sistema equivalente $\{\delta_1\}$ mediante superposición modal, utilizando el espectro de aceleraciones correspondiente y para el período y amortiguamiento equivalentes calculados.

10. Se calcula el error ε entre los desplazamientos del sistema lineal inicial y el sistema equivalente y se compara con cierto valor tolerable (Tol).

$$\varepsilon = \frac{1}{n} \sqrt{\Delta^T \Delta} \quad (2.1.14)$$

donde:

$$\Delta = \{\delta_1\} - \{\delta_o\}$$

Δ^T = transpuesta de Δ .

n = número de grados de libertad del sistema.

Si el error ε es menor que el valor tolerable se ha terminado el análisis y la configuración final de desplazamientos corresponde a la última configuración calculada (que a este nivel del procedimiento correspondería a $\{\delta_1\}$). Si no, se procede desde el paso 4 tomando como configuración inicial de desplazamientos a $\{\delta_1\}$ y actualizando en cada paso los parámetros correspondientes.

Para acelerar la convergencia se propone obtener la siguiente configuración de desplazamientos mediante la expresión 2.1.15 que aquí se repite :

$$\{\delta_o^*\} = \{\delta_o^*\} + \alpha [\{\delta_1^*\} - \{\delta_o^*\}] \quad (2.1.15)$$

donde como se vió en la sección 2.1.3 ,

$$\alpha = \frac{(\delta_{max})_1 - (\delta_{max})_o}{(\delta_{max})_1 - (\delta_{max})_o - (\delta_{max})_1 + (\delta_{max})_o} \quad (2.1.16)$$

siendo :

$(\delta_{max})_o$ = desplazamiento del extremo superior del edificio, asociado a la configuración $\{\delta_o\}$.

$(\delta_{max})_1$ = desplazamiento del extremo superior del edificio, asociado a la configuración $\{\delta_1\}$.

$(\delta_{max})_o^*$ = desplazamiento del extremo superior del edificio, asociado a la configuración $\{\delta_o^*\}$.

$(\delta_{max})_1^*$ = desplazamiento del extremo superior del edificio, asociado a la configuración $\{\delta_1^*\}$.

Con esta nueva configuración de desplazamientos se inicia un nuevo ciclo siguiendo exactamente los mismos pasos a partir del paso 4 , pero se deben tomar los valores correspondientes de los diferentes parámetros que intervienen en las fórmulas utilizadas. El problema quedará resuelto cuando el error entre la configuración de desplazamientos del ciclo en estudio y el del ciclo anterior sea igual o menor a una cierta tolerancia especificada, tal como se vió en el método anterior.

2.3 METODO 2:

PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS PARA SISTEMAS DE VARIOS GRADOS DE LIBERTAD BASADO EN DUCTILIDADES GLOBALES Y ESPECTROS DE DESPLAZAMIENTO

Si se tiene un sistema de un grado de libertad, del cual se conocen sus propiedades dinámicas y la relación fuerza-deformación de sus elementos con la cual éstos responden ante una excitación sísmica cualquiera, y si además se cuenta con familias de espectros de desplazamiento elásticos e inelásticos, se puede determinar el desplazamiento no lineal del sistema en forma aproximada suponiendo un valor de la ductilidad de manera que se pueda obtener ,de la familia de espectros inelásticos, el desplazamiento espectral, y con este desplazamiento la ductilidad al relacionarlo con el desplazamiento de fluencia del sistema.

Así, comparando la ductilidad supuesta con la calculada se obtendrían los desplazamientos no lineales, si dichos valores de ductilidad coinciden dentro de cierta tolerancia; de otro modo, se tendría que suponer un valor distinto hasta obtener la igualdad de ductilidades.

Este procedimiento debe arrojar resultados idénticos a los que se obtendrían en un análisis paso-a-paso de la misma estructura, siempre que el algoritmo para calcular los espectros inelásticos sea igual al que se utiliza para calcular la respuesta paso-a-paso; de lo contrario habría pequeñas diferencias entre las respuestas dadas por ambos métodos.

El procedimiento se puede aplicar a sistemas de varios grados de libertad, sin embargo, las ductilidades no son constantes en toda la altura del edificio. Es decir que, la matriz de rigideces equivalentes que se calcula en cada ciclo, después de haber obtenido una cierta configuración de desplazamientos, no puede obtenerse simplemente multiplicando la matriz de rigideces iniciales por una constante (el recíproco del factor de ductilidad).

Por lo tanto, en el procedimiento se supone que dada cierta configuración de desplazamientos relativos puede calcularse la matriz de rigideces equivalentes a partir de las rigideces secantes de los miembros estructurales correspondientes. Esto es

cierto únicamente en algunos casos particulares, entre los que se encuentran los sistemas de cortante. A estos casos particulares se limita la validez de este método.

Para el análisis mediante el procedimiento que se describe a continuación es necesario obtener los espectros elásticos e inelásticos de desplazamiento para la excitación sísmica que se use.

Son necesarios , además , los siguientes datos:

- Rigideces laterales iniciales de entrepiso k_o ,
- Masas concentradas de cada piso de la estructura m_i ,
- Resistencia lateral V_μ de los elementos verticales (columnas) en cada entrepiso.

2.3.1 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS

1. Se Obtiene la matriz de masa y rigidez del sistema y resolviendo el problema de los valores característicos calcule la frecuencia fundamental inicial, ω_{o1} , y la configuración modal correspondiente a dicha frecuencia , ρ_{o1} .
2. Con las masas de entrepiso y la configuración modal calculada se obtiene el factor de participación modal utilizando la expresión:

$$c_{o1} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \rho_{o1i}}{\sum_{i=1}^n m_i \rho_{o1i}^2} \quad (2.3.1)$$

donde:

c_{o1} = factor de participación modal fundamental inicial
 ρ_{o1i} = componente del vector modal fundamental inicial correspondiente al piso i.

3. Se supone un primer valor de ductilidad global que denotaremos por q_1 .
4. Se obtiene el desplazamiento espectral inelástico d_1 para el período fundamental inicial, $T_{o1} = \frac{2\pi}{\omega_{o1}}$, y la ductilidad supuesta, y se calculan los desplazamientos totales de cada piso mediante análisis modal, tomando en cuenta sólo el primer modo.

Es decir:

$$\delta_i = c_{o1} d_1 \rho_{o1i} \quad (2.3.2)$$

$i=1,2,3,\dots,n$ grados de libertad

A partir de los desplazamientos totales se obtienen los desplazamientos relativos en cada entrepiso, que denotaremos como Δ_i .

5. Con estos desplazamientos y las resistencias de entrepiso V_{μ_i} , se calculan las nuevas rigideces de entrepiso con la conocida relación:

$$k_i = \frac{V_{\mu_i}}{\Delta_i} \quad (2.3.3)$$

Con los nuevos valores de rigidez se obtiene una nueva frecuencia fundamental que llamaremos ω_1 y una nueva configuración modal ρ_i , correspondiente a dicha frecuencia.

6. Se calcula la ductilidad global de la estructura mediante la relación:

$$\mu_1 = \left(\frac{\omega_{o1}}{\omega_1} \right)^2 \quad (2.3.4)$$

y se compara con el valor supuesto, q_1 . Si $q_1 = \mu_1$, dentro de cierta tolerancia, entonces la ductilidad supuesta es la ductilidad global de la estructura y los desplazamientos relativos finales de entrepiso se obtienen a partir de los desplazamientos totales de cada piso y éstos a su vez se obtienen con la relación:

$$\delta_{2i} = c_1 d_1 \rho_i \quad (2.3.5)$$

donde:

$$c_1 = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \rho_i}{\sum_{i=1}^n m_i \rho_i^2} \quad (2.3.6)$$

y nótese que d_1 es el desplazamiento espectral inelástico asociado al período fundamental inicial T_{o1} . Si $q_1 \neq \mu_1$ entonces hay que suponer otro valor de la

ductilidad y proceder de nuevo a partir de (4) hasta que los valores de ductilidad supuesto y calculado sean iguales dentro de cierta tolerancia.

El procedimiento así descrito es iterativo, y la rapidez de su convergencia dependerá de la cercanía del valor supuesto de la ductilidad al valor correcto. En este sentido se propone en el inciso 2.3.2 una forma de acelerar la convergencia.

Se sugiere que los dos primeros valores de ductilidad global supuestos sean valores extremos que puedan contener el valor solución, de tal forma que, cuando se usen las expresiones dadas en 2.3.2, se converja rápidamente a la solución. Se ha visto que estos valores extremos pueden ser 1.5 como valor inferior y 8 ó 9 como valor superior.

2.3.2 ACELERACIÓN DE LA CONVERGENCIA

Sean q_n y μ_n , respectivamente, los valores de la ductilidad al principio y al final del n -ésimo ciclo iterativo. Si se cuenta con valores q_{n-1} , μ_{n-1} , q_n , μ_n , y se supone una variación lineal de las q con las μ , es fácil hacer ver que la siguiente aproximación a q puede obtenerse como sigue:

$$q_{n+1} = q_{n-1} + \alpha(q_n - q_{n-1}) \quad (2.3.7)$$

en donde:

$$\alpha = \frac{\mu_{n-1} - q_{n-1}}{\mu_{n-1} - q_{n-1} + q_n - \mu_n} \quad (2.3.8)$$

Esto se demuestra como sigue.

Por facilidad de escritura introduzcamos un cambio de notación:

$$x_1 = q_{n-1}, \quad x_2 = q_n, \quad x = q_{n+1},$$

$$y_1 = \mu_{n-1}, \quad y_2 = \mu_n$$

La ecuación 2.3.7 se transforma en :

$$x = x_1 + \alpha(x_2 - x_1) \quad (2.3.9)$$

El valor de x dado por la ecuación 2.3.9 debe satisfacer dos condiciones:

$$a) \ y = x \quad (\text{es decir, } \mu_{n+1} = q_{n+1}) \quad (2.3.10)$$

$$b) y = y_1 + m(x - x_1), \quad m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (2.3.11)$$

Esta última condición implica que el punto (x, y) se encuentra en la recta que pasa por los puntos (x_1, y_1) y (x_2, y_2) . Si se igualan los segundos miembros de las ecuaciones 2.3.10 y 2.3.11 y se sustituye x por el valor dado en la ecuación 2.3.9 se obtiene lo siguiente, después de ciertas simplificaciones algebraicas :

$$\alpha = \frac{y_1 - x_1}{(1 - m)(x_2 - x_1)} = \frac{y_1 - x_1}{y_1 - x_1 + x_2 - y_2} \quad (2.3.12)$$

Esto corresponde a la ecuación 2.3.8 establecida anteriormente. De esta forma se pueden obtener las respuestas de sistemas de varios grados de libertad con distribución de rigideces variables y uniformes en toda su altura. No obstante, pueden lograrse mayores simplificaciones de cálculo mediante el procedimiento alternativo que se explica a continuación.

2.3.3 PROCEDIMIENTO ALTERNATIVO DE ANÁLISIS DE SISTEMAS DE VARIOS GRADOS DE LIBERTAD MEDIANTE EL MÉTODO 2.

Cuando se analizan sistemas de varios grados de libertad mediante el método basado en períodos iniciales y ductilidades globales, se puede hacer uso de un procedimiento alternativo que se explica más adelante. El procedimiento puede aplicarse tanto a sistemas con distribución de rigidez constante como a sistemas con distribución de rigidez variable. Esto se debe a la naturaleza misma del método y la forma en que se calculan las diferentes variables en cada ciclo iterativo.

La utilidad que tienen las relaciones presentadas en este procedimiento alternativo es que nos ahorra tiempo computacional, ya que se sustituye todo un análisis modal por simples operaciones aritméticas fundamentales cada vez que se hace un ciclo iterativo, de acuerdo con el proceso que se sigue para encontrar la respuesta.

Considérese una familia de espectros inelásticos, tal como se muestra en la figura 3. El procedimiento es como sigue:

1. Se propone una ductilidad q_1 una vez que se conocen las propiedades dinámicas del sistema por analizar.
2. Con la ductilidad propuesta se obtiene el desplazamiento espectral inelástico d_1 del gráfico correspondiente en la familia de espectros y con éste se calcula el vector de

desplazamientos relativos Δ_i por diferencia de desplazamientos totales de piso calculados como:

$$\delta_{1i} = c_{o1} d_1 \rho_{o1i} \quad (2.3.13)$$

donde:

c_{o1} = factor de participación correspondiente al primer modo

ρ_{o1} = vector de configuración modal fundamental

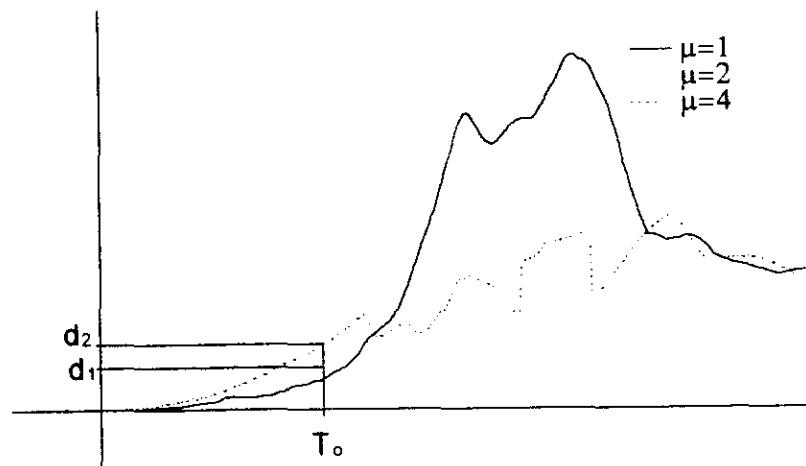


Fig. 3. Espectros de respuesta de desplazamientos para diferentes valores de la ductilidad: $\mu_0 < \mu_1 < \mu_2$.

3. A partir de los desplazamientos relativos de entrepiso se obtienen las rigideces de entrepiso como:

$$k_{1i} = \frac{V_{\mu_i}}{\Delta_{1i}} \quad (2.3.14)$$

donde:

V_{μ_i} = resistencias laterales de entrepiso

Con las rigideces relativas y las masas asociadas a cada piso se obtiene la frecuencia fundamental del sistema ω_1 y mediante la relación de frecuencias se obtiene la ductilidad global del sistema como:

$$\mu_1 = \left(\frac{\omega_o}{\omega_1} \right)^2 \quad (2.3.15)$$

siendo ω_o la frecuencia fundamental del sistema inicial.

Si la ductilidad μ_1 coincide aproximadamente con la ductilidad supuesta q_1 , se ha encontrado la solución, de otro modo hay que suponer otro valor de ductilidad que se llamará q_2 .

Procediendo para q_2 como se hizo en los pasos 1, 2 y 3 se tiene que:

$$\delta_{2i} = c_{o1} d_2 \rho_{o1i} \quad (2.3.16)$$

Relacionando δ_{1i} y δ_{2i} se obtiene:

$$\frac{\delta_{2i}}{\delta_{1i}} = \frac{c_{o1} d_2 \rho_{o1i}}{c_{o1} d_1 \rho_{o1i}}$$

Así:

$$\delta_{2i} = r_d \delta_{1i} \quad (2.3.17)$$

donde:

$$r_d = \frac{d_2}{d_1} \quad (2.3.18)$$

Esta relación también se cumple para los desplazamientos relativos, ya que sólo se toma en cuenta el primer modo de vibrar del sistema. De esta forma se tiene:

$$\Delta_{2i} = r_d \Delta_{1i} \quad (2.3.19)$$

Las rigideces de entrepiso son:

$$k_{2i} = \frac{V_{\mu_i}}{\Delta_{2i}}$$

Tomando en cuenta las ecuaciones 2.3.14 y 2.3.19 se obtiene lo siguiente, después de simplificar :

$$k_{2i} = \left(\frac{1}{r_d} \right) \cdot k_{1i} \quad (2.3.20)$$

A partir de las rigideces k_2 puede obtenerse la frecuencia fundamental ω_2 ; sin embargo, de los resultados obtenidos se ha visto que las frecuencias ω_1 y ω_2 están relacionadas mediante la expresión :

$$\omega_2^2 = \left(\frac{1}{r_d}\right)\omega_1^2$$

de donde:

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{\sqrt{r_d}} \quad (2.3.21)$$

la cual es una expresión muy sencilla para determinar ω_2 .

Conocidas las frecuencias se obtiene la ductilidad como:

$$\mu_2 = \left(\frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2$$

Sustituyendo el valor de ω_2 en la ecuación anterior y tomando en cuenta la ecuación 2.3.15 se obtiene:

$$\mu_2 = r_d \mu_1 \quad (2.3.22)$$

De esta forma, para que q_2 sea igual a μ_2 se requiere que se cumpla la siguiente relación:

$$\frac{q_2}{\mu_1} = r_d \quad (2.3.23)$$

Con esta relación es fácil converger rápidamente a la solución después de haber calculado μ_1 ya que sólo hay que hacer que la relación entre la ductilidad supuesta y la calculada en el ciclo anterior (o sea, μ_1) sea igual, dentro de cierta tolerancia, a la relación entre el desplazamiento inelástico espectral del ciclo en estudio y el desplazamiento inelástico espectral del ciclo anterior (es decir, r_d).

CAPÍTULO III

CASOS ESTUDIADOS

Las estructuras que se estudiaron en este trabajo son edificios de siete y catorce niveles con períodos fundamentales de vibración en segundos de 0.4, 0.7, 1.0 y 1.3, 1.5, 1.7, respectivamente. A continuación se describen y enumeran los casos estudiados con cada método de análisis.

3.1 MÉTODO 1.a

Para calibrar las respuestas que se obtuvieron con este método se propuso el estudio de los edificios que aparecen en la tabla A.

Tabla A. Edificios estudiados por el método 1.a y su distribución de rigideces.

Edificio de 7 niveles	
Períodos Naturales (s)	Rigidez (ton/cm)
0.4	184.07
0.7	60.10
1.0	29.451

Se supuso un peso total de 32 ton en cada piso de los edificios de siete niveles. Esta suposición está basada en un peso por unidad de área de 1 Ton/m^2 para una planta cuadrada de 8 metros. Para estos edificios se consideró una distribución uniforme de rigidez en la altura. En la tabla A se presentan los valores de dicha rigidez de entrepiso de los edificios para el periodo correspondiente.

Se estudió además el edificio con periodo de un segundo para una distribución de rigidez variable en la altura. Las rigideces se calcularon dependiendo del periodo que se requería en cada caso y se presentan en la tabla B.

Tabla B. Edificio de 7 niveles $T=1.0$ s con distribución de rigidez variable.

ENTREPISO	1	2	3	4	5	6	7
RIGIDEZ(Ton/cm)	36.061	34.773	32.197	28.334	23.182	16.743	9.016

La resistencia de cada entrepiso se determinó a partir de un análisis estático [5] suponiendo un factor de comportamiento sísmico $Q=5$. Como excitación sísmica se utilizó el espectro medio de una familia de diez espectros obtenidos de registros simulados. En cada caso estudiado se supuso que la rama posfluencia del modelo bilineal tenía pendientes de 1%, 5%, 10% y 20% de la pendiente inicial. Para calibrar el método aproximado de análisis se calcularon las respuestas de estos edificios con el programa DRAIN-2D para los diez registros simulados.

3.2 MÉTODO 1.b

Mediante este método se estudió un edificio de siete niveles con un período natural de 1 s y un edificio de 14 niveles con un período natural de 1.7 s. Se supuso un peso total por piso de 32 ton tal como se hizo para el método 1.a.

Para el edificio de siete niveles se estudió la respuesta para distribución de rigidez constante y variable en toda la altura, mientras que el edificio de 14 niveles se estudió sólo para una distribución de rigidez constante.

Para rigidez constante en el edificio de siete niveles se utilizó el valor de $k_{oi} = 29.47$ Ton/cm, en tanto que el de catorce tuvo un valor de rigidez de $k_{oi} = 38.01$ Ton/cm.

Para rigidez variable la distribución de rigideces es como se muestra en la tabla B.

Para el cálculo de la resistencia se hizo un análisis estático [5] suponiendo para ambos edificios un factor de comportamiento sísmico, Q , igual a 2. En el análisis se supuso que la rama posfluencia del modelo bilineal tenía una pendiente de 1% de la pendiente inicial.

3.3 MÉTODO 2

Con este método se estudiaron los edificios que aparecen en la tabla C. Se supuso un peso total de 32 ton en cada piso para todos los edificios; esta suposición también está basada en un peso por unidad de área de 1 Ton/m² para una planta cuadrada de 8 metros.

Tabla C. Edificios estudiados por el método 2 y distribución de rigidez usada.

7 Niveles Período	Rigidez (ton/cm)	14 Niveles Período	Rigidez (ton/cm)
1.0	29.465	1.3	64.992
		1.5	48.817
		1.7	38.012

Todos los edificios se estudiaron para una distribución uniforme de rigidez en toda la altura, y adicionalmente el edificio de catorce niveles con período de 1.7 segundos se estudió para una distribución de rigideces variable en la altura. La resistencia de cada entrepiso se determinó a partir de un análisis estático [5] suponiendo un factor de comportamiento sísmico, Q , de 2 para el edificio de 7 niveles y de 4 para los edificios de 14.

Para el edificio de 14 niveles con período igual a 1.7 segundos y distribución de rigidez variable en la altura los valores de las rigideces se presentan en la tabla F.

Tabla F. Edificio de 14 niveles $T=1.7$ s con distribución de rigidez variable.

ENTREPISO	1	2	3	4	5	6	7
RIGIDEZ(Ton/cm)	46.790	46.345	45.453	44.116	42.334	40.106	37.432

ENTREPISO	8	9	10	11	12	13	14
RIGIDEZ(Ton/cm)	34.313	30.748	26.737	22.281	17.379	12.032	6.239

Como excitación sísmica se utilizaron en todos los casos los espectros de una familia de diez espectros obtenidos de registros simulados a partir del registro medido en la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), componente Este-Oeste. En estos casos cada registro se escaló a la ordenada del espectro real del SCT-EW para el período correspondiente a la estructura en estudio.

Con este método sólo se utilizó el modelo de comportamiento elastoplástico en la determinación de la respuesta estructural.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos del análisis de los edificios con los diferentes métodos lineales equivalentes. Dichos resultados se describen en términos de desplazamientos relativos, D_e , entre dos pisos consecutivos del edificio. Al mismo tiempo se presentan los resultados obtenidos con el programa DRAIN-2D, D_d , para fines de comparación.

Estos resultados se presentan en las tablas A-1 a A-24.b del apéndice para los edificios de siete y catorce niveles descritos en el capítulo III. Las tablas muestran los desplazamientos demandados en cada entrepiso como resultado de aplicar los diferentes acelerogramas. En ellas la primera columna indica el acelerograma simulado usado en el análisis para calcular la respuesta por medio del programa DRAIN-2D. En el caso de los métodos equivalentes indica el acelerograma con el cual se calculó el espectro usado para el análisis. Para el método 1.b y el método 2 se utilizaron acelerogramas escalados a la ordenada del espectro del registro obtenido en el sitio SCT, componente Este-Oeste, el 19 de septiembre de 1985. Dicha ordenada se tomó de acuerdo al período del edificio en estudio.

En la segunda columna se presentan los desplazamientos obtenidos con el DRAIN-2D, D_d , para los diferentes acelerogramas simulados y en la tercera columna se presentan los resultados obtenidos con el método equivalente usado. Debe señalarse aquí que para los métodos 1.a y 1.b se utilizó el espectro medio de los espectros calculados con los diez registros simulados y, por tanto, los desplazamientos se presentan iguales ante cada acelerograma.

En la cuarta columna se comparan las respuestas mediante la relación de desplazamientos, r , calculados con el DRAIN-2D y los calculados por el método equivalente. Un valor mayor que 1.0 significa que el método equivalente subestima la respuesta, respecto a la que se obtendría de un análisis paso-a-paso, mientras que un valor menor que 1.0 significa que el método sobrestima la respuesta. De estos valores de relación de desplazamiento se obtuvo su media y su desviación estándar, y a partir de estos dos datos se obtuvo el coeficiente de variación de dicha relación. En las figuras IV.1 a IV.12 se muestran las tendencias de los valores de la media y del coeficiente de variación de las relaciones entre desplazamientos, los mismos se comentan más adelante.

En las tres columnas restantes de las tablas se presentan los desplazamientos de otro entrepiso obtenidos, respectivamente, con el DRAIN-2D y con el método equivalente usado, y la relación entre estos desplazamientos.

Las tablas IV-1 a IV-3 presentan un resumen de los resultados obtenidos con los diferentes métodos equivalentes para fines de comparación entre ellos. Así mismo, en las tablas IV-4 y IV-5 se comparan los resultados de los métodos equivalentes con los que se obtienen de un análisis convencional, con el fin de ver la ventaja que se tendría de usar los métodos equivalentes en lugar de un método de análisis paso a paso. También en las tablas IV-6 y IV-8 se comparan los resultados obtenidos del método 2 con los que se obtienen de un análisis convencional para un edificio de catorce niveles con períodos de 1.3, 1.5 y 1.7 segundos.

En lo que sigue se describen, en forma separada para cada método equivalente, las tendencias de los desplazamientos demandados y los parámetros que los afectan. Se describe también la forma en que varían los desplazamientos calculados con el programa DRAIN-2D en función de los diferentes parámetros que intervienen en el análisis. Además, se comentan los resultados que se obtienen de un análisis convencional no lineal, tal como se estipula en las normas técnicas de análisis y diseño por sismo del Departamento del Distrito Federal [5].

4.1 MÉTODO 1.a

Las tablas A-1 a A-16 del apéndice muestran los resultados que se obtuvieron con este método. Para un mismo edificio con distribución de rigidez constante los desplazamientos obtenidos mediante este método disminuyeron en la medida en que la pendiente de la rama posfluencia, k_1 , aumentó. Para edificios con distribución de rigidez variable no se presentó ninguna tendencia de comportamiento con la variación de la pendiente de la rama posfluencia. Así mismo, para un valor constante de k_1 los desplazamientos disminuyeron en forma gradual hacia los entrepisos superiores cuando la distribución de rigidez era constante; sin embargo, cuando la distribución de rigidez era variable, los desplazamientos fueron prácticamente iguales en todos los entrepisos del edificio.

Por otro lado, con el programa DRAIN-2D en el edificio con período $T=1.0$ seg y distribución de rigidez constante, los desplazamientos relativos se concentraron más en los primeros entrepisos cuando el valor de k_1 era igual o menor a un 5% de la rigidez inicial, k_0 , pero se tuvo una distribución más gradual de desplazamientos para valores de k_1 iguales o mayores al 10% de la rigidez inicial. Esto concuerda bien con los resultados obtenidos en algunos trabajos publicados en la literatura [4] en donde se analizan edificios de cortante con el fin de estudiar demandas de ductilidad para diferentes condiciones de diseño.

Para los edificios con periodo $T=0.7$ seg y $T=0.4$ seg no se presentó tal efecto en los primeros entresijos , ya que la distribución de desplazamientos en toda la altura fue gradual, sin importar el valor de la pendiente de la rama posfluencia. Para el edificio con distribución de rigidez variable y periodo de un segundo que se estudió, este efecto se presentó sólo cuando la pendiente de la rama posfluencia fue de 1% ; para los demás casos la distribución de desplazamientos en la altura varió gradualmente.

- Edificio con $T=0.4$ seg. Rigidez constante.

1. Para este edificio con k_1 igual al 20% de k_o el valor promedio por entresijo de la relación $r = D_d / D_e$ aumentó gradualmente hacia los entresijos superiores, con valores entre 4.17 y 8.59. El coeficiente de variación por su parte no presentó ninguna tendencia con los entresijos superiores, oscilando entre los valores 16% y 32%.
2. Para el edificio con k_1 igual al 10% de k_o el promedio por entresijo de $r = D_d / D_e$ tendió a aumentar de los entresijos inferiores hacia los entresijos superiores con valores entre 5.70 y 9.06. El coeficiente de variación por su parte tendió a aumentar del primer al cuarto entresijo entre los valores 5% y 10%. A partir del cuarto entresijo no presentó ninguna tendencia sistemática, oscilando entre los valores 10% y 11%.
3. Para el edificio con k_1 igual al 5% de k_o el promedio por entresijo de $r = D_d / D_e$ tendió a aumentar hacia los entresijos superiores, sin embargo esta tendencia no fue sistemática y los valores oscilaron entre 7.38 y 9.09. El coeficiente de variación no presentó ninguna tendencia sistemática que dependa de los entresijos, y mostró valores entre 7% y 11%.
4. Para el edificio con k_1 igual al 1% de k_o el promedio por entresijo de $r = D_d / D_e$ no presentó ninguna tendencia relacionada con los entresijos , presentando valores que oscilan entre 4.92 y 9.95. El coeficiente de variación no siguió ningún patrón de comportamiento, tal como en el caso 3, oscilando entre valores que iban desde 4% hasta 16%.

- Edificio con $T=0.7$ seg. Rigidez constante.

1. Para este edificio con k_1 igual al 20% de k_o el valor promedio por entresijo de la relación $r = D_d / D_e$ disminuyó gradualmente hacia los entresijos superiores, con valores entre 4.27 y 3.61. El coeficiente de variación por su parte aumentó desde los entresijos inferiores hacia los entresijos superiores tomando valores entre 26% y 47%.
2. Para el edificio con k_1 igual al 10% de k_o el promedio por entresijo de $r = D_d / D_e$ tendió a aumentar desde los entresijos inferiores hacia los entresijos superiores con valores entre 5.39 y 6.36. El coeficiente de variación por su parte no presentó

ninguna tendencia sistemática con los entrepisos siendo prácticamente igual en todos excepto para el último, y tomó valores entre 14% y 18%.

3. Para el edificio con k_1 igual al 5% de k_o , el promedio por entrepiso de $r = D_d / D_e$ tendió a aumentar hacia los entrepisos superiores con valores que oscilaron entre 4.98 y 9.37. El coeficiente de variación no presentó ninguna tendencia sistemática que dependa de los entrepisos, y mostró valores entre 9% y 15%.
4. Para el edificio con k_1 igual al 1% de k_o , el promedio por entrepiso de $r = D_d / D_e$ tiende a aumentar, aunque el segundo entrepiso rompe localmente con esta tendencia, y se presentan valores entre 7.06 y 14.76. El coeficiente de variación no siguió ningún patrón de comportamiento, tal como en los casos 2 y 3, oscilando entre valores que van desde 7% hasta 15%.

- Edificio con período $T=1.0$ seg. Rigidez constante.

1. Para este edificio con k_1 igual al 20% de k_o , el valor promedio por entrepiso de la relación $r = D_d / D_e$ aumentó gradualmente hacia los entrepisos superiores, con valores entre 2.12 y 2.46. El coeficiente de variación por su parte disminuyó en la medida en que se iba hacia los entrepisos superiores tomando valores entre 9% y 7%.
2. Para el edificio con k_1 igual al 10% de k_o , el promedio por entrepiso de $r = D_d / D_e$ también tendió a aumentar desde los entrepisos inferiores hacia los entrepisos superiores, tomando valores entre 1.04 y 1.59. El coeficiente de variación por su parte no presentó ninguna tendencia sistemática con los entrepisos, mostrando valores entre 9% y 12%.
3. Para el edificio con k_1 igual al 5% de k_o , el promedio por entrepiso de $r = D_d / D_e$ tendió a disminuir desde el primer entrepiso hasta el cuarto tomando valores entre 1.0 y 0.92. A partir del cuarto tendió a aumentar con valores que oscilaron entre 0.95 y 1.17. El coeficiente de variación tendió a ascender hacia los entrepisos superiores con valores entre 7% y 12%.
4. Para el edificio con k_1 igual al 1% de k_o , el promedio por entrepiso de $r = D_d / D_e$ disminuyó hacia los entrepisos superiores hasta el cuarto entrepiso, entre los valores 1.51 y 0.27, y a partir del cuarto aumentó con valores entre 0.34 y 0.69. El coeficiente de variación no siguió ningún patrón de comportamiento, tal como en el caso 2, oscilando entre valores que van desde 8% hasta 90%, aproximadamente.

- Edificio con $T=1.0$ seg. Rigidez variable.

1. Para este edificio con k_1 igual al 20% de k_o , el valor promedio por entrepiso de la relación $r = D_d / D_e$ disminuyó gradualmente hacia los entrepisos superiores, con valores entre 2.39 y 2.28. El coeficiente de variación por su parte disminuyó desde los entrepisos inferiores hacia los entrepisos superiores hasta el cuarto entrepiso, tomando valores entre 8% y 7.6%, y a partir de éste aumentó, oscilando entre los

valores 7.7% y 7.9%. Sin embargo, para fines prácticos puede decirse que su valor se mantuvo constante e igual a 8%.

2. Para el edificio con k_1 igual al 10% de k_o , el promedio por entrepiso de $r = D_d / D_e$ tendió a aumentar desde los entrepisos inferiores hacia los entrepisos superiores, con valores entre 1.15 y 1.42. El coeficiente de variación prácticamente presentó un valor constante en todos los entrepisos tomando valores entre 8.8% y 9.5%.
3. Para el edificio con k_1 igual al 5% de k_o , el promedio por entrepiso de $r = D_d / D_e$ disminuyó gradualmente hacia los entrepisos superiores entre los valores 1.30 y 0.54. El coeficiente de variación por su parte aumentó gradualmente hacia los entrepisos superiores, oscilando entre los valores 7% y 15%.
4. Para el edificio con k_1 igual al 1% de k_o , el promedio por entrepiso de $r = D_d / D_e$ disminuyó hasta el quinto entrepiso entre los valores 2.08 y 0.19 ; en los dos siguientes entrepisos no presentó una tendencia fija. El coeficiente de variación no siguió ningún patrón de comportamiento, tal como en el caso 2, oscilando entre valores que van desde 10% hasta 75%.

4.2 MÉTODO 1.b

Se comentan a continuación los resultados de los edificios de siete y catorce niveles que se estudiaron mediante este método. Al mismo tiempo se comentan las respuestas del programa DRAIN-2D en relación a las del método equivalente. Los resultados se muestran en las tablas A-17 a A-19.b del apéndice.

Los edificios de siete niveles se analizaron con distribución de rigidez constante y variable en toda la altura, mientras que el edificio de catorce niveles se analizó sólo con distribución de rigidez constante. Los edificios de siete niveles tienen un período de un segundo y la pendiente de la rama posfluencia es de 1% de la pendiente inicial. El edificio de catorce niveles tiene un período de 1.7 segundos y el mismo porcentaje en la pendiente de la rama posfluencia.

Los resultados del método 1.b muestran que los desplazamientos de entrepiso disminuyeron en forma gradual hacia los entrepisos superiores para los edificios de siete y catorce niveles con rigidez constante. Por otro lado, para el edificio de siete niveles con rigidez variable el desplazamiento fue prácticamente igual para todos los entrepisos, exceptuando el último entrepiso, tal como lo muestran las tablas A-18 a A-18 del apéndice.

Por su parte, los resultados de los edificios analizados con el DRAIN-2D presentaron concentración de desplazamientos máximos en el primer entrepiso tal como se comentó anteriormente.

- Edificio de siete niveles. Rigideces constante y variable.

En cuanto al valor de la relación $r = D_d / D_e$ ésta osciló entre 5.67 y 0.90, para el edificio con rigidez constante, y entre 6.91 y 0.878, para el edificio con rigidez variable, sin seguir un patrón de comportamiento que dependiera de los entrepisos. El coeficiente de variación tampoco siguió un patrón fijo relacionado con los entrepisos. Los valores oscilaron entre 14% y 46.16% para el edificio con rigidez constante y entre 48% y 13% para el edificio con rigidez variable.

- Edificio de catorce niveles. Rigidez constante.

El valor promedio por entrepiso de la relación $r = D_d / D_e$ osciló entre 0.2926 y 0.5922 sin presentar ningún patrón que dependa de los entrepisos, mientras que el coeficiente de variación osciló entre 4% y 14% sin seguir patrón fijo que dependa de los entrepisos.

4.3 MÉTODO 2

Los resultados de los edificios analizados por este método se muestran en las tablas A-20 a A-24.b del apéndice.

- Edificio de siete niveles, $T=1.0$ s. Rigidez constante.

Las respuesta obtenida con el DRAIN-2D y el método equivalente presentaron las mismas características que se han comentado anteriormente para los edificios de siete niveles.

En cuanto al valor de $r = D_d / D_e$ éste varió indistintamente con los entrepisos, oscilando entre 3.19 y 0.53. De igual forma lo hizo el coeficiente de variación con valores entre 13% y 33%.

- Edificio de catorce niveles, $T=1.3$ s. Rigidez constante.

Los desplazamientos calculados con este método disminuyeron gradualmente hacia los entrepisos superiores. Por su parte los resultados obtenidos con el DRAIN-2D presentaron desplazamientos máximos que se concentraban en los primeros entrepisos, con valores mucho menores en los entrepisos superiores.

El valor de $r = D_d / D_e$ no presenta ningún patrón fijo de variación relacionado con los entrepisos. Los mayores valores se presentan en los primeros entrepisos. En general varían entre 2.54 y 0.52.

El coeficiente de variación tampoco presentó un patrón fijo que dependiera de los entrepisos. Los valores oscilaron entre 14% y 33%.

- Edificio de catorce niveles, $T=1.5$ seg. Rigidez constante.

Al igual que para el edificio de 1.3 seg. El desplazamiento disminuyó gradualmente hacia los entrepisos superiores en la respuesta del método equivalente y se concentró en los primeros entrepisos en la respuesta con el programa DRAIN.

El valor de $r = D_a / D_e$ no presentó patrón fijo de variación que dependiera de los entrepisos. Los mayores valores se presentaron en los primeros entrepisos y en general variaron entre 2.54 y 0.677. El coeficiente de variación osciló entre 6% y 40% sin presentar ningún patrón fijo de comportamiento que dependiera de los entrepisos.

- Edificio de catorce niveles, $T=1.7$ s. Rigidez constante.

Las respuestas de este edificio calculadas con el método equivalente y con el DRAIN-2D presentaron las mismas características que el caso anterior. El valor de $r = D_a / D_e$ disminuyó a partir del primer entrepiso hasta el quinto con valores entre 2.31 y 0.72, a partir del quinto aumentó gradualmente hacia el último entrepiso con valores que oscilaron entre 0.81 y 1.17. El coeficiente de variación aumentó y disminuyó indistintamente con los entrepisos entre los valores 8% y 23%.

- Edificio de catorce niveles, $T=1.7$ s. Rigidez variable.

Para este edificio los desplazamientos obtenidos con el método equivalente fueron prácticamente iguales sin importar el entrepiso. Por su parte los resultados obtenidos con el programa DRAIN-2D mostraron que los desplazamientos se concentraron en los entrepisos inferiores, sin embargo, la proporción entre los desplazamientos de los entrepisos inferiores y los superiores fue menor comparado con los edificios de rigidez constante.

El valor de $r = D_a / D_e$ disminuyó gradualmente a partir del primer entrepiso y hasta el sexto con valores que iban desde 2.74 hasta 0.738; tomó valores ascendentes en los entrepisos séptimo y octavo y disminuyó en el noveno y creció gradualmente a partir de éste hasta el último entrepiso, con valores que iban desde 0.749 hasta 1.454. El coeficiente de variación por su parte varió entre los valores 14% y 28% sin seguir un patrón que dependiera de los entrepisos.

4.4 MÉTODO CONVENCIONAL

Por este método se estudiaron edificios de siete y catorce niveles los cuales se compararon con sus correspondientes analizados por los métodos equivalentes. Se analizó un edificio de siete niveles con período de un segundo, diseñado para un factor de comportamiento sísmico, Q , de 2. Sus resultados pueden verse en la tabla IV-4.

Los edificios de catorce niveles se analizaron para períodos de 1.3, 1.5 y 1.7 segundos y se utilizó un factor de comportamiento sísmico de 4, para los tres casos, y adicionalmente se analizó el edificio con período de 1.7 segundos para un factor de comportamiento sísmico de 2. Los resultados de estos edificios se muestran en las tablas IV-5 a IV-8. Todos estos casos se estudiaron para una distribución de rigidez constante en toda la altura del edificio analizado.

Para el edificio de siete niveles el valor promedio por entrepiso de la relación $r = D_d / D_e$ estuvo entre los valores 5.20 y 0.78, mientras que el coeficiente de variación tomó valores entre 29% y 14%.

Los edificios de catorce niveles con Q de 4 arrojaron los siguientes resultados:

- para el edificio con período de 1.3 segundos el valor promedio de la relación $r = D_d / D_e$ estuvo entre 2.76 y 0.53. El coeficiente de variación tomó valores entre 14% y 30%.
- para el edificio con período de 1.5 segundos el promedio de la relación $r = D_d / D_e$ estuvo entre 2.5755 y 0.6581 y el coeficiente de variación tomó valores entre 15% y 27%.
- para el edificio con período de 1.7 segundos el promedio de la relación $r = D_d / D_e$ estuvo entre 2.4692 y 0.7140 y el coeficiente de variación tomó valores entre 10% y 25%.

Para el edificio de catorce niveles con Q de 2 y período de 1.7 segundos, el valor promedio de la relación $r = D_d / D_e$ osciló entre 2.03 y 0.94, mientras que el coeficiente de variación estuvo entre 59% y 72%.

4.5 COMPARACIÓN ENTRE MÉTODOS.

En la tabla IV-1 se comparan los diferentes métodos equivalentes utilizados para analizar el edificio de 7 niveles, con periodo fundamental de vibración de 1 s. El edificio se estudió para una distribución de rigidez constante en toda su altura y

factores de comportamiento sísmico, Q , de 5, para el método 1.a, y de 2 para el método 1.b y el método 2.

En general puede verse que los métodos equivalentes subestiman la respuesta en los primeros dos entrepisos, en tanto que sobrestiman la respuesta en los entrepisos superiores. Esta subestimación se debe a que para sistemas de cortante la respuesta calculada con el método paso-a-paso se concentra en los primeros entrepisos, y este efecto no pueden reproducirlo los métodos equivalentes. En la tabla IV-1 puede verse que el método 1.b dio los mejores resultados, ya que se aproximan más a los resultados obtenidos con el método paso-a-paso.

En la tabla IV-2 se comparan los resultados de los métodos 1.a y 1.b cuando se analiza el edificio de siete niveles con distribución de rigidez variable en la altura. Ambos métodos subestiman la respuesta en los primeros entrepisos por la misma razón que se comentó arriba. Mientras en los entrepisos superiores el método 1.a sobrestima la respuesta, el método 1.b sólo sobrestima la respuesta en el cuarto entrepiso; para los demás entrepisos la respuesta concuerda razonablemente con la que se obtiene del análisis paso-a-paso.

En la tabla IV-3 se compara la respuesta del método 1.b y el método 2 para el edificio de 14 niveles con período de 1.7 segundos y distribución de rigidez constante. En el método 1.b se utilizó un factor de comportamiento sísmico de 2 y una pendiente de rama posfluencia de 1%, mientras que en el método 2 se utilizó un Q de 4 y una pendiente de rama posfluencia igual a cero. En este caso puede verse que el método 1.b sobrestima la respuesta en todos los pisos. El método 2 por su parte subestima la respuesta de los dos primeros entrepisos y en los entrepisos superiores, mientras que la respuesta de los entrepisos intermedios es aceptable.

Los resultados obtenidos con los métodos equivalentes se compararon, además, con sus correspondientes obtenidos mediante un análisis convencional, el cual utiliza espectros inelásticos para ductilidades especificadas y estima la respuesta multiplicando la ductilidad nominal por el resultado de un análisis modal donde se emplean dichos espectros inelásticos. Estas comparaciones se muestran de la tabla IV-4 a la IV-8.

En la tabla IV-4 se muestra esta comparación para el edificio de siete niveles con período de un segundo y distribución de rigidez constante en la altura. Puede verse que el método convencional también subestima la respuesta en los dos primeros entrepisos y la sobrestima en los entrepisos superiores. A pesar de que el método convencional aproxima mejor la respuesta en los dos primeros entrepisos que como lo hace el método 1.b, éste se aproxima mejor en los entrepisos superiores.

En la tabla IV-5 se compara la respuesta obtenida con el edificio de catorce niveles para un período de 1.7 segundos y distribución de rigidez constante. En este caso el método convencional aproxima mejor la respuesta que los métodos equivalentes; sin

embargo, nótese que la aproximación del método 2 es bastante parecida a la del método convencional. Además, las dispersiones del método convencional son mucho mas grandes que la del método 2, por lo que globalmente el método 2 en este caso es superior al convencional.

En las tablas IV-6 a IV-8 se comparan los resultados del método convencional y del método 2 para el edificio de 14 niveles con períodos de 1.3, 1.5 y 1.7 segundos. Estos resultados fueron muy parecidos cuantitativa y cualitativamente; sin embargo, los resultados del método 2 son ligeramente mejores que los del método convencional en cuanto a los valores promedios se refiere; en cuanto a la dispersión de los resultados ambos métodos presentan la misma tendencia.

FIG. IV.1A. VALORES MEDIOS DE LA RELACIÓN $r=D_d/D_e$. MÉTODO 1.a
EDIFICIO DE 7 NIVELES CON RIGIDEZ CONSTANTE $T=0.4$ s

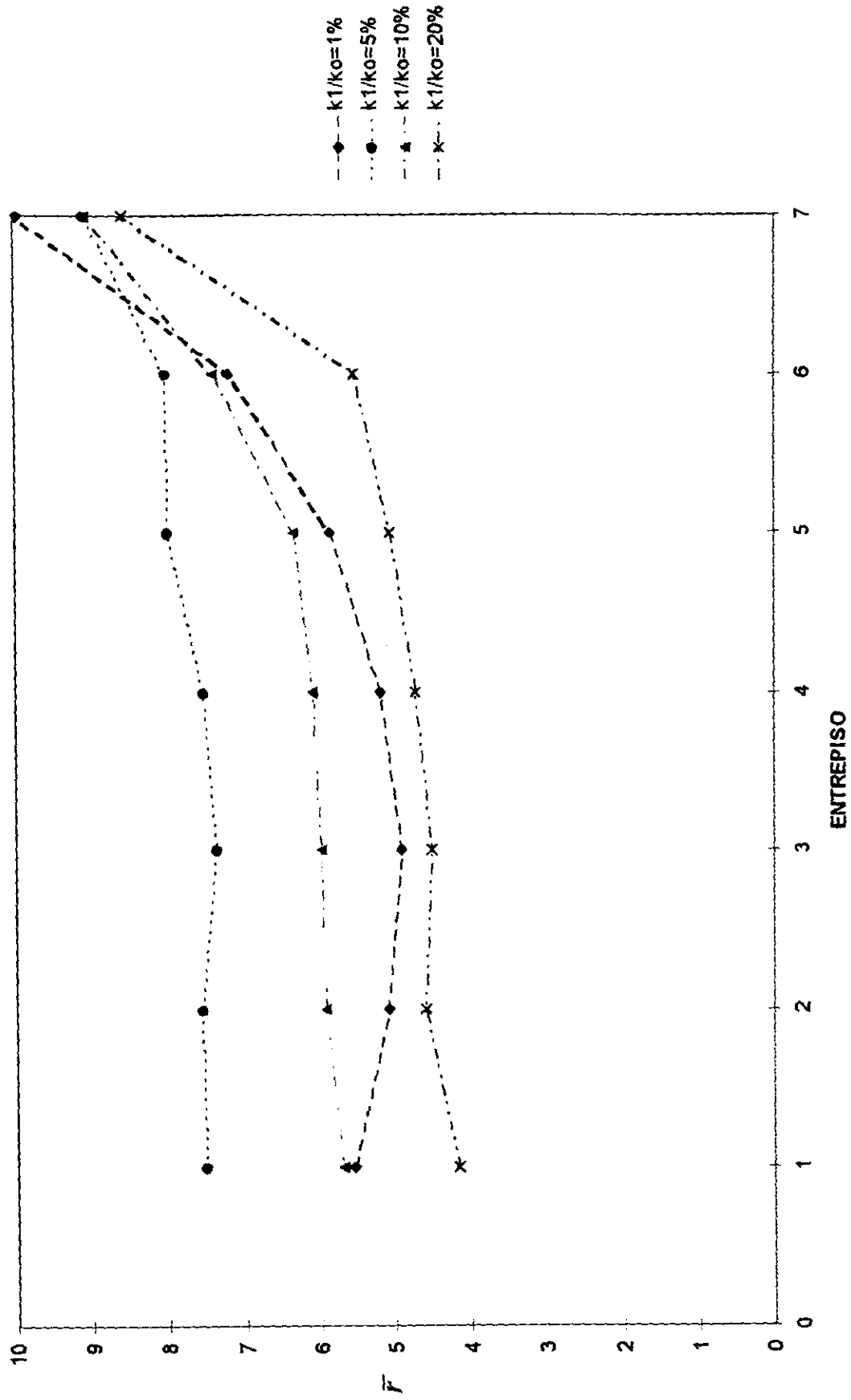


FIG. IV.1B. COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE LOS VALORES DE LA RELACIÓN $r=Dd/De$
 MÉTODO 1.a EDIFICIO 7 NIVELES CON RIGIDEZ CONSTANTE $T=0.4$ s

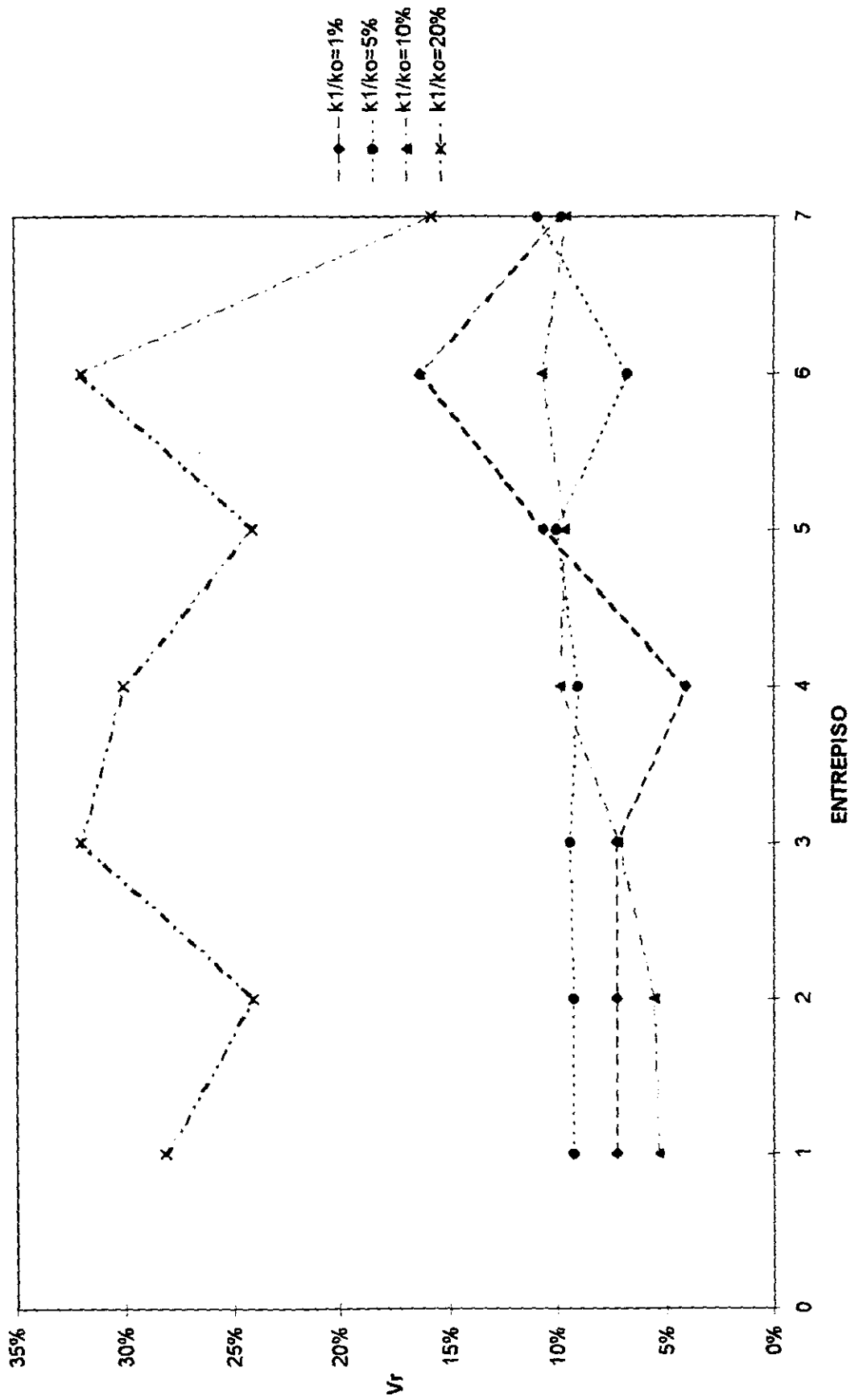


FIG. IV.2A. VALORES MEDIOS DE LA RELACION $r=D/d$ De. MÉTODO 1.a
EDIFICIO DE 7 NIVELES CON RIGIDEZ CONSTANTE $T=0.7$ s.

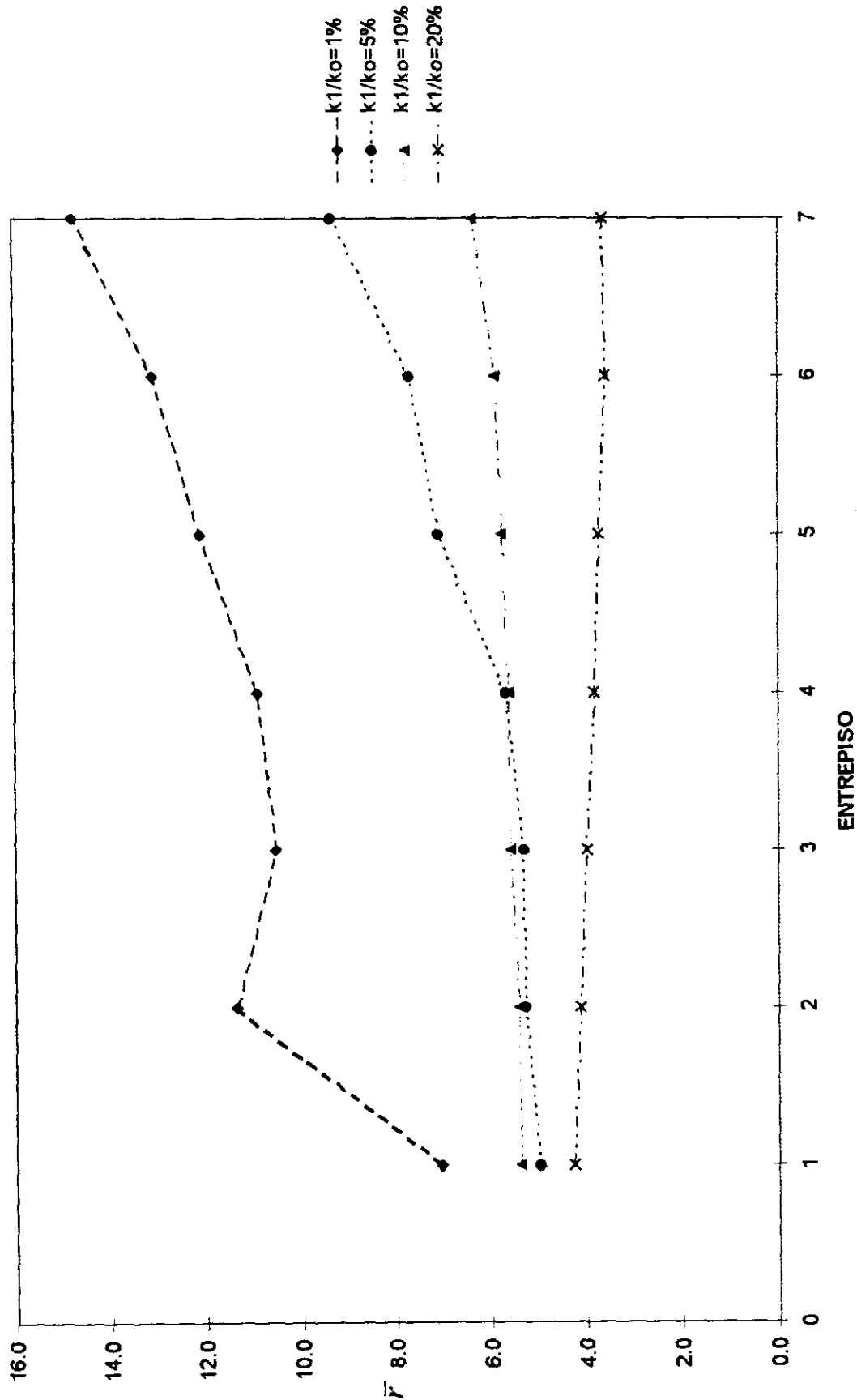


FIG. IV.2B. COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE LOS VALORES DE LA RELACIÓN $r=Dd/De$
MÉTODO 1.a EDIFICIO DE 7 NIVELES CON RIGIDEZ CONSTANTE $T=0.7$ s.

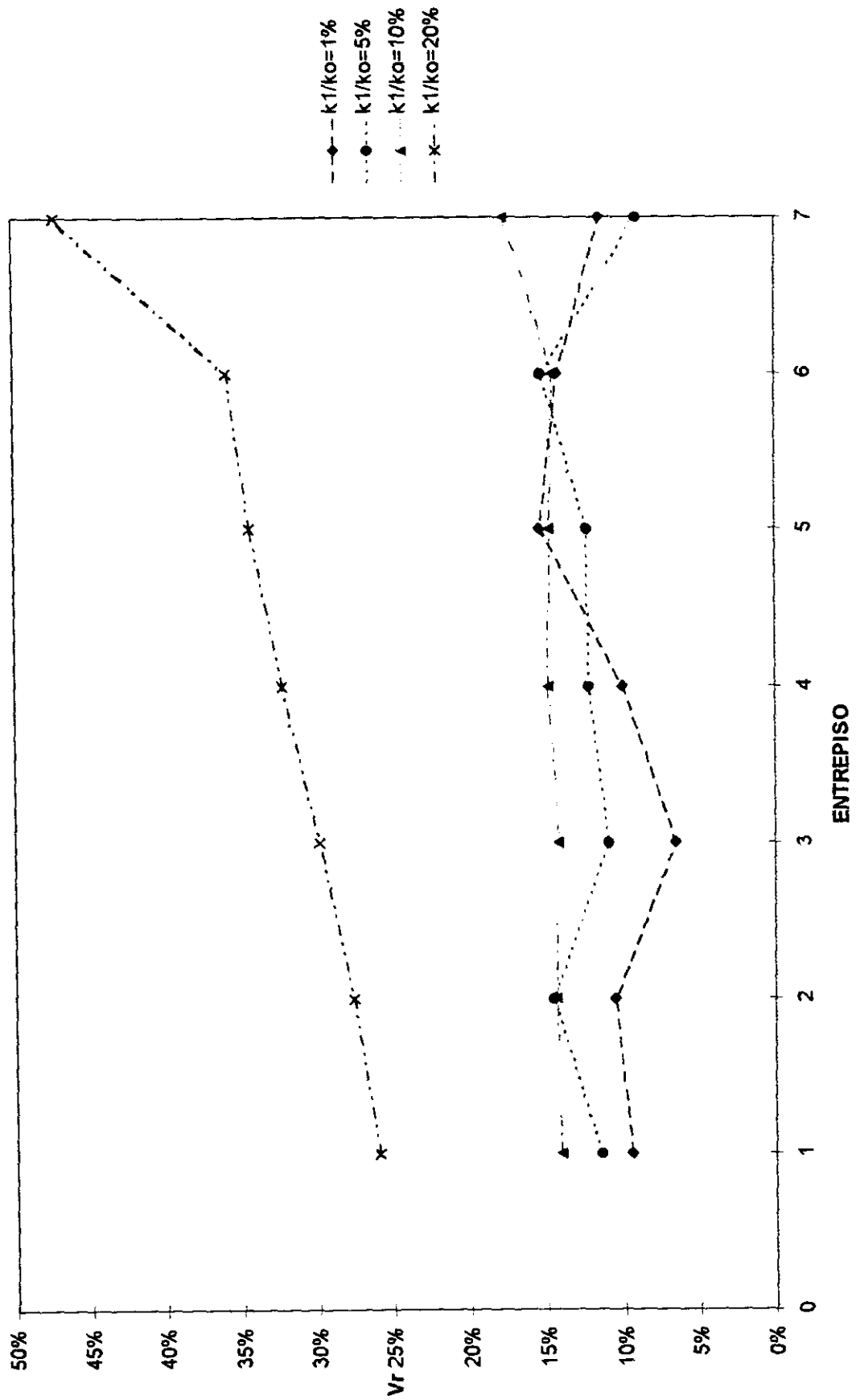


FIG. IV.3A. VALORES MEDIOS DE LA RELACION $r=Dd/De$. MÉTODO 1.a
EDIFICIO DE 7 NIVELES CON RIGIDEZ CONSTANTE $T=1.0$ s

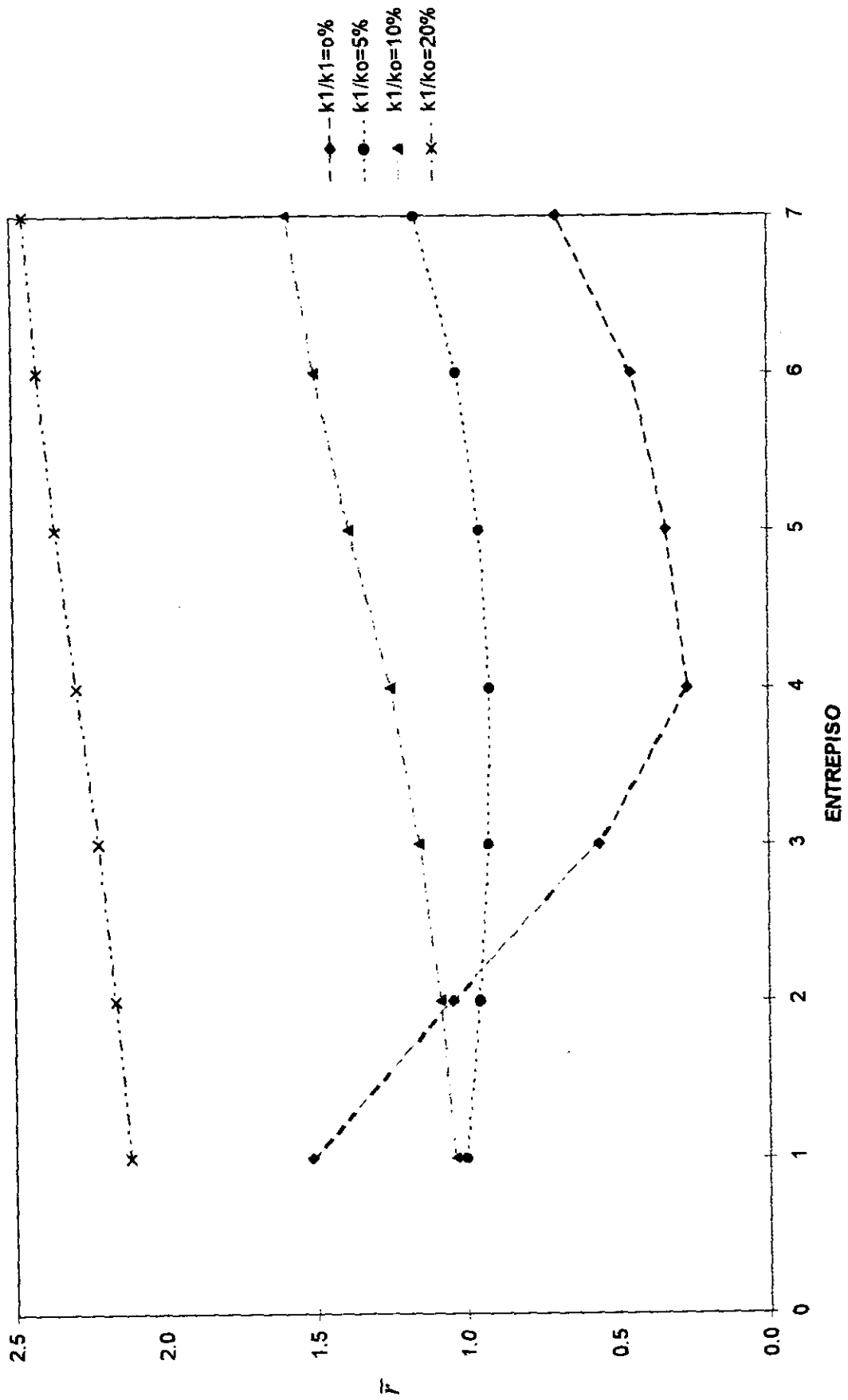


FIG. IV.3B. COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE LOS VALORES DE LA RELACIÓN $r=Dd/De$
MÉTODO 1.a EDIFICIO DE 7 NIVELES CON RIGIDEZ CONSTANTE $T=1.0$ s

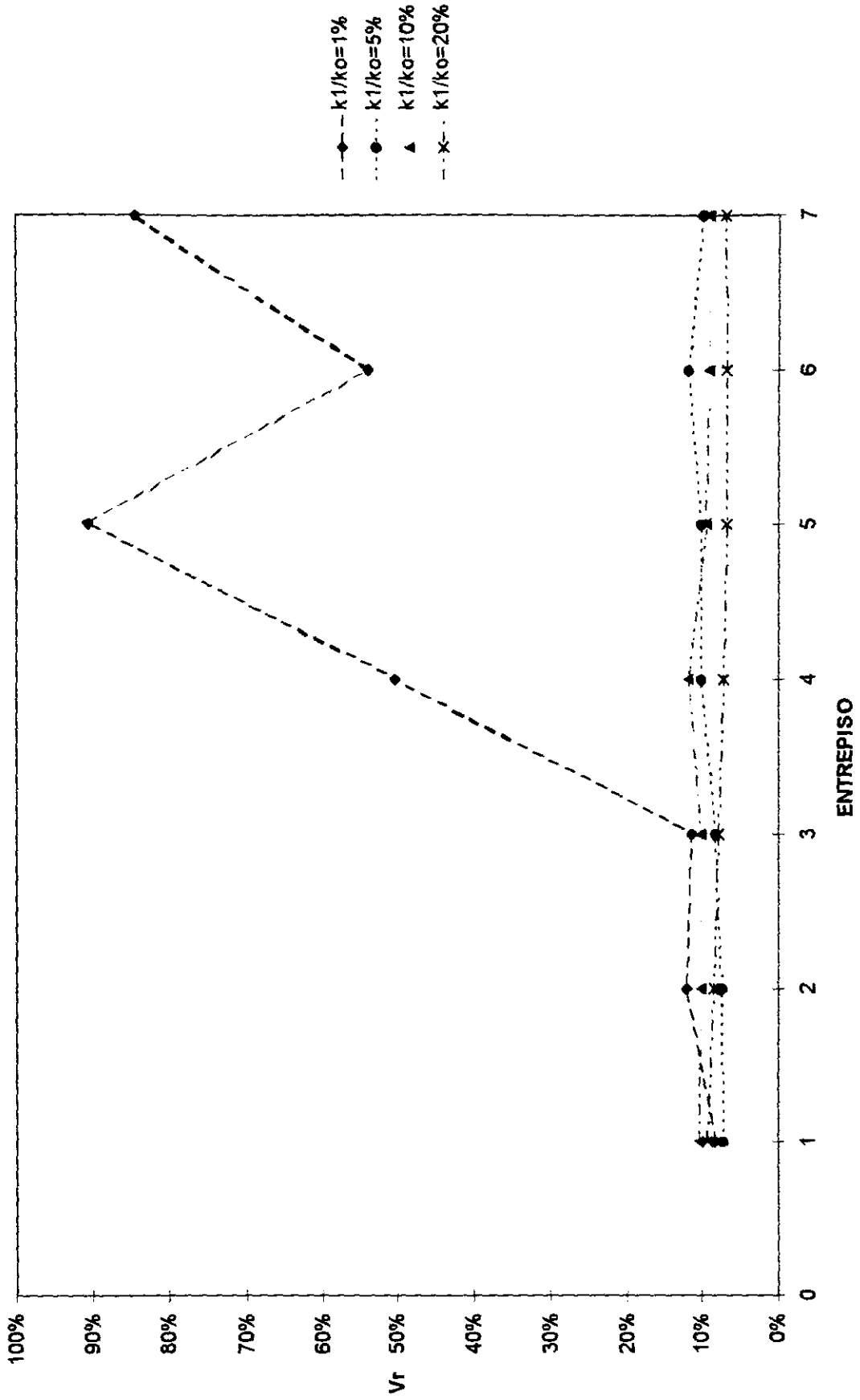


FIG. IV.4A. VALORES MEDIOS DE LA RELACIÓN $r=Dd/De$. MÉTODO 1.a
EDIFICIO DE 7 NIVELES CON RIGIDEZ VARIABLE $T=1.0$ s

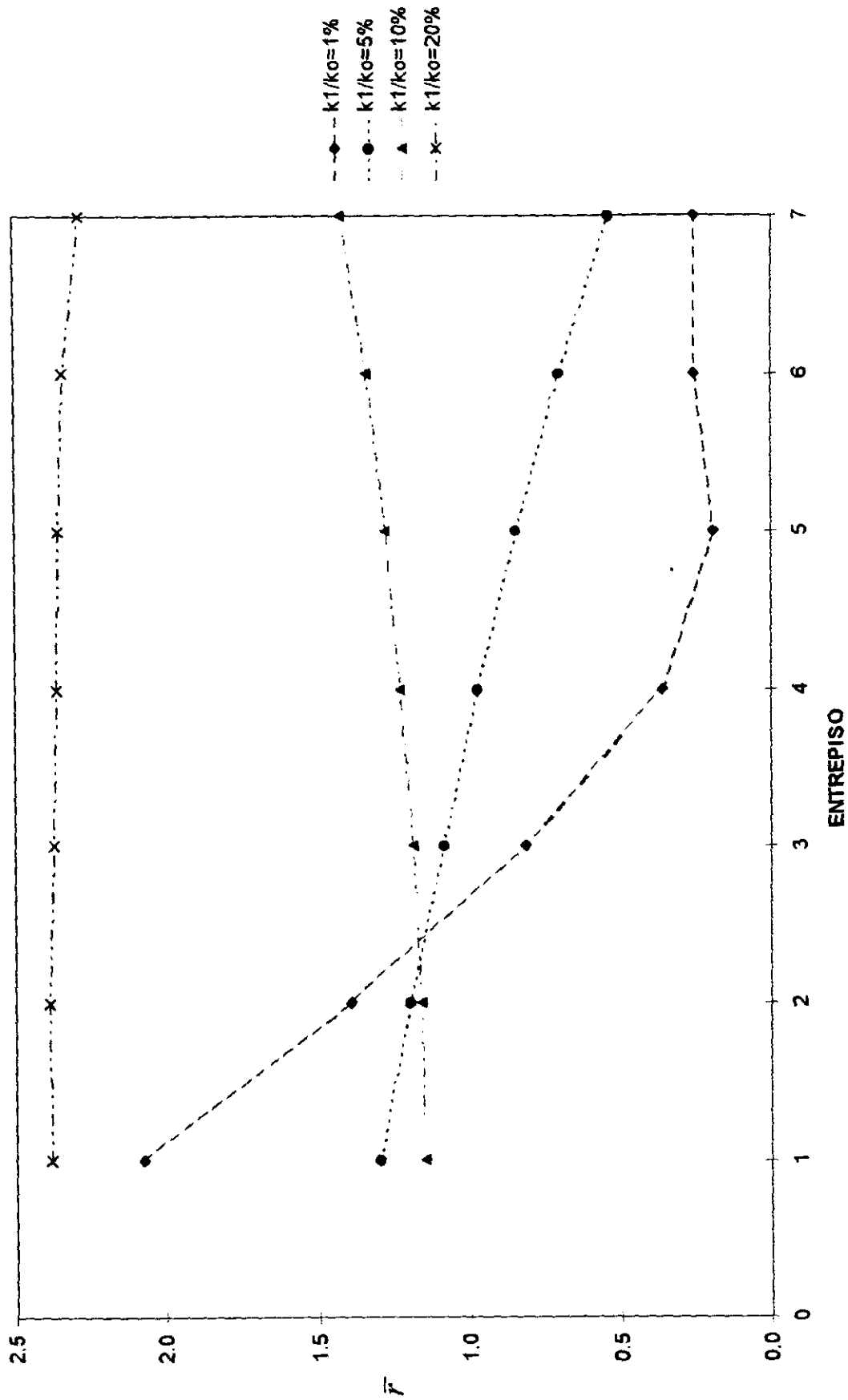


FIG. IV.4B. COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE LOS VALORES DE LA RELACIÓN $r=Dd/De$
 MÉTODO 1.a EDIFICIO DE 7 NIVELES CON RIGIDEZ VARIABLE $T=1.0$ s

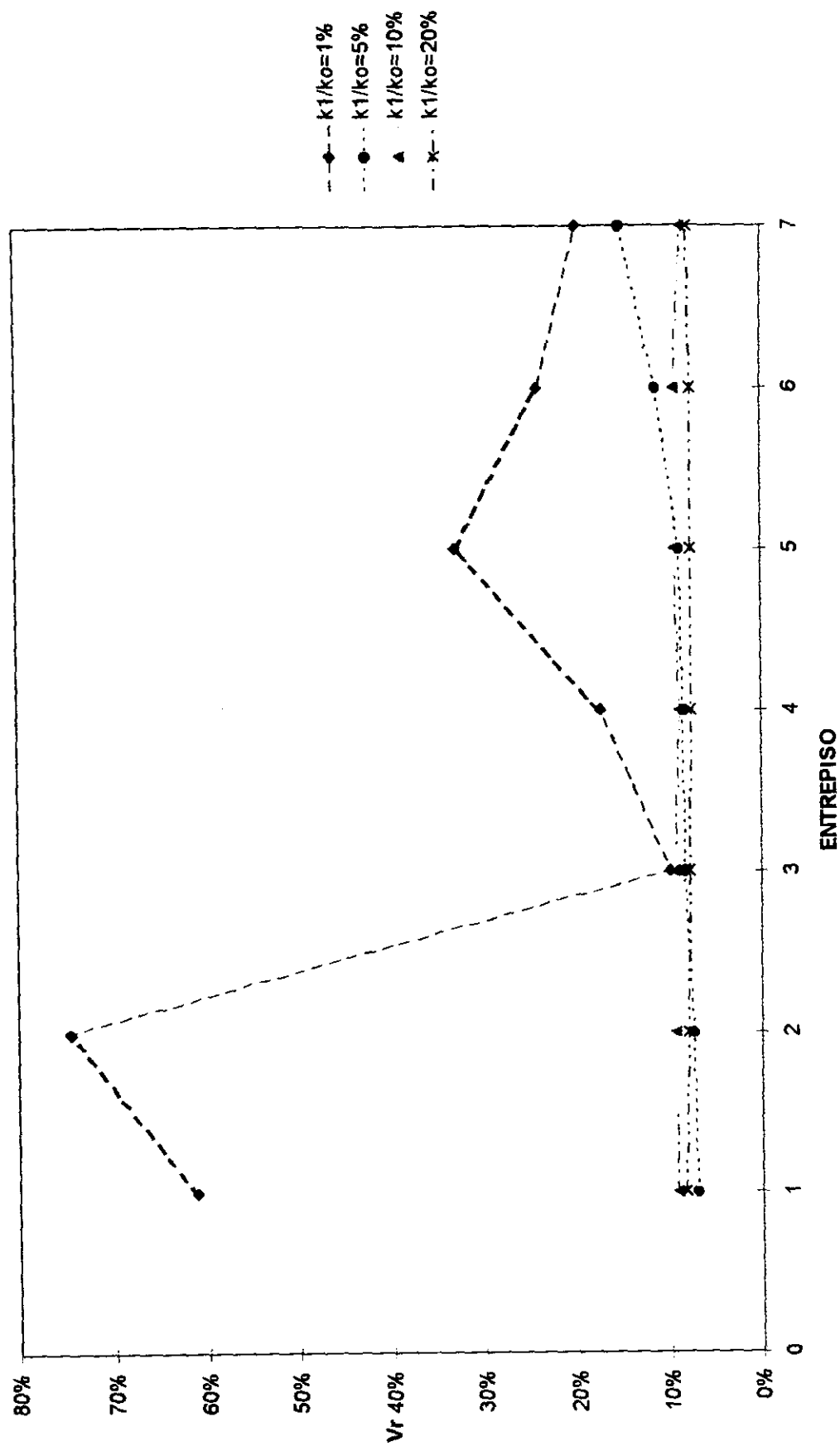


FIG. IV.5A. VALORES MEDIOS DE LA RELACIÓN $r=D_d/D_e$. MÉTODO 1.b
EDIFICIO DE 7 NIVELES CON RIGIDEZ CONSTANTE $T=1.0$ s

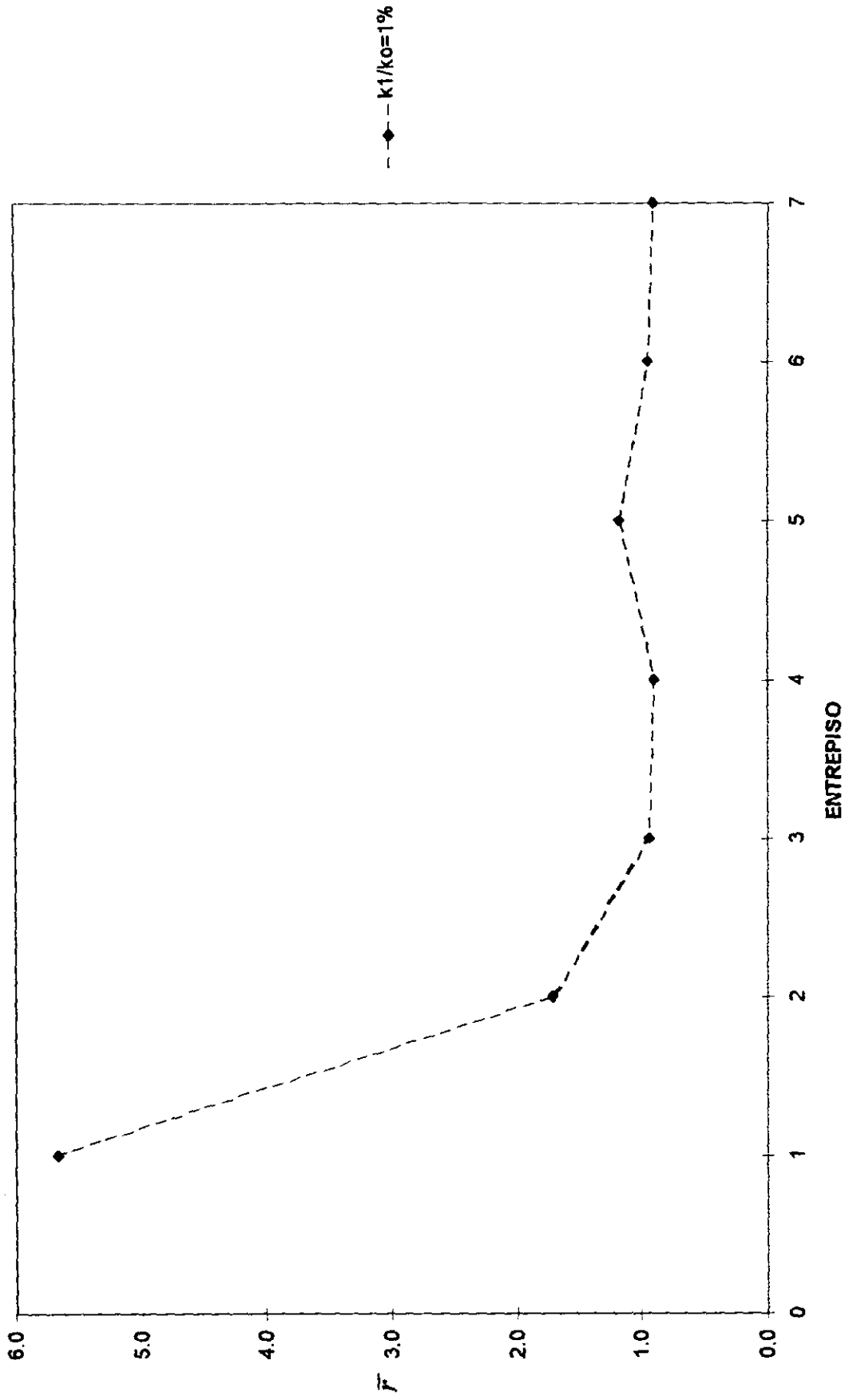


FIG. IV.5B. COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE LOS VALORES DE LA RELACIÓN $r=Dd/De$
 MÉTODO 1.b EDIFICIO DE 7 NIVELES CON RIGIDEZ CONSTANTE $T=1.0$ s

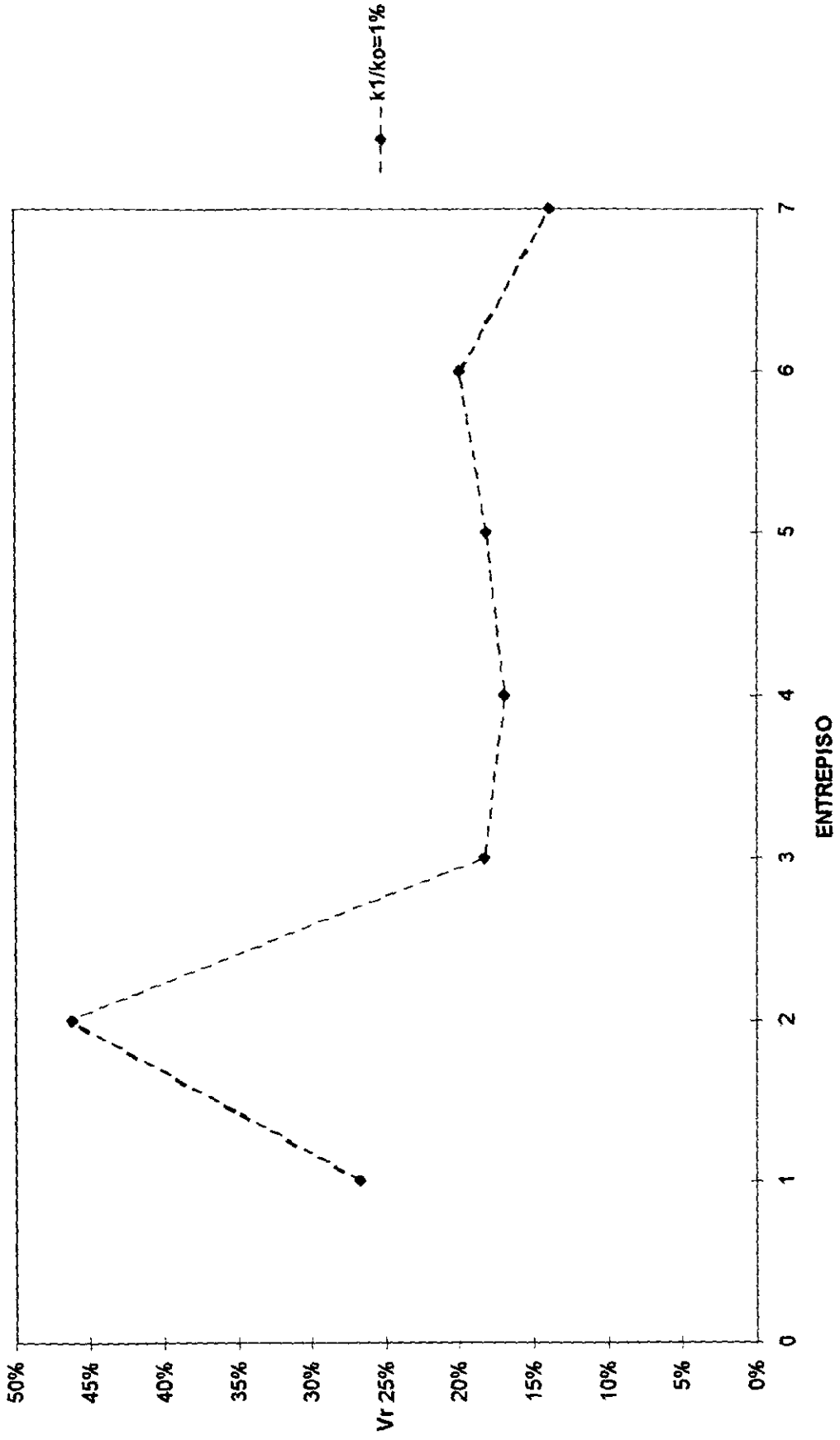


FIG. IV.6A. VALORES MEDIOS DE LA RELACIÓN $r = D_d / D_e$. MÉTODO 1.b
EDIFICIO DE 7 NIVELES CON RIGIDEZ VARIABLE $T = 1.0$ s

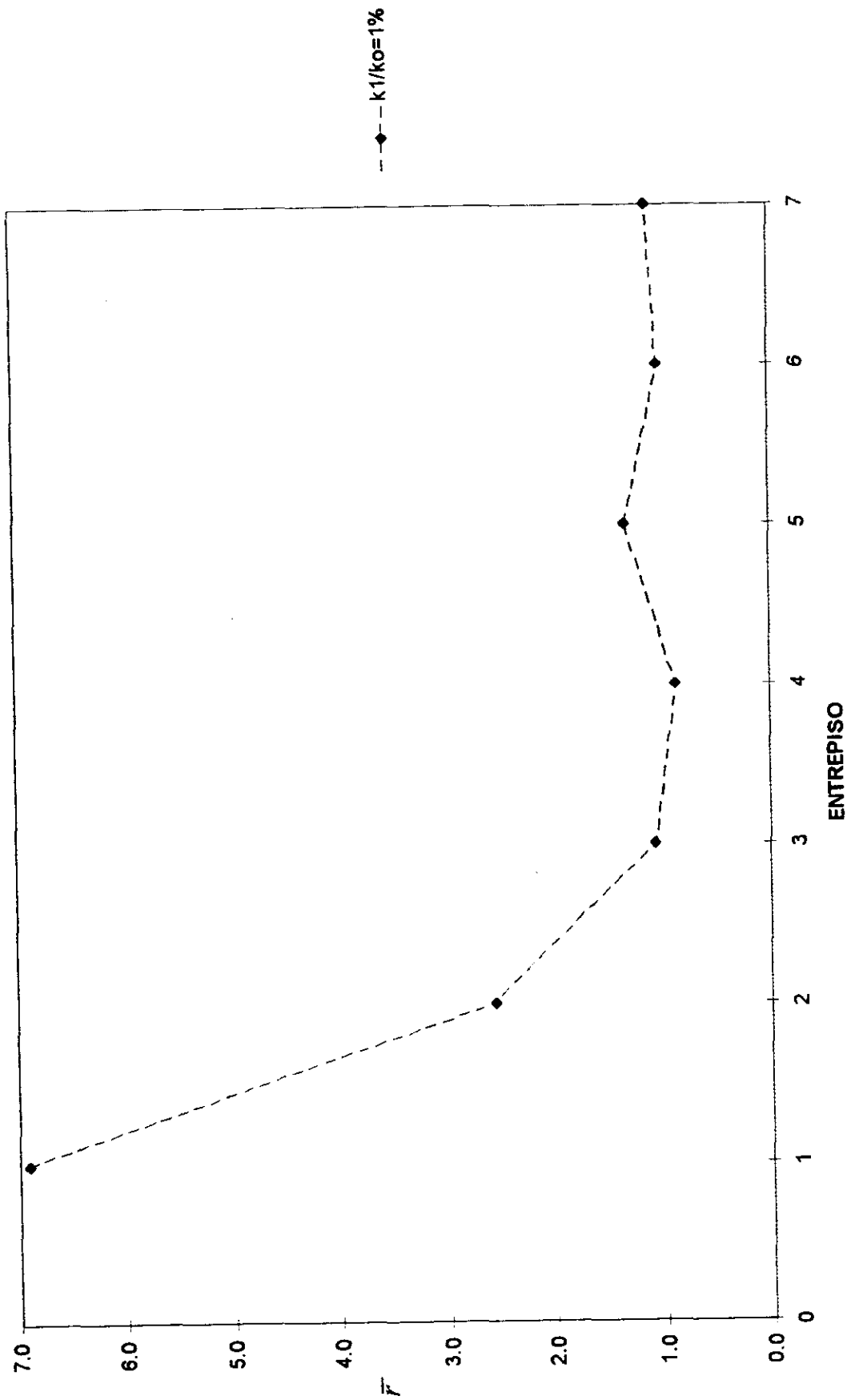


FIG. IV.6B. COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE LOS VALORES DE LA RELACIÓN $r=Dd/De$
 MÉTODO 1.b EDIFICIO DE 7 NIVELES CON RIGIDEZ VARIABLE $T=1.0$ s

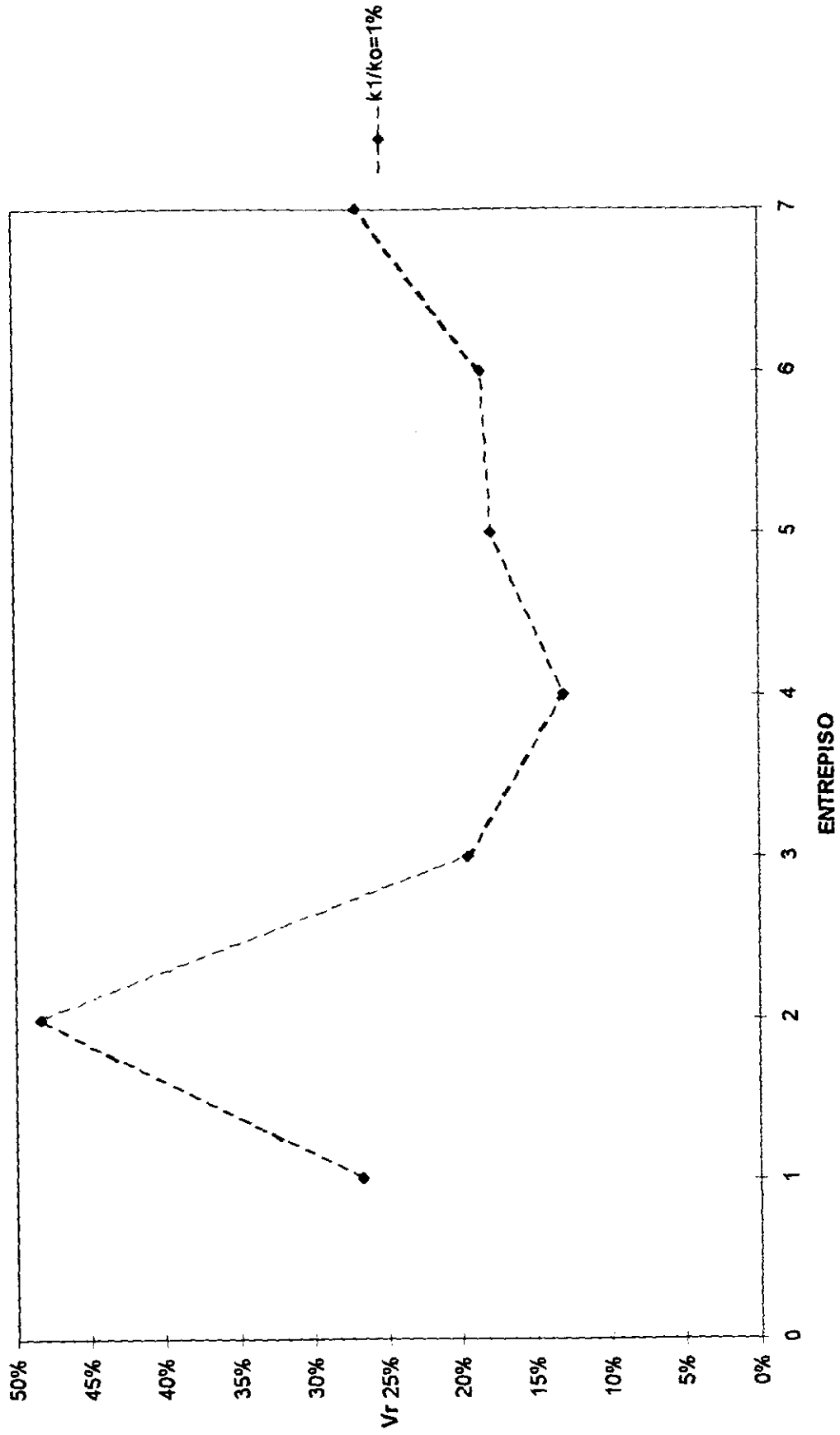


FIG. IV.7A. VALORES MEDIOS DE LA RELACIÓN $r=Dd/De$. MÉTODO 1.b
EDIFICIO DE 14 NIVELES CON RIGIDEZ CONSTANTE $T=1.7$ s

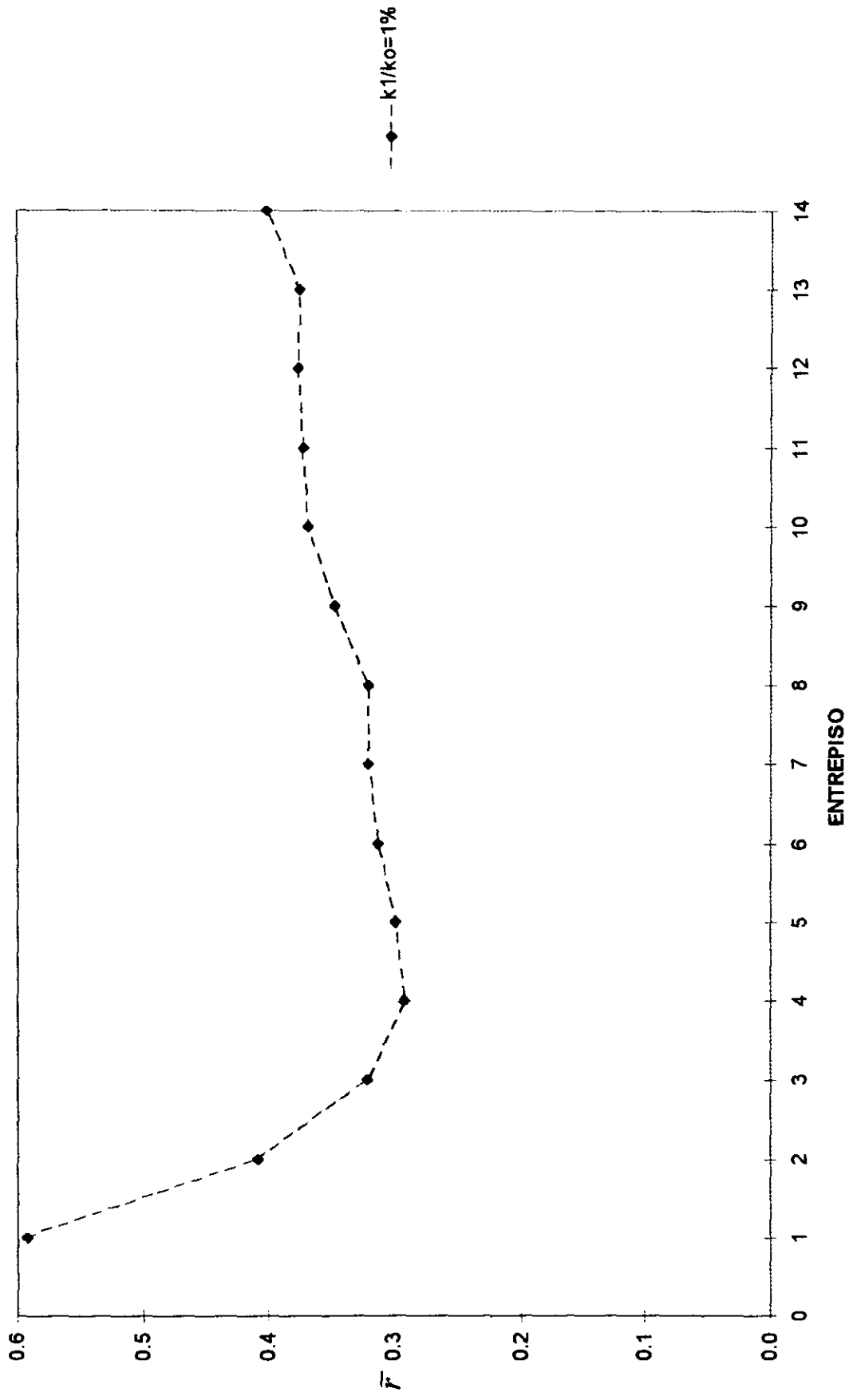


FIG. IV.7B. COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE LOS VALORES DE LA RELACIÓN $r=Dd/De$
 MÉTODO 1.b EDIFICIO DE 14 NIVELES CON RIGIDEZ CONSTANTE $T=1.7$ s

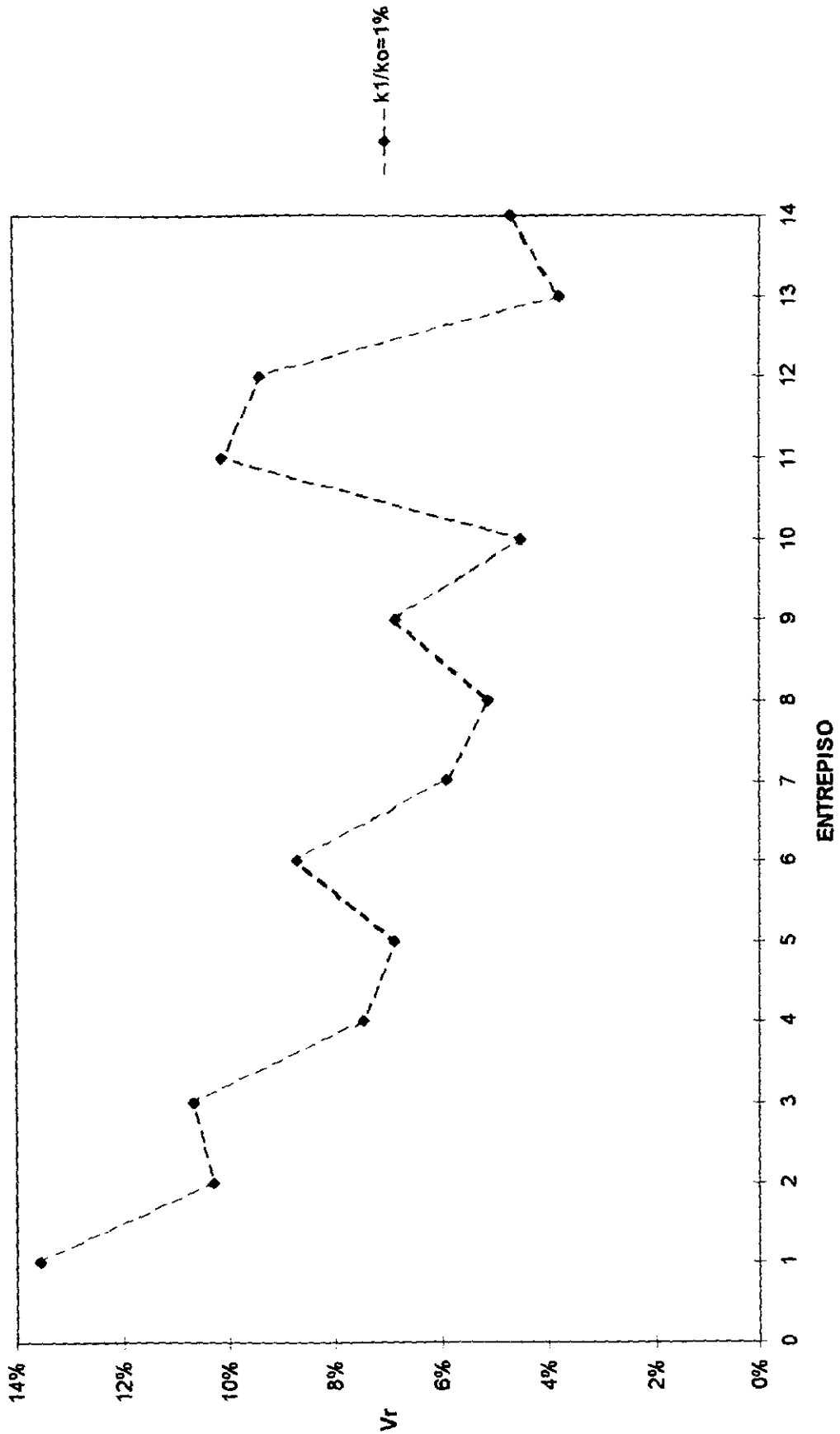


FIG. IV.8A. VALORES MEDIOS DE LA RELACIÓN $r=D_d/D_e$. MÉTODO 2
EDIFICIO DE 7 NIVELES CON RIGIDEZ CONSTANTET=1.0 s

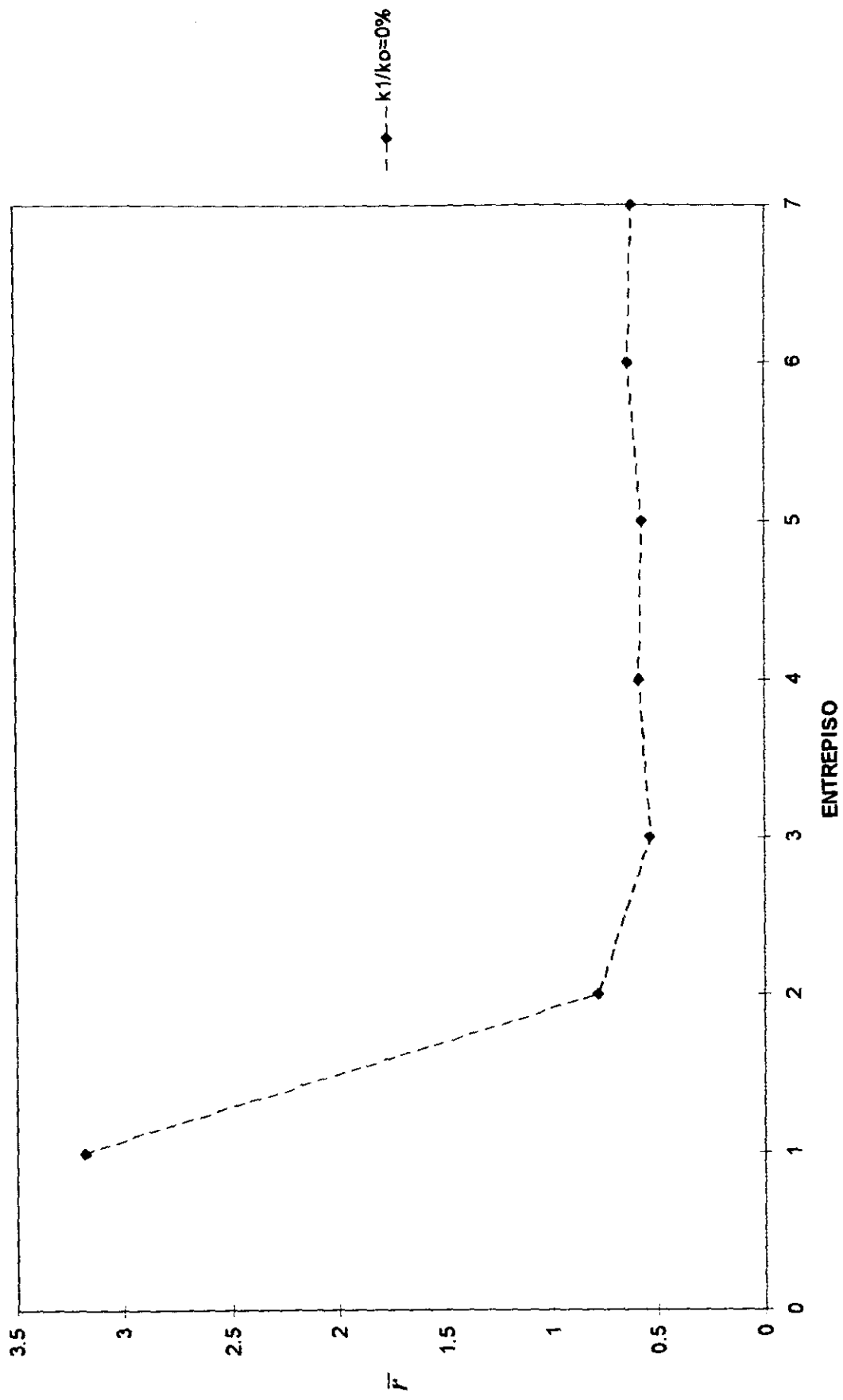


FIG. IV.8B. COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE LOS VALORES DE LA RELACIÓN $r=Dd/De$
MÉTODO 2 EDIFICIO DE 7 NIVELES CON RIGIDEZ CONSTANTE $T=1.0$ s

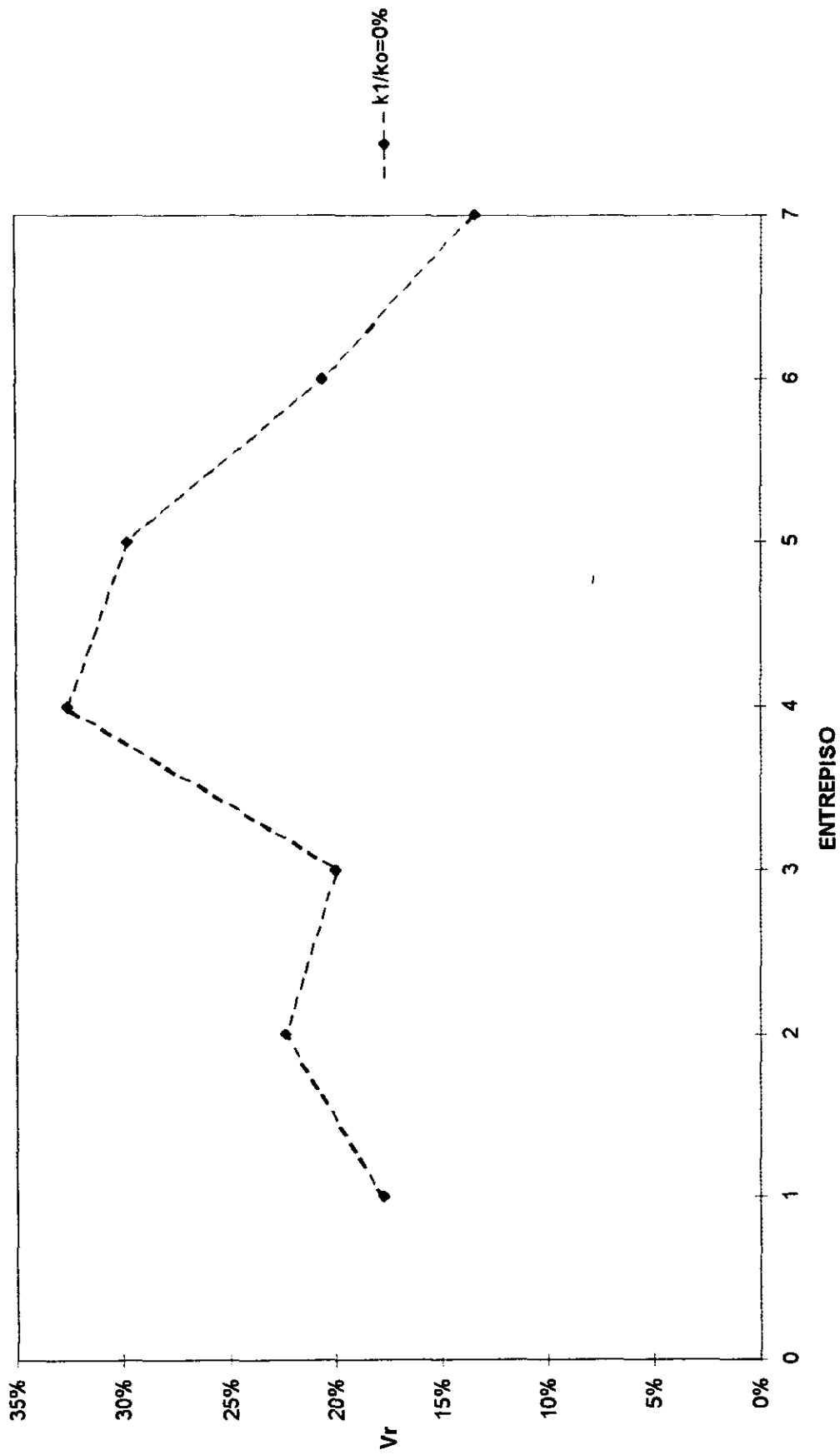
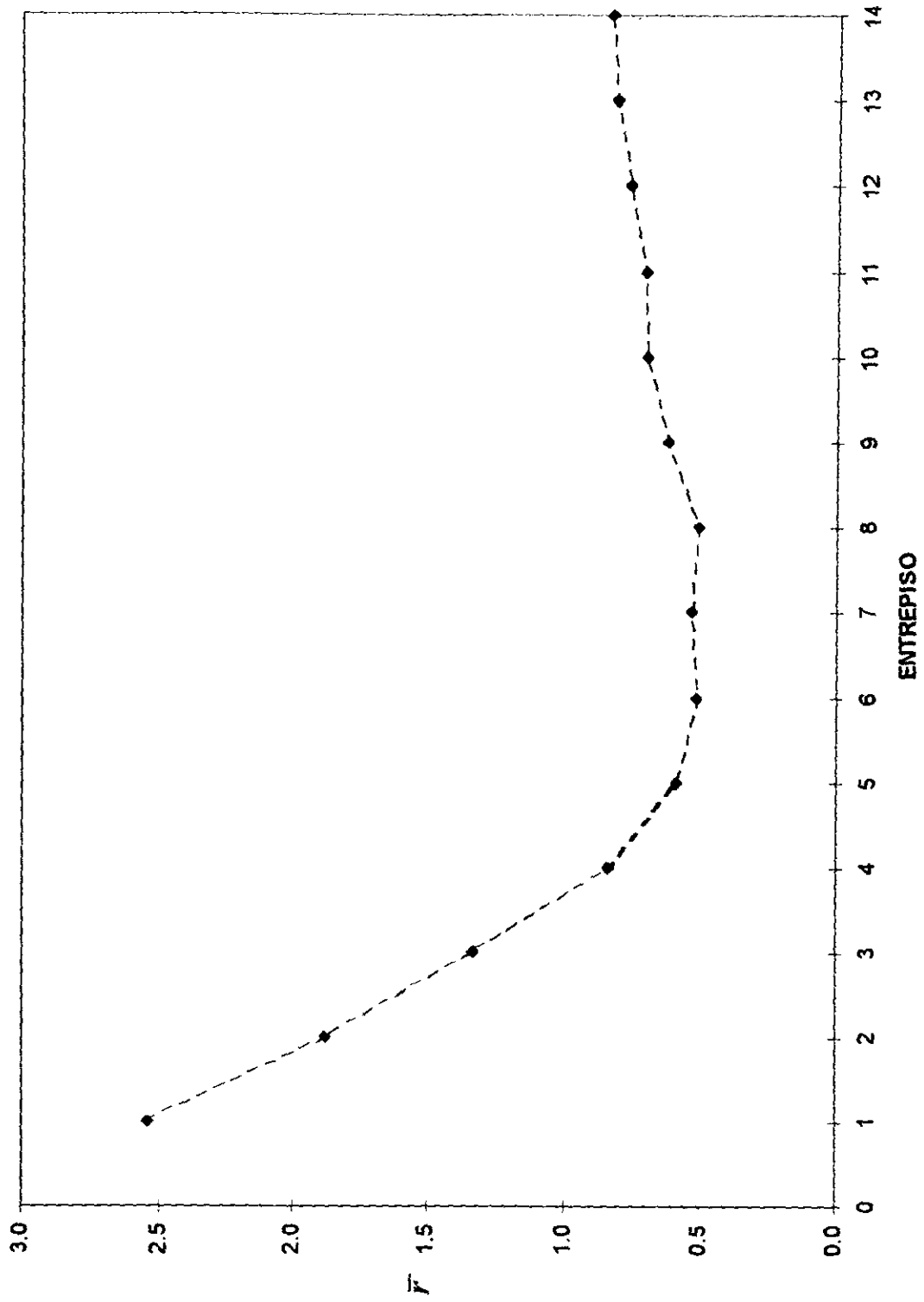


FIG. IV.9A. VALORES MEDIOS DE LA RELACION $r=Dd/De$. MÉTODO 2
 EDIFICIO DE 14 NIVELES CON RIGIDEZ CONSTANTE $T=1.3$ s



**FIG. IV.9B. COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE LOS VALORES DE LA RELACIÓN $r=Dd/De$
MÉTODO 2 EDIFICIO DE 14 NIVELES CON RIGIDEZ CONSTANTE $T=1.3$ s**

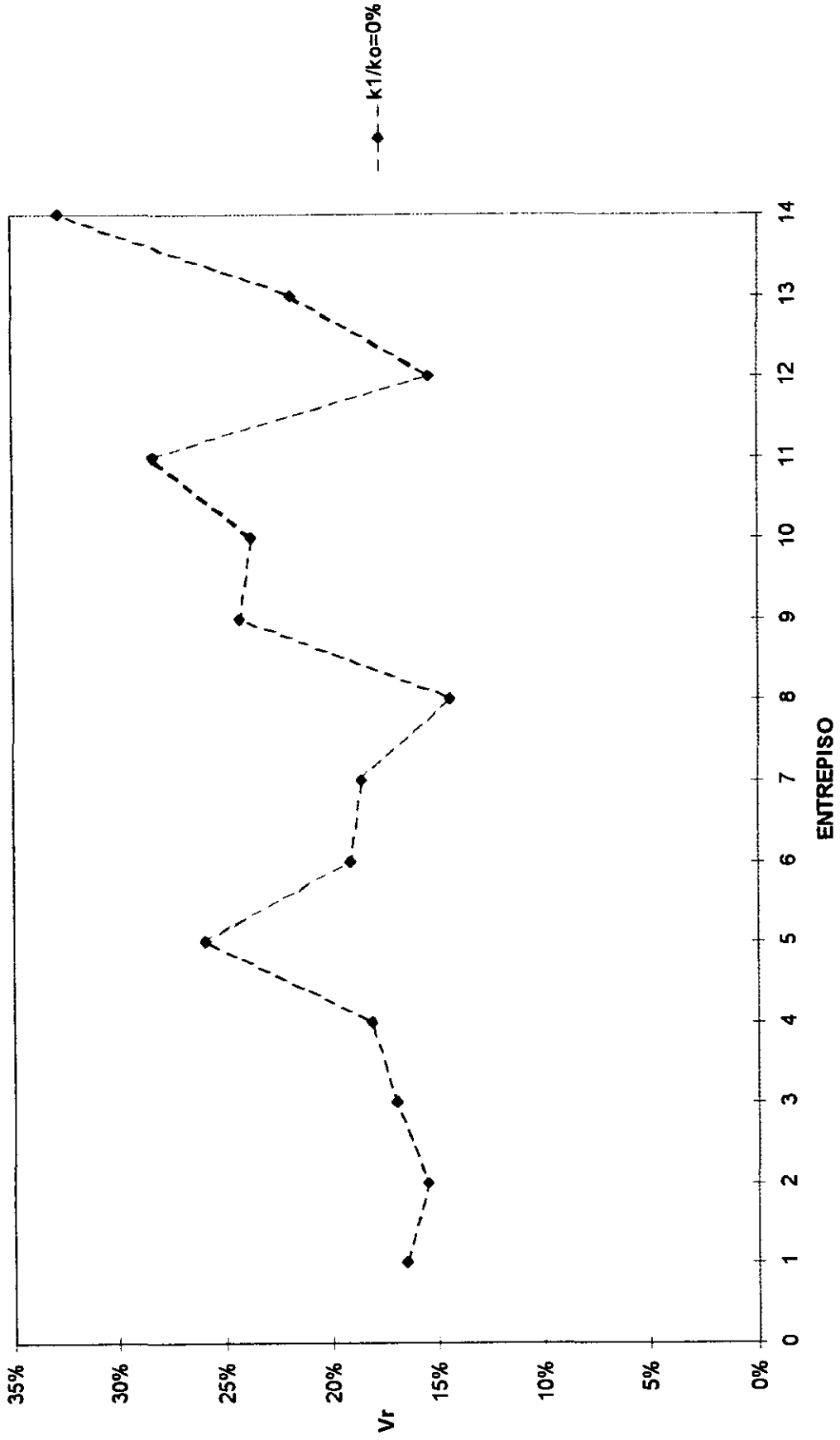


FIG. IV.10A. VALORES MEDIOS DE LA RELACIÓN $r=Dd/D_e$. MÉTODO 2
EDIFICIO DE 14 NIVELES CON RIGIDEZ CONSTANTE $T=1.5$ s

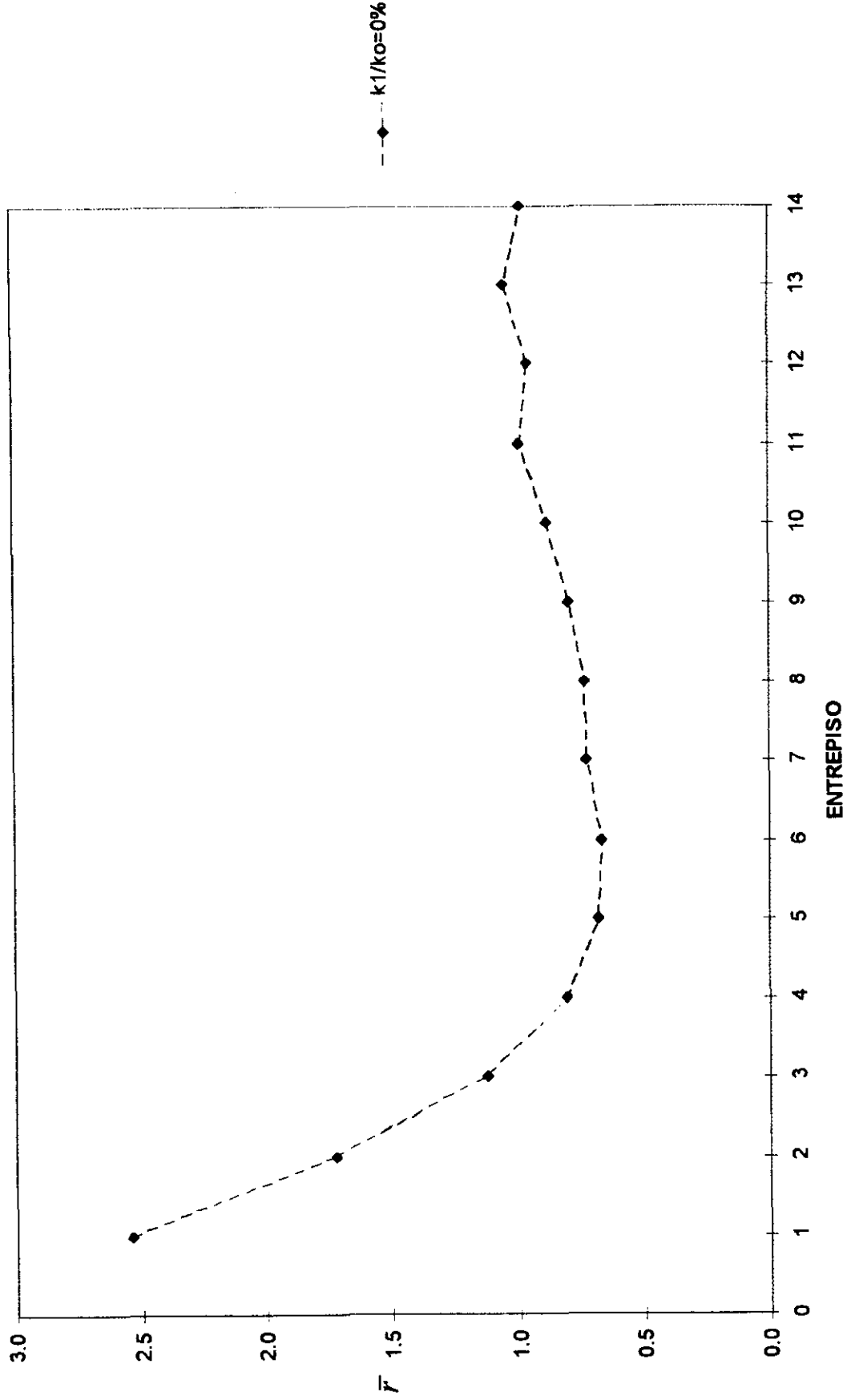


FIG. IV.10B. COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE LOS VALORES DE LA RELACIÓN $r=D_d/D_e$
 MÉTODO 2 EDIFICIO DE 14 NIVELES CON RIGIDEZ CONSTANTE $T=1.5$ s

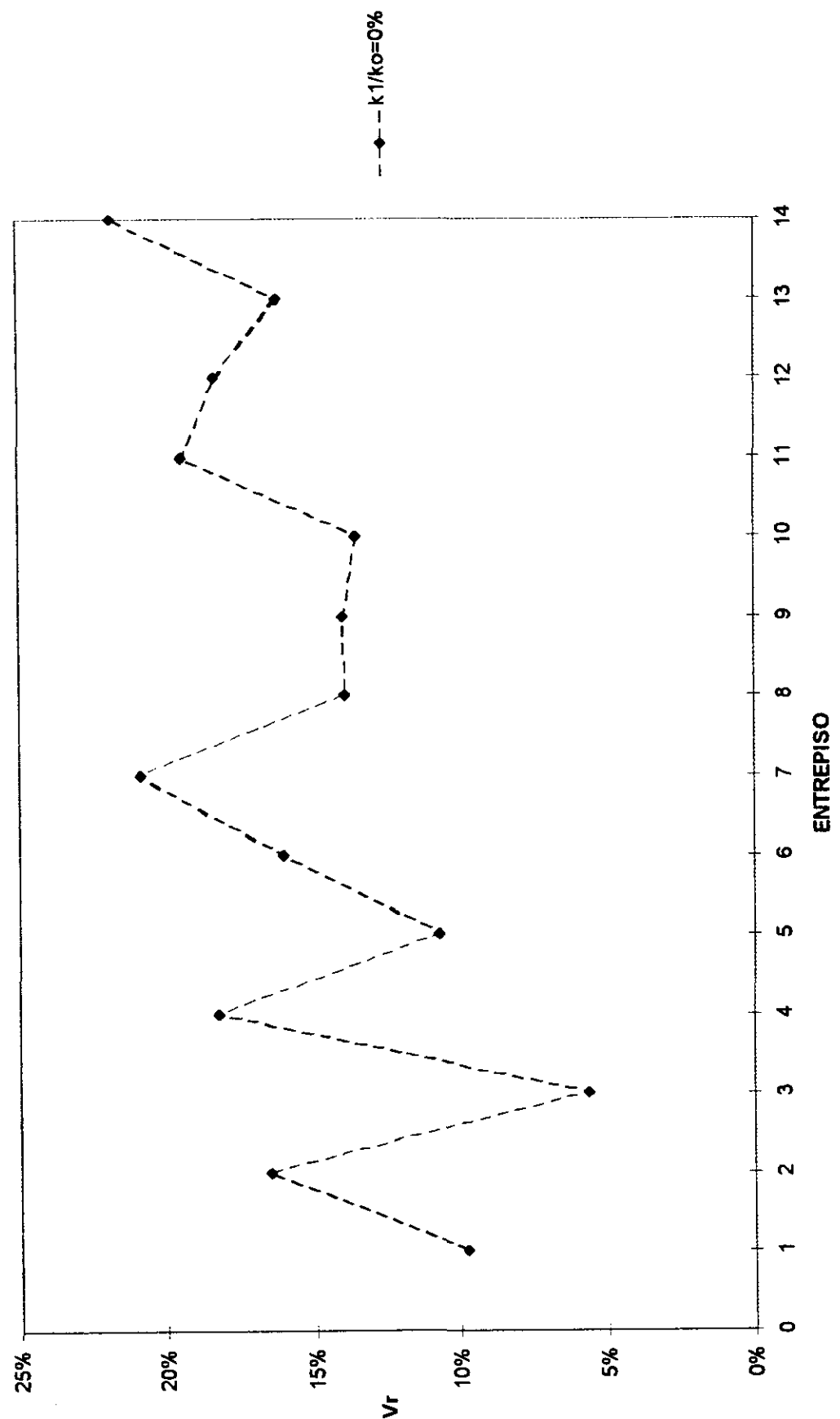


FIG. IV.11A. VALORES MEDIOS DE LA RELACION $r=Dd/D_e$. MÉTODO 2
EDIFICIO DE 14 NIVELES CON RIGIDEZ CONSTANTE $T=1.7$ s

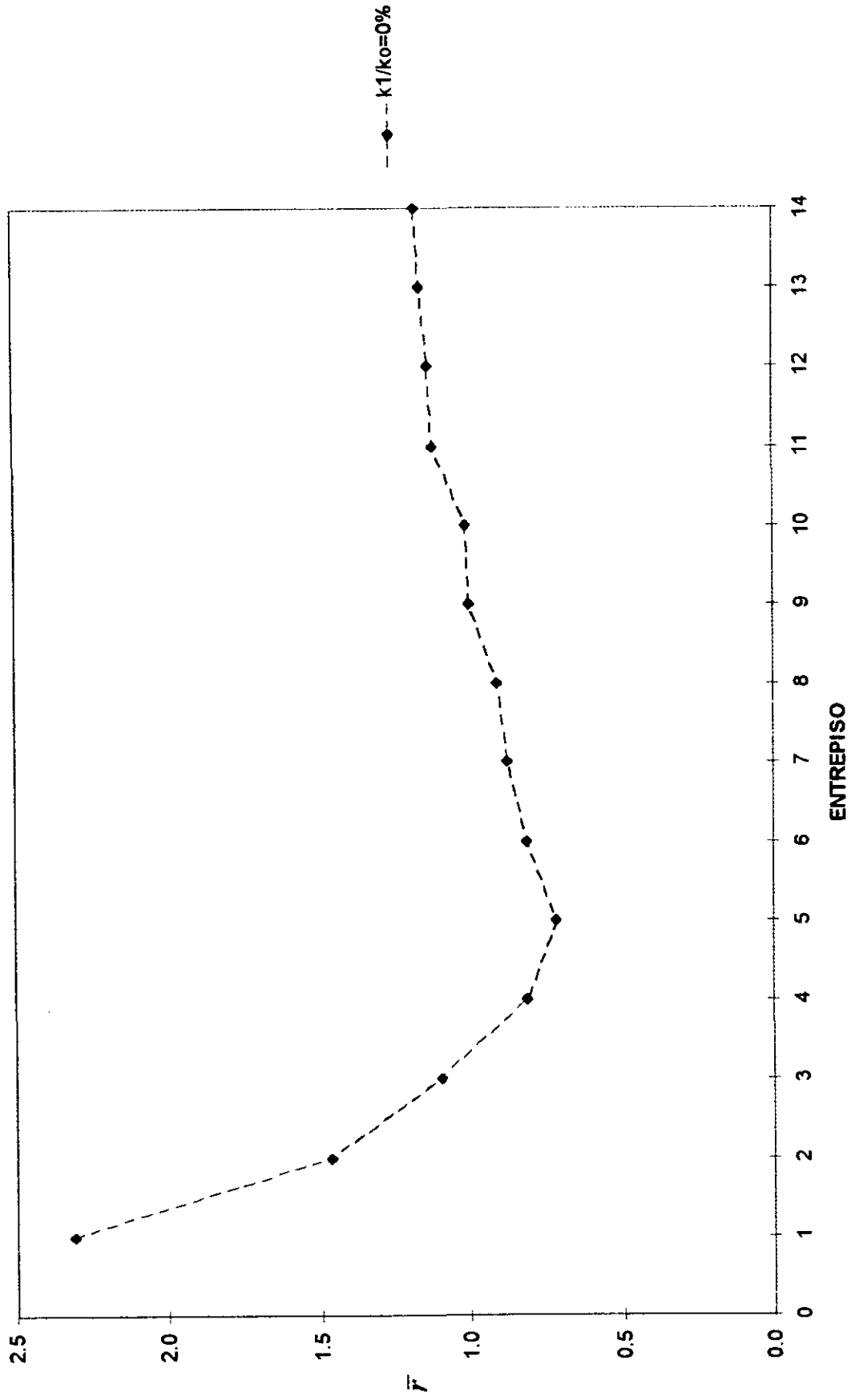


FIG. IV.11B. COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE LOS VALORES DE LA RELACIÓN $r=Dd/De$
 MÉTODO 2 EDIFICIO DE 14 NIVELES CON RIGIDEZ CONSTANTE $T=1.7$ s

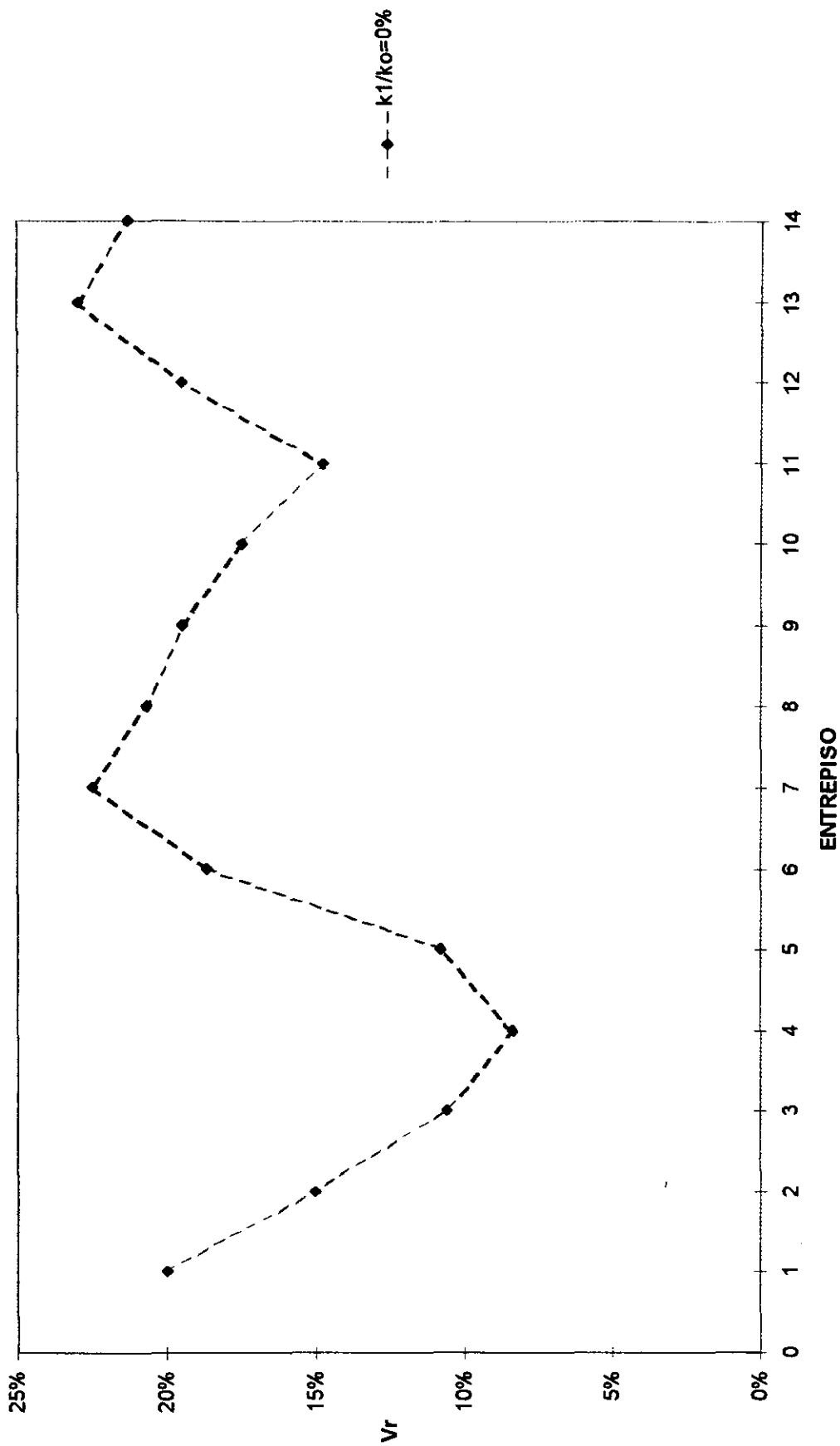
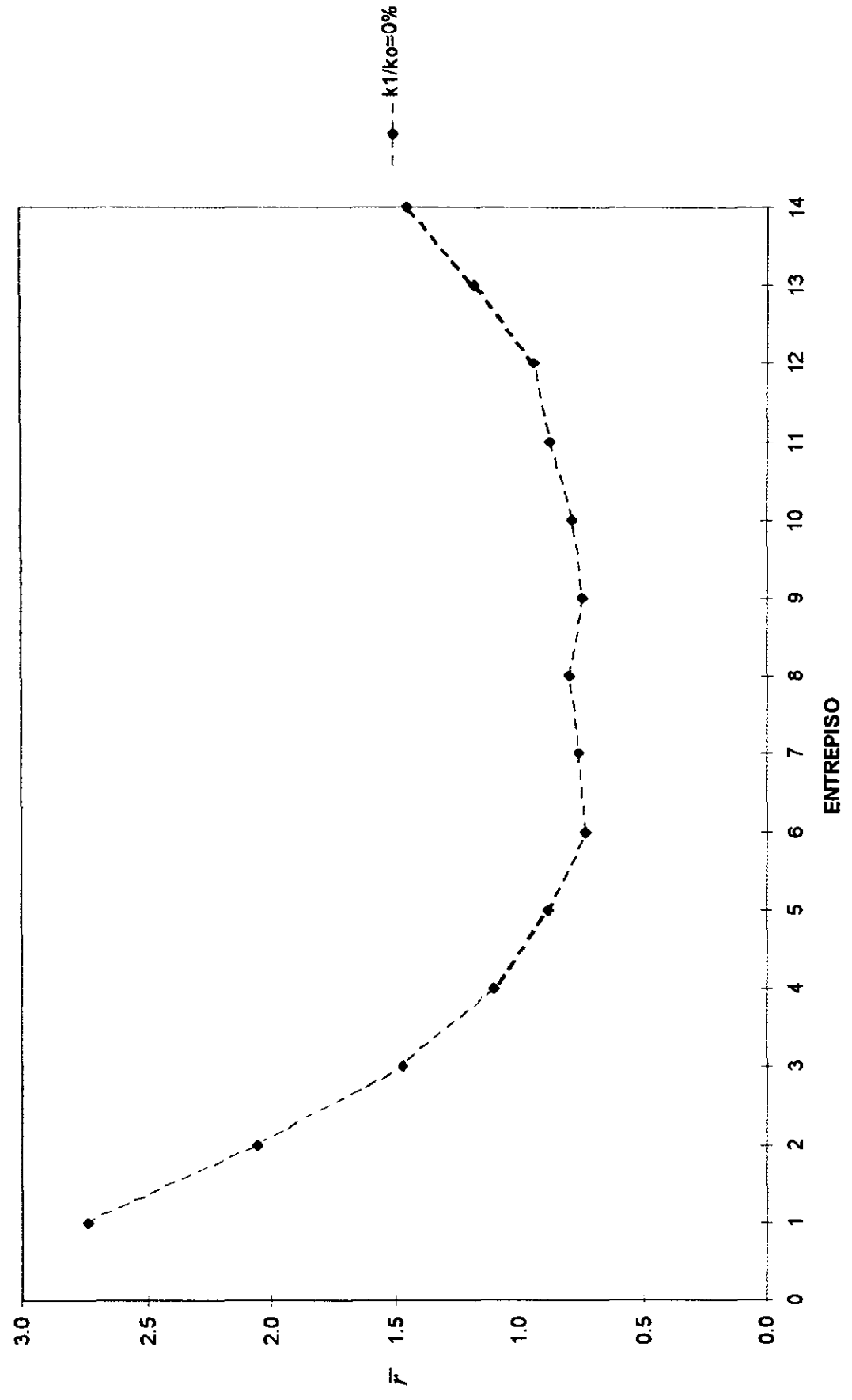


FIG. IV.12A. VALORES MEDIOS DE LA RELACIÓN $r = D_d/D_e$. MÉTODO 2
 EDIFICIO DE 14 NIVELES CON RIGIDEZ VARIABLE $T=1.7$ s



**FIG. IV.12B. COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE LOS VALORES DE LA RELACIÓN $r = D_d/D_e$
MÉTODO 2 EDIFICIO DE 14 NIVELES CON RIGIDEZ VARIABLE $T=1.7$ s**

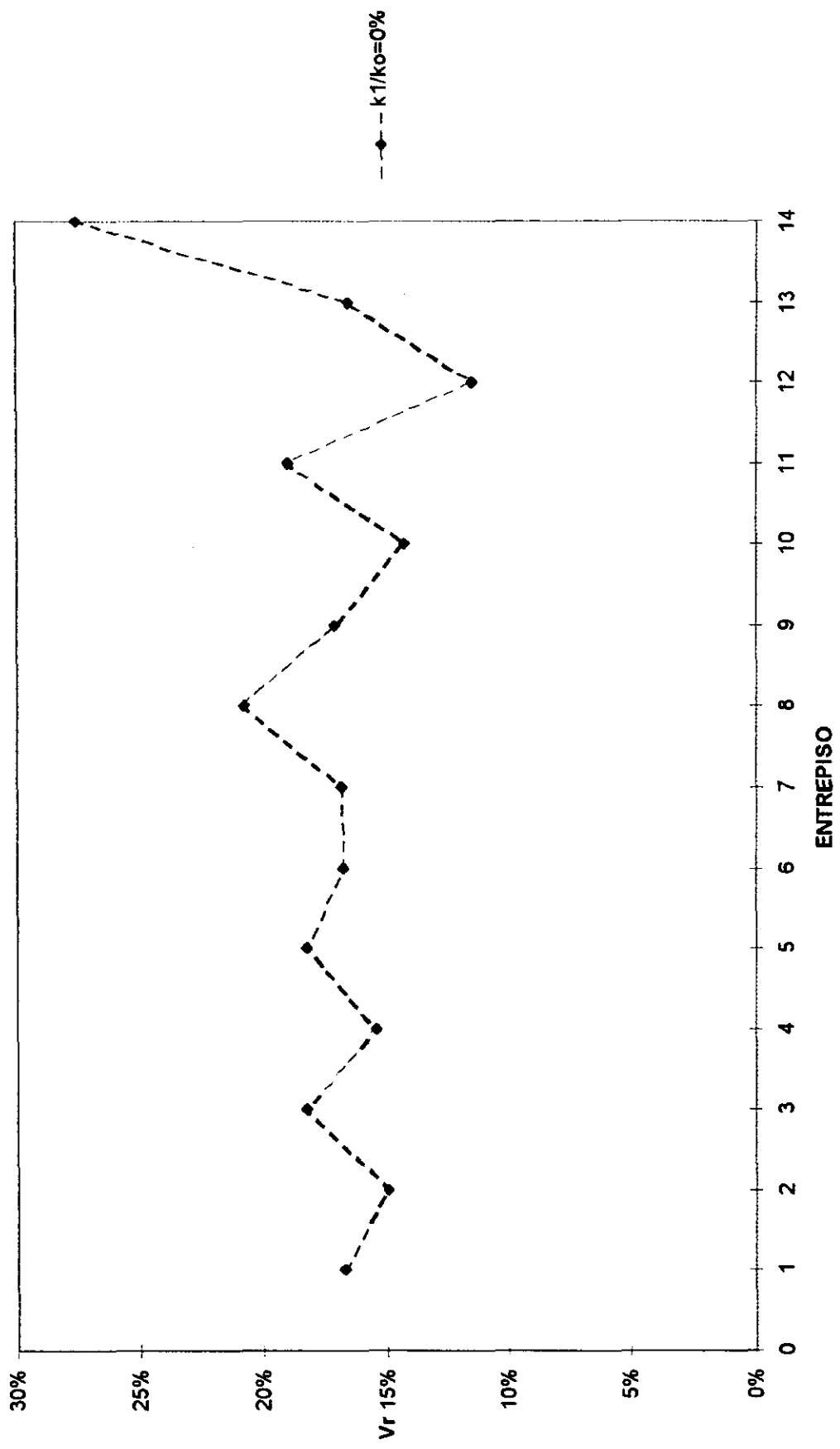


TABLA IV-1. COMPARACIÓN DE MÉTODOS EQUIVALENTES PARA EDIFICIO DE 7 NIVELES CON PERÍODO T=1.0 s.

EDIFICIO 7 NIVELES	MÉTODO 1A*		MÉTODO 1B**		MÉTODO 2***	
	PROMEDIO r=Dd/De	COEFIC. DE VARIACION	PROMEDIO r=Dd/De	COEFIC. DE VARIACION	PROMEDIO r=Dd/De	COEFIC. DE VARIACION
T=1.0 s						
K constante						
1er Entrepiso	1.5135	0.0818	5.6662	0.2678	3.1912	0.1775
2do Entrepiso	1.0475	0.1200	1.7109	0.4616	0.7848	0.2246
3er Entrepiso	0.5637	0.1136	0.9348	0.1832	0.5336	0.2008
4to Entrepiso	0.2686	0.5041	0.8996	0.1703	0.5834	0.3257
5to Entrepiso	0.3373	0.9064	1.1873	0.1824	0.5723	0.2977
6to Entrepiso	0.4482	0.5407	0.9580	0.2005	0.6346	0.2067
7o Entrepiso	0.6914	0.8449	0.9216	0.1406	0.6204	0.1337

* Q=5 ; $k_1 / k_0 = 0.01$

** Q=2 ; $k_1 / k_0 = 0.01$

*** Q=2 ; $k_1 / k_0 = 0$

TABLA IV-2. COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS EQUIVALENTES PARA EL EDIFICIO DE 7 NIVELES CON PERÍODO T=1.0 s.

EDIFICIO DE 7 NIVELES	MÉTODO 1A*		MÉTODO 1B**	
	PROMEDIO r=Dd/De	COEFICIENTE DE VARIACION	PROMEDIO r=Dd/De	COEFICIENTE DE VARIACION
T=1.0 s K variable				
1er Entrepiso	2.0778	0.6138	6.9051	0.2670
2do Entrepiso	1.3954	0.7458	2.5557	0.4835
3er Entrepiso	0.8143	0.0991	1.0626	0.1959
4to Entrepiso	0.3620	0.1751	0.8781	0.1313
5to Entrepiso	0.1918	0.3305	1.3329	0.1789
6to Entrepiso	0.2564	0.2410	1.0241	0.1856
7º Entrepiso	0.2553	0.1998	1.1250	0.2698

* Q=5 ; $k_1 / k_0 = 0.01$

** Q=2 ; $k_1 / k_0 = 0.01$

TABLA IV-3. COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS EQUIVALENTES PARA EL EDIFICIO DE 14 NIVELES CON PERÍODO T=1.7 s.

EDIFICIO DE 14 NIVELES	MÉTODO 1B*		MÉTODO 2**	
	PROMEDIO r=Dd/De	COEFICIENTE DE VARIACION	PROMEDIO r=Dd/De	COEFICIENTE DE VARIACION
T=1.7 s				
K constante				
1er Entrepiso	0.5922	0.135501	2.3093	0.1998
2do Entrepiso	0.4088	0.103348	1.4672	0.1503
3er Entrepiso	0.3211	0.107038	1.0942	0.1061
4to Entrepiso	0.2926	0.074746	0.8158	0.0837
5to Entrepiso	0.2985	0.068814	0.7209	0.1082
6to Entrepiso	0.3122	0.087362	0.8132	0.1864
7º Entrepiso	0.3206	0.058843	0.8817	0.2251
8º Entrepiso	0.3209	0.051160	0.9098	0.2065
9º Entrepiso	0.3475	0.068644	1.0018	0.1950
10º Entrepiso	0.3685	0.044862	1.0093	0.1747
11º Entrepiso	0.3726	0.10129	1.1193	0.1472
12º Entrepiso	0.3759	0.094244	1.1349	0.1946
13º Entrepiso	0.3745	0.037551	1.1580	0.2291
14º Entrepiso	0.4020	0.046819	1.1739	0.2129

• $Q=2$; $k_1/k_0 = 0.01$ ** $Q=4$; $k_1/k_0 = 0$

**TABLA IV-4. COMPARACIÓN DEL MÉTODO CONVENCIONAL CON LOS METODOS EQUIVALENTES
PARA EL EDIFICIO DE 7 NIVELES CON PERÍODO T=1.0 s.**

EDIFICIO 7 NIVELES	CONVENCIONAL*		MÉTODO 1A**		MÉTODO 1B**		MÉTODO 2****	
	PROMEDIO r=Dd/De	COEFIC. DE VARIACION	PROMEDIO r=Dd/De	COEFIC. DE VARIACION	PROMEDIO r=Dd/De	COEFIC. DE VARIACION	PROMEDIO r=Dd/De	COEFIC. DE VARIACION
T=1.0 s								
K constante								
1er Entrepiso	5.1952	0.2772	1.5135	0.0818	5.6662	0.2678	3.1912	0.1775
2° Entrepiso	1.2571	0.2868	1.0475	0.1200	1.7109	0.4616	0.7848	0.2246
3° Entrepiso	0.8223	0.1929	0.5637	0.1136	0.9348	0.1832	0.5336	0.2008
4° Entrepiso	0.8420	0.1378	0.2686	0.5041	0.8996	0.1703	0.5834	0.3257
5° Entrepiso	0.8078	0.2562	0.3373	0.9064	1.1873	0.1824	0.5723	0.2977
6° Entrepiso	0.8688	0.2819	0.4482	0.5407	0.9580	0.2005	0.6346	0.2067
7° Entrepiso	0.7768	0.1935	0.6914	0.8449	0.9216	0.1406	0.6204	0.1337

* Q=2 ; $k_1/k_0 = 0$

** Q=5 ; $k_1/k_0 = 0.01$

*** Q=2 ; $k_1/k_0 = 0.01$

**** Q=2 ; $k_1/k_0 = 0$

TABLA IV-5. COMPARACIÓN DEL MÉTODO CONVENCIONAL CON LOS MÉTODOS EQUIVALENTES PARA EL EDIFICIO DE 14 NIVELES CON PERÍODO T=1.7 s.

EDIFICIO DE 14 NIVELES	CONVENCIONAL*			MÉTODO 1B**			MÉTODO 2***		
	PROMEDIO r=Dd/De	COEFIC. DE VARIACION	PROMEDIO r=Dd/De	COEFIC. DE VARIACION	PROMEDIO r=Dd/De	COEFIC. DE VARIACION	PROMEDIO r=Dd/De	COEFIC. DE VARIACION	
T=1.7 s									
K constante									
1er Entrepiso	2.0345	0.721750	0.5922	0.135501	2.3093	0.1998			
2do Entrepiso	1.3980	0.715089	0.4088	0.103348	1.4672	0.1503			
3er Entrepiso	1.0873	0.712768	0.3211	0.107038	1.0942	0.1061			
4to Entrepiso	0.9786	0.70499	0.2926	0.074746	0.8158	0.0837			
5to Entrepiso	0.9810	0.699102	0.2985	0.068814	0.7209	0.1082			
6to Entrepiso	1.0028	0.694196	0.3122	0.087362	0.8132	0.1864			
7º Entrepiso	1.0017	0.682499	0.3206	0.058843	0.8817	0.2251			
8º Entrepiso	0.9726	0.671994	0.3209	0.051160	0.9098	0.2065			
9º Entrepiso	1.0207	0.663122	0.3475	0.068644	1.0018	0.1950			
10º Entrepiso	1.0426	0.648099	0.3685	0.044862	1.0093	0.1747			
11º Entrepiso	1.0130	0.640235	0.3726	0.10129	1.1193	0.1472			
12º Entrepiso	0.9764	0.622191	0.3759	0.094244	1.1349	0.1946			
13º Entrepiso	0.9369	0.601452	0.3745	0.037551	1.1580	0.2291			
14º Entrepiso	0.9721	0.588332	0.4020	0.046819	1.1739	0.2129			

* Q=2, $k_1/k_0 = 0$; ** Q=2, $k_1/k_0 = 0.01$; *** Q=4, $k_1/k_0 = 0$

TABLA IV-6. COMPARACIÓN DEL MÉTODO CONVENCIONAL Y EL MÉTODO 2 PARA EL EDIFICIO DE 14 NIVELES CON PERÍODO T=1.3 s.

EDIFICIO DE 14 NIVELES	CONVENCIONAL*		MÉTODO 2**	
	PROMEDIO $r=Dd/De$	COEFIC. DE VARIACION	PROMEDIO $r=Dd/De$	COEFIC. DE VARIACION
T=1.3 s				
K constante				
1er Entrepiso	2.7618	0.143461	2.5400	0.1650
2do Entrepiso	2.0487	0.143738	1.8821	0.1548
3er Entrepiso	1.4708	0.219759	1.3362	0.1703
4to Entrepiso	0.9234	0.227002	0.8480	0.1820
5to Entrepiso	0.6321	0.192269	0.5985	0.2591
6to Entrepiso	0.5494	0.212420	0.5186	0.1919
7º Entrepiso	0.5664	0.241545	0.5406	0.1861
8º Entrepiso	0.5297	0.201888	0.5163	0.1443
9º Entrepiso	0.6224	0.302037	0.6286	0.2429
10º Entrepiso	0.6643	0.199044	0.7032	0.2375
11º Entrepiso	0.6452	0.229774	0.7120	0.2827
12º Entrepiso	0.6794	0.143783	0.7683	0.1535
13º Entrepiso	0.7062	0.295252	0.8223	0.2189
14º Entrepiso	0.6626	0.268878	0.8371	0.3273

* $Q=4$, $k_1/k_0 = 0$; ** $Q=4$, $k_1/k_0 = 0$

TABLA IV-7. COMPARACIÓN DEL MÉTODO CONVENCIONAL Y EL MÉTODO 2 PARA EL EDIFICIO DE 14 NIVELES CON PERIODO T=1.5 s.

EDIFICIO DE 14 NIVELES	CONVENCIONAL*		MÉTODO 2**	
	PROMEDIO r=Dd/De	COEFIC. DE VARIACION	PROMEDIO r=Dd/De	COEFIC. DE VARIACION
T=1.5 s				
K constante				
1er Entrepiso	2.5755	0.194019	2.5446	0.0953
2do Entrepiso	1.7441	0.226429	1.7231	0.1646
3er Entrepiso	1.1295	0.158511	1.1234	0.0569
4to Entrepiso	0.8064	0.181514	0.8150	0.1822
5to Entrepiso	0.6690	0.102827	0.6835	0.3394
6to Entrepiso	0.6581	0.198113	0.6767	0.1604
7º Entrepiso	0.6975	0.220280	0.7330	0.2088
8º Entrepiso	0.6826	0.147089	0.7362	0.1397
9º Entrepiso	0.7218	0.156516	0.7992	0.4039
10º Entrepiso	0.7889	0.273752	0.8848	0.1356
11º Entrepiso	0.8367	0.263622	0.9909	0.1945
12º Entrepiso	0.7664	0.162763	0.9605	0.1833
13º Entrepiso	0.7893	0.158899	1.0478	0.1620
14º Entrepiso	0.7281	0.183741	0.9857	0.2181

* Q=4, $k_1 / k_0 = 0$; ** Q=4, $k_1 / k_0 = 0$

TABLA IV-8. COMPARACIÓN DEL MÉTODO CONVENCIONAL Y EL MÉTODO 2 PARA EL EDIFICIO DE 14 NIVELES CON PERÍODO T=1.7 s.

EDIFICIO DE 14 NIVELES	CONVENCIONAL*		MÉTODO 2**	
	PROMEDIO r=Dd/De	COEFIC. DE VARIACION	PROMEDIO r=Dd/De	COEFIC. DE VARIACION
T=1.7 s				
K constante				
1er Entrepiso	2.4692	0.2526	2.3093	0.1998
2do Entrepiso	1.5642	0.2020	1.4672	0.1503
3er Entrepiso	1.1571	0.1319	1.0942	0.1061
4to Entrepiso	0.8580	0.1102	0.8158	0.0837
5to Entrepiso	0.7140	0.1366	0.7209	0.1082
6to Entrepiso	0.8130	0.0990	0.8132	0.1864
7º Entrepiso	0.8754	0.1524	0.8817	0.2251
8º Entrepiso	0.8862	0.1757	0.9098	0.2065
9º Entrepiso	0.9586	0.2289	1.0018	0.1950
10º Entrepiso	0.9274	0.1927	1.0093	0.1747
11º Entrepiso	0.9842	0.1721	1.1193	0.1472
12º Entrepiso	0.9562	0.2342	1.1349	0.1946
13º Entrepiso	0.9159	0.2482	1.1580	0.2291
14º Entrepiso	0.8557	0.2253	1.1739	0.2129

• Q=4 , $k_1/k_0 = 0$; ** Q=4 , $k_1/k_0 = 0$

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

- En general, los métodos equivalentes subestimaron la respuesta de los edificios para los dos primeros entresijos, debido a que en sistemas de cortante los desplazamientos que resultan de un análisis paso-a-paso se concentran en estos entresijos.
- El método convencional también subestimó los desplazamientos en los primeros entresijos ya que es incapaz de reproducir el efecto de concentración de desplazamientos en dichos entresijos.
- De la comparación de los métodos equivalentes puede concluirse que para periodos pequeños (entre 0.4 y 1.0 segundos) el método 1.b es el que mejor se aproximó a los resultados que se obtienen de un análisis paso-a-paso. Para periodos intermedios (entre 1.3 y 1.7 segundos) el método 2 presentó los mejores resultados.
- En los edificios de período pequeño el método convencional se aproximó mejor a la respuesta en los primeros entresijos que como lo hicieron los métodos equivalentes; sin embargo, en los entresijos intermedios y superiores la respuesta del método 1.b se aproximó mejor que la de los demás métodos.
- Para edificios de período intermedio el método 2 tuvo ligeramente mejores aproximaciones que el método convencional y mucho mejores respecto a los demás métodos equivalentes; pero aun el primero presenta sesgos importantes, que hacen poco atractivo su empleo para problemas prácticos.

RECOMENDACIONES Y POSIBLES ESTUDIOS FUTUROS

Los métodos equivalentes desarrollados en este trabajo se utilizaron para analizar estructuras de edificios desplantados en suelo blando, tal como la arcilla de la ciudad de México. Con estos métodos se utilizaron espectros de respuesta que se obtuvieron a partir de acelerogramas registrados en sitios como la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), por lo que los resultados aquí expuestos aplica sólo a lugares con suelo blando.

Sería interesante estudiar la respuesta de estructuras desplantadas en suelo firme empleando los diferentes métodos equivalentes desarrollados aquí.

Los métodos propuestos para obtener respuestas sísmicas de sistemas no lineales a partir de los de sistemas equivalentes estiman las acciones sísmicas sobre una estructura a partir de los espectros de respuesta, suponiendo valores efectivos de las rigideces y amortiguamientos de los sistemas equivalentes. Por ello ignoran la forma en que evolucionan tales propiedades durante el movimiento, conforme la energía del movimiento del terreno se trasmite a la estructura. Es probable que esta sea la causa de la incapacidad de los métodos en cuestión para predecir las concentraciones de deformaciones (o demandas de ductilidad) que se presentan en los entrepisos inferiores de edificios de cortante.

Lo anterior generó la idea de explorar un método alternativo, en que la excitación sísmica, representada por los espectros de respuesta para diversos amortiguamientos efectivos, se introduzca al sistema no lineal en forma incremental. Esto será objeto de estudios futuros.

REFERENCIAS

1. Newmark, N. M. y Rosenblueth, E., "*Fundamentos de Ingeniería Sísmica*", Editorial Diana, México, 1976.
2. Burbano Bolaños, N. Rommel, "*Costos Esperados de Daños Causados por Sismos en Contenidos de Edificios*", Tesis para obtener el grado de Maestro en Ingeniería, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM, 1997. Cap. 2.
3. W. D. Iwan and N. C. Gates, "*Estimating earthquake response of simple hysteretic structures*", Jour. Eng. Mech. Div., ASCE, Vol. 105, N° EM3, Junio, 1979.
4. T. E. Kelly, "*Some comments on reinforced concrete structures forming column hinge mechanisms*", Bulletin of the New Zealand National Society Earthquake Engineering., Vol.10, N° 4, Dec. 1977.
5. *Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo*, Gaceta Oficial del Departamento del Distrito Federal, México, octubre 29, 1987.

RECONOCIMIENTOS

Al Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México por permitir forjarme en su espacio y en su tiempo.

Al Sistema Nacional de Investigadores, por su ayuda económica.

Al Dr. Luís Esteva por apoyarme y ayudarme siempre, por ser un ejemplo sin par, por confiarme este trabajo.

A mis profesores amigos, en especial al Dr. Gustavo Ayala por abrirme las puertas.

A mis compañeros del Instituto de Ingeniería, por su motivación y su ayuda.

APÉNDICE:

TABLAS DE RESULTADOS

TABLA A-1 COMPARACIÓN EDIFICIO DE 7 NIVELES T=0.4 s MÉTODO 1.a.
RIGIDEZ CONSTANTE. PENDIENTE RAMA POSFLUENCIA 1%

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	1er ENTREPISO			2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-6.6966	1.2582	5.3224	-5.7453	1.1651	4.9312
S02	6.8574	1.2582	5.4502	5.8409	1.1651	5.0133
S03	-7.3947	1.2582	5.8773	-6.2641	1.1651	5.3765
S04	-6.6502	1.2582	5.2855	-5.5602	1.1651	4.7723
S05	-7.5279	1.2582	5.9831	-6.4184	1.1651	5.5089
S06	-6.4902	1.2582	5.1584	-5.1269	1.1651	4.4004
S07	-7.3392	1.2582	5.8331	-6.1433	1.1651	5.2728
S08	6.0810	1.2582	4.8331	-6.0589	1.1651	5.2004
S09	7.8314	1.2582	6.2243	6.6249	1.1651	5.6862
S10	-6.9641	1.2582	5.5350	-5.5623	1.1651	4.7741
			$\bar{r} = 5.5503$			$\bar{r} = 5.0936$

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	3er ENTREPISO			4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-4.7346	1.0158	4.6609	3.7942	0.7883	4.8132
S02	4.7206	1.0158	4.6471	-3.8409	0.7883	4.8724
S03	-5.1493	1.0158	5.0692	-3.9660	0.7883	5.0311
S04	-4.5729	1.0158	4.5017	4.1224	0.7883	5.2295
S05	-5.7309	1.0158	5.6417	-4.1371	0.7883	5.2482
S06	4.9336	1.0158	4.8568	-4.2199	0.7883	5.3532
S07	5.1174	1.0158	5.0378	4.0893	0.7883	5.1876
S08	-5.1463	1.0158	5.0662	4.2346	0.7883	5.3719
S09	5.4038	1.0158	5.3197	4.3413	0.7883	5.5072
S10	4.5106	1.0158	4.4404	-4.1615	0.7883	5.2791
			$\bar{r} = 4.9241$			$\bar{r} = 5.1894$

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	5to ENTREPISO			6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	3.1602	0.5641	5.6022	2.8011	0.3545	7.9022
S02	3.1074	0.5641	5.5086	-2.1846	0.3545	6.1630
S03	-2.8107	0.5641	4.9826	1.8381	0.3545	5.1854
S04	-3.6296	0.5641	6.4343	3.3063	0.3545	9.3274
S05	-2.9582	0.5641	5.2441	-2.0054	0.3545	5.6574
S06	-3.6192	0.5641	6.4158	-2.4791	0.3545	6.9938
S07	3.0148	0.5641	5.3444	-2.7466	0.3545	7.7484
S08	-3.9309	0.5641	6.9684	-2.8342	0.3545	7.9955
S09	3.2510	0.5641	5.7631	-2.7326	0.3545	7.7089
S10	-3.6779	0.5641	6.5199	2.6419	0.3545	7.4530
			$\bar{r} = 5.8783$			$\bar{r} = 7.2135$

ACEL	DESPL. RELATIVO		
	7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	1.3644	0.1644	8.2987
S02	-1.5693	0.1644	9.5449
S03	-1.8819	0.1644	11.4462
S04	1.8464	0.1644	11.2303
S05	1.6057	0.1644	9.7663
S06	1.5171	0.1644	9.2274
S07	-1.5284	0.1644	9.2962
S08	1.7670	0.1644	10.7474
S09	1.5150	0.1644	9.2147
S10	-1.7602	0.1644	10.7060
			$\bar{r} = 9.9478$

TABLA A-2 COMPARACIÓN EDIFICIO DE 7 NIVELES T=0.4 s MÉTODO 1.a.
RIGIDEZ CONSTANTE. PENDIENTE RAMA POSFLUENCIA 5%

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	1er ENTREPISO			2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	5.6612	0.7697	7.3552	-5.5984	0.7225	7.7487
S02	5.4916	0.7697	7.1349	5.8409	0.7225	8.0643
S03	6.1609	0.7697	8.0044	5.7049	0.7225	7.8961
S04	5.6774	0.7697	7.3763	5.2564	0.7225	7.2753
S05	4.7374	0.7697	6.1550	4.3198	0.7225	5.9790
S06	5.6890	0.7697	7.3913	5.3011	0.7225	7.3372
S07	6.6795	0.7697	8.6782	6.1657	0.7225	8.5339
S08	5.7761	0.7697	7.5045	5.3164	0.7225	7.3583
S09	-6.5833	0.7697	8.5532	-6.0489	0.7225	8.3722
S10	5.5076	0.7697	7.1556	5.1042	0.7225	7.0646
	$\bar{r} = 7.5309$			$\bar{r} = 7.5650$		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	3er ENTREPISO			4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-5.0942	0.6430	7.9224	-4.1857	0.5227	8.0075
S02	-4.6213	0.6430	7.1869	-3.9247	0.5227	7.5082
S03	4.9942	0.6430	7.7668	4.1675	0.5227	7.9727
S04	4.5983	0.6430	7.1511	3.8145	0.5227	7.2974
S05	-3.7301	0.6430	5.8009	-3.1155	0.5227	5.9601
S06	4.6810	0.6430	7.2798	3.8952	0.5227	7.4518
S07	5.3844	0.6430	8.3737	4.4486	0.5227	8.5105
S08	4.6299	0.6430	7.2003	3.8273	0.5227	7.3219
S09	-5.2402	0.6430	8.1494	-4.3135	0.5227	8.2520
S10	4.4668	0.6430	6.9466	3.7137	0.5227	7.1045
	$\bar{r} = 7.3778$			$\bar{r} = 7.5387$		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	5to ENTREPISO			6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-3.2672	0.3927	8.3188	-2.2418	0.2593	8.6449
S02	-2.9795	0.3927	7.5863	-2.0849	0.2593	8.0398
S03	3.2134	0.3927	8.1818	2.1570	0.2593	8.3178
S04	3.8145	0.3927	9.7123	1.9799	0.2593	7.6349
S05	2.6350	0.3927	6.7091	-1.8330	0.2593	7.0684
S06	2.9825	0.3927	7.5939	2.0104	0.2593	7.7525
S07	3.4153	0.3927	8.6959	2.3111	0.2593	8.9121
S08	2.9313	0.3927	7.4636	2.0537	0.2593	7.9195
S09	-3.2903	0.3927	8.3776	-2.2068	0.2593	8.5089
S10	2.8916	0.3927	7.3625	1.9454	0.2593	7.5019
	$\bar{r} = 8.0002$			$\bar{r} = 8.0302$		

ACEL	DESPL. RELATIVO		
	7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-1.1383	0.1267	8.9868
S02	1.1035	0.1267	8.7120
S03	-1.4027	0.1267	11.0742
S04	0.9916	0.1267	7.8286
S05	-1.1312	0.1267	8.9307
S06	1.0630	0.1267	8.5502
S07	1.1589	0.1267	9.1494
S08	1.0046	0.1267	7.9312
S09	1.3496	0.1267	10.6550
S10	1.1460	0.1267	9.0476
	$\bar{r} = 9.0866$		

TABLA A-3 COMPARACIÓN EDIFICIO DE 7 NIVELES T=0.4 s MÉTODO 1.a.
RIGIDEZ CONSTANTE. PENDIENTE RAMA POSFLUENCIA 10%

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	1er ENTREPISO			2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	3.1567	0.5708	5.5300	2.9959	0.5386	5.5620
S02	3.1322	0.5708	5.4871	3.2192	0.5386	5.9766
S03	-3.1701	0.5708	5.5535	3.0415	0.5386	5.6467
S04	3.6924	0.5708	6.4685	3.3344	0.5386	6.1905
S05	-3.1122	0.5708	5.4521	2.8862	0.5386	5.3584
S06	3.2119	0.5708	5.6267	3.4782	0.5386	6.4574
S07	-3.3739	0.5708	5.9105	-3.3649	0.5386	6.2471
S08	3.3325	0.5708	5.8380	3.3407	0.5386	6.2022
S09	3.2872	0.5708	5.7587	3.1003	0.5386	5.7558
S10	-3.0664	0.5708	5.3718	3.2405	0.5386	6.0161
	F = 5.6997			F = 5.9413		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	3er ENTREPISO			4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	3.1681	0.4831	6.5584	2.3380	0.4002	5.8414
S02	2.8257	0.4831	5.8496	2.1841	0.4002	5.4569
S03	2.7836	0.4831	5.7624	-2.3418	0.4002	5.8509
S04	2.8202	0.4831	5.8382	2.4814	0.4002	6.1997
S05	2.5440	0.4831	5.2664	-2.2671	0.4002	5.6643
S06	-2.7030	0.4831	5.5966	-2.3441	0.4002	5.8566
S07	-3.0690	0.4831	6.3532	2.9214	0.4002	7.2990
S08	3.1822	0.4831	6.5876	2.1665	0.4002	5.4129
S09	2.7703	0.4831	5.7349	2.6470	0.4002	6.6134
S10	3.1129	0.4831	6.4441	2.7669	0.4002	6.9130
	F = 5.9990			F = 6.1108		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	5to ENTREPISO			6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-1.6768	0.3069	5.4630	1.5502	0.2070	7.4872
S02	-1.7843	0.3069	5.8132	-1.3514	0.2070	6.5271
S03	2.1653	0.3069	7.0545	1.6011	0.2070	7.7331
S04	1.8702	0.3069	6.0931	1.4399	0.2070	6.9545
S05	-2.2534	0.3069	7.3415	-1.5773	0.2070	7.6181
S06	-2.0032	0.3069	6.5264	1.8035	0.2070	8.7106
S07	-2.0692	0.3069	6.7414	-1.6098	0.2070	7.7751
S08	1.6631	0.3069	5.4184	1.3393	0.2070	6.4686
S09	2.0313	0.3069	6.6179	1.7702	0.2070	8.5498
S10	2.0047	0.3069	6.5313	1.3137	0.2070	6.3450
	F = 6.3601			F = 7.4169		

ACEL	DESPL. RELATIVO		
	7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	0.8601	0.1035	8.3101
S02	0.8752	0.1035	8.4560
S03	1.0637	0.1035	10.2772
S04	0.8881	0.1035	8.5806
S05	-0.8631	0.1035	8.3390
S06	-0.8659	0.1035	8.3661
S07	1.0563	0.1035	10.2057
S08	1.0148	0.1035	9.8047
S09	1.0479	0.1035	10.1245
S10	0.8398	0.1035	8.1139
	F = 9.0578		

TABLA A-4 COMPARACIÓN EDIFICIO DE 7 NIVELES T=0.4 s MÉTODO 1.a.
RIGIDEZ CONSTANTE. PENDIENTE RAMA POSFLUENCIA 20%

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	1er ENTREPISO			2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-1.4929	0.4322	3.4540	-1.6762	0.4094	4.0941
S02	-1.5429	0.4322	3.5697	-1.5193	0.4094	3.7109
S03	-1.6182	0.4322	3.7439	-1.5826	0.4094	3.8655
S04	1.5623	0.4322	3.6146	1.6822	0.4094	4.1088
S05	-1.5355	0.4322	3.5526	-2.1915	0.4094	5.3528
S06	1.7347	0.4322	4.0135	1.8817	0.4094	4.5961
S07	-1.9291	0.4322	4.4632	-1.9434	0.4094	4.7468
S08	1.6033	0.4322	3.7094	-1.8068	0.4094	4.4131
S09	3.2872	0.4322	7.6054	3.1003	0.4094	7.5725
S10	1.7431	0.4322	4.0329	-1.4642	0.4094	3.5763
	$\bar{r} = 4.1759$			$\bar{r} = 4.6037$		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	3er ENTREPISO			4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	1.6202	0.3692	4.3889	1.2918	0.3103	4.1632
S02	-1.5677	0.3692	4.2196	1.1762	0.3103	3.7906
S03	-1.3376	0.3692	3.6234	-1.3282	0.3103	4.2605
S04	1.3494	0.3692	3.6553	1.1787	0.3103	3.7987
S05	-1.5701	0.3692	4.2532	-1.2631	0.3103	4.0707
S06	1.5742	0.3692	4.2643	1.9227	0.3103	6.1965
S07	-1.7190	0.3692	4.6565	-1.2771	0.3103	4.1158
S08	1.5477	0.3692	4.1925	1.3072	0.3103	4.2128
S09	2.7703	0.3692	7.5043	2.6470	0.3103	8.5307
S10	-1.5899	0.3692	4.3068	-1.2905	0.3103	4.1580
	$\bar{r} = 4.5065$			$\bar{r} = 4.7319$		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	5to ENTREPISO			6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-0.9433	0.2416	3.9044	0.7969	0.1656	4.8131
S02	1.2197	0.2416	5.0484	-0.9158	0.1656	5.5312
S03	1.0194	0.2416	4.2194	0.8521	0.1656	5.1465
S04	1.1493	0.2416	4.7570	0.8482	0.1656	5.1229
S05	-0.9747	0.2416	4.0344	-0.9410	0.1656	5.6834
S06	1.3175	0.2416	5.4532	-0.7959	0.1656	4.8071
S07	-1.2680	0.2416	5.2483	0.7033	0.1656	4.2478
S08	1.2261	0.2416	5.0749	0.8619	0.1656	5.2057
S09	2.0313	0.2416	8.4077	1.7702	0.1656	10.6916
S10	-1.0837	0.2416	4.4855	-0.6985	0.1656	4.2188
	$\bar{r} = 5.0633$			$\bar{r} = 5.5468$		

ACEL	DESPL. RELATIVO		
	7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-0.7173	0.0842	8.5203
S02	-0.6456	0.0842	7.6686
S03	0.7649	0.0842	9.0857
S04	0.6867	0.0842	8.1568
S05	-0.7034	0.0842	8.3552
S06	-0.7016	0.0842	8.3338
S07	0.6399	0.0842	7.6009
S08	-0.6461	0.0842	7.6746
S09	1.0479	0.0842	12.4473
S10	0.6766	0.0842	8.0369
	$\bar{r} = 8.5880$		

TABLA A-5 COMPARACIÓN EDIFICIO DE 7 NIVELES T=0.7s MÉTODO 1.a.
RIGIDEZ CONSTANTE. PENDIENTE RAMA POSFLUENCIA 1%

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	1er ENTREPISO			2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	12.8176	1.6332	7.8483	18.4381	1.5205	12.1261
S02	-12.1171	1.6332	7.4194	16.0844	1.5205	10.5782
S03	-11.4445	1.6332	7.0075	14.5363	1.5205	9.5600
S04	-12.0080	1.6332	7.3526	15.7360	1.5205	10.3490
S05	12.4150	1.6332	7.6018	-16.4079	1.5205	10.7909
S06	-9.4092	1.6332	5.7613	-17.4522	1.5205	11.4777
S07	-12.3674	1.6332	7.5726	-16.9147	1.5205	11.1242
S08	-10.8286	1.6332	6.6304	-18.5138	1.5205	12.1759
S09	12.1402	1.6332	7.4335	-16.9965	1.5205	11.1780
S10	9.7801	1.6332	5.9884	21.5192	1.5205	14.1524
	f̄ = 7.0616			f̄ = 11.3512		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	3er ENTREPISO			4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	13.6293	1.3296	10.2507	-9.9948	1.0972	9.1093
S02	-13.6322	1.3296	10.2529	13.8821	1.0972	12.6522
S03	15.6824	1.3296	11.7948	-11.8366	1.0972	10.7879
S04	11.8699	1.3296	8.9425	-13.7762	1.0972	12.5557
S05	13.6451	1.3296	10.2626	12.7884	1.0972	11.6554
S06	-13.9768	1.3296	10.5120	-11.1325	1.0972	10.1462
S07	14.3365	1.3296	10.7826	-12.5947	1.0972	11.4788
S08	14.4564	1.3296	10.8727	-11.3145	1.0972	10.3121
S09	14.5893	1.3296	10.9727	-10.8258	1.0972	9.8667
S10	-14.1966	1.3296	10.6789	11.5930	1.0972	10.5659
	f̄ = 10.5322			f̄ = 10.9130		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	5to ENTREPISO			6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-8.6627	0.8342	10.3847	-7.6347	0.5558	13.7357
S02	11.6929	0.8342	14.0172	-9.1004	0.5558	16.3727
S03	-10.0321	0.8342	12.0263	-6.4591	0.5558	11.6207
S04	9.1303	0.8342	10.9452	-8.8467	0.5558	15.9162
S05	10.3696	0.8342	12.4551	-8.2417	0.5558	14.8278
S06	-10.7619	0.8342	12.9012	-6.2913	0.5558	11.3188
S07	8.5229	0.8342	10.2171	6.2158	0.5558	11.1829
S08	8.6913	0.8342	10.4190	-6.4268	0.5558	11.5625
S09	9.3501	0.8342	11.2087	-6.9017	0.5558	12.4169
S10	-13.7243	0.8342	16.4524	-6.6336	0.5558	11.9346
	f̄ = 12.1027			f̄ = 13.0889		

ACEL	DESPL. RELATIVO		
	7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-3.8109	0.2736	13.9279
S02	4.1997	0.2736	15.3489
S03	-3.5351	0.2736	12.9199
S04	-4.2818	0.2736	15.6489
S05	-5.0824	0.2736	18.5749
S06	-3.5528	0.2736	12.9846
S07	4.5202	0.2736	16.5202
S08	-3.9312	0.2736	14.3676
S09	-3.9034	0.2736	14.2660
S10	-3.5750	0.2736	13.0658
	f̄ = 14.7625		

TABLA A-6 COMPARACIÓN EDIFICIO DE 7 NIVELES T=0.7s MÉTODO 1.a.
RIGIDEZ CONSTANTE. PENDIENTE RAMA POSFLUENCIA 5%

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	1er ENTREPISO			2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-6.2703	1.4417	4.3492	-6.1304	1.3499	4.5414
S02	6.5659	1.4417	4.5542	-8.0000	1.3499	5.9264
S03	-7.7162	1.4417	5.3521	-7.2391	1.3499	5.3627
S04	-6.7609	1.4417	4.6895	8.0183	1.3499	5.9400
S05	7.6332	1.4417	5.2945	6.8378	1.3499	5.0654
S06	5.8612	1.4417	4.0654	5.3991	1.3499	3.9997
S07	-7.7324	1.4417	5.3633	7.0519	1.3499	5.2241
S08	-6.8075	1.4417	4.7218	-6.3014	1.3499	4.6681
S09	7.6982	1.4417	5.3396	7.0061	1.3499	5.1901
S10	-8.7596	1.4417	6.0758	-9.2458	1.3499	6.8493
	F = 4.9605			F = 5.2767		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	3er ENTREPISO			4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-5.8800	1.1913	4.9358	-5.3700	0.9928	5.4090
S02	-5.8320	1.1913	4.8955	-5.3623	0.9928	5.4012
S03	6.5433	1.1913	5.4926	-6.4954	0.9928	6.5425
S04	7.1158	1.1913	5.9732	6.2441	0.9928	6.2894
S05	-6.3968	1.1913	5.3696	5.6497	0.9928	5.6907
S06	4.6878	1.1913	3.9351	3.9384	0.9928	3.9670
S07	7.1816	1.1913	6.0284	5.9540	0.9928	5.9972
S08	-6.7232	1.1913	5.6436	-6.2932	0.9928	6.3389
S09	-6.4780	1.1913	5.4378	-5.7675	0.9928	5.8093
S10	6.7273	1.1913	5.6471	-5.3418	0.9928	5.3806
	F = 5.3359			F = 5.6826		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	5to ENTREPISO			6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	5.0876	0.7631	6.6666	-3.3610	0.5144	6.5333
S02	5.5259	0.7631	7.2409	3.1871	0.5144	6.1952
S03	-5.0163	0.7631	6.5732	3.5168	0.5144	6.8361
S04	4.9835	0.7631	6.5302	-3.4113	0.5144	6.6310
S05	-6.6701	0.7631	8.7402	-4.9873	0.5144	9.6945
S06	-6.2187	0.7631	8.1487	-4.7580	0.5144	9.2488
S07	4.7742	0.7631	6.2559	3.9312	0.5144	7.6416
S08	4.3336	0.7631	5.6786	-4.6697	0.5144	9.0772
S09	-5.7264	0.7631	7.5037	3.9133	0.5144	7.6068
S10	-5.7356	0.7631	7.5157	3.8315	0.5144	7.4478
	F = 7.0854			F = 7.6912		

ACEL	DESPL. RELATIVO		
	7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	2.4164	0.2564	9.4250
S02	-2.1393	0.2564	8.3442
S03	-2.4252	0.2564	9.4583
S04	2.1602	0.2564	8.4257
S05	2.4709	0.2564	9.6375
S06	-2.1204	0.2564	8.2704
S07	2.7696	0.2564	10.8026
S08	2.5397	0.2564	9.9059
S09	2.2614	0.2564	8.8204
S10	2.7092	0.2564	10.5670
	F = 9.3658		

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

TABLA A-7 COMPARACIÓN EDIFICIO DE 7 NIVELES T=0.7s MÉTODO 1.a.
RIGIDEZ CONSTANTE. PENDIENTE RAMA POSFLUENCIA 10%

ACEL	DESPL. RELATIVO 1er ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
	S01	6.3563	1.2893	4.9301	6.0544	1.2123
S02	-5.8971	1.2893	4.5739	-5.6001	1.2123	4.6193
S03	7.6177	1.2893	5.9084	7.2138	1.2123	5.9504
S04	7.0485	1.2893	5.4670	6.6324	1.2123	5.4706
S05	5.6674	1.2893	4.3958	5.2783	1.2123	4.3539
S06	6.4127	1.2893	4.9738	6.1418	1.2123	5.0662
S07	9.0334	1.2893	7.0065	8.6078	1.2123	7.1003
S08	6.9374	1.2893	5.3808	6.6095	1.2123	5.4519
S09	-8.0832	1.2893	6.2695	-7.6521	1.2123	6.3119
S10	6.4507	1.2893	5.0033	6.1277	1.2123	5.0545
			$\bar{r} = 5.3909$			$\bar{r} = 5.4373$

ACEL	DESPL. RELATIVO 3er ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
	S01	5.4712	1.0774	5.0780	4.6616	0.9047
S02	-5.0762	1.0774	4.7114	-4.3491	0.9047	4.8070
S03	6.5317	1.0774	6.0623	5.5910	0.9047	6.1796
S04	5.9589	1.0774	5.5307	5.0750	0.9047	5.6093
S05	4.6805	1.0774	4.3441	3.9132	0.9047	4.3252
S06	5.6453	1.0774	5.2396	4.9286	0.9047	5.4475
S07	7.8286	1.0774	7.2650	6.7244	0.9047	7.4324
S08	5.9729	1.0774	5.5437	5.1092	0.9047	5.6471
S09	-6.8731	1.0774	6.3792	-5.8462	0.9047	6.4617
S10	-6.3556	1.0774	5.8989	4.7109	0.9047	5.2069
			$\bar{r} = 5.6054$			$\bar{r} = 5.6269$

ACEL	DESPL. RELATIVO 5to ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
	S01	3.6439	0.7015	5.1944	2.4825	0.4773
S02	3.4554	0.7015	4.9257	2.3938	0.4773	5.0149
S03	4.4063	0.7015	6.2813	3.0263	0.4773	6.3400
S04	3.9902	0.7015	5.6881	2.7384	0.4773	5.7368
S05	-3.0279	0.7015	4.3163	-2.1149	0.4773	4.4306
S06	3.9623	0.7015	5.6483	2.7667	0.4773	5.7961
S07	5.3175	0.7015	7.5802	3.6670	0.4773	7.6822
S08	4.0256	0.7015	5.7386	2.7717	0.4773	5.8066
S09	-4.5729	0.7015	6.5187	-3.1208	0.4773	6.5379
S10	-4.0273	0.7015	5.7410	-3.0026	0.4773	6.2903
			$\bar{r} = 5.7633$			$\bar{r} = 5.8836$

ACEL	DESPL. RELATIVO 7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
	S01	1.2409	0.2403
S02	-1.2167	0.2403	5.0627
S03	1.5253	0.2403	6.3467
S04	1.3790	0.2403	5.7380
S05	-1.2742	0.2403	5.3019
S06	1.4074	0.2403	5.8562
S07	1.8572	0.2403	7.7278
S08	1.4962	0.2403	6.2257
S09	1.8981	0.2403	7.8980
S10	1.9937	0.2403	8.2957
			$\bar{r} = 6.3616$

TABLA A-8 COMPARACIÓN EDIFICIO DE 7 NIVELES T=0.7s MÉTODO 1.a.
RIGIDEZ CONSTANTE. PENDIENTE RAMA POSFLUENCIA 20%

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	1er ENTREPISO			2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	3.8089	1.1097	3.4323	3.4376	1.0482	3.2794
S02	-3.9506	1.1097	3.5600	3.6209	1.0482	3.4543
S03	4.8728	1.1097	4.3910	4.4194	1.0482	4.2160
S04	4.3518	1.1097	3.9215	3.9804	1.0482	3.7972
S05	3.4590	1.1097	3.1170	-3.1227	1.0482	2.9790
S06	4.7043	1.1097	4.2382	4.3367	1.0482	4.1371
S07	5.3388	1.1097	4.8109	4.8513	1.0482	4.6280
S08	4.4368	1.1097	3.9981	4.0257	1.0482	3.8404
S09	-8.0832	1.1097	7.2840	-7.6521	1.0482	7.3000
S10	4.3454	1.1097	3.9158	4.0020	1.0482	3.8178
	$\bar{r} = 4.2670$			$\bar{r} = 4.1449$		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	3er ENTREPISO			4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	2.8786	0.9387	3.0667	2.2665	0.7947	2.8520
S02	3.0930	0.9387	3.2951	2.4839	0.7947	3.1255
S03	3.7630	0.9387	4.0089	3.0282	0.7947	3.8104
S04	3.4182	0.9387	3.6415	2.8046	0.7947	3.5291
S05	-2.7089	0.9387	2.8859	-2.2153	0.7947	2.7875
S06	3.7234	0.9387	3.9667	3.0136	0.7947	3.7921
S07	4.1142	0.9387	4.3830	3.3136	0.7947	4.1695
S08	3.4089	0.9387	3.6316	2.7351	0.7947	3.4416
S09	-6.8731	0.9387	7.3222	-5.8462	0.7947	7.3563
S10	3.4581	0.9387	3.6840	2.8413	0.7947	3.5752
	$\bar{r} = 3.9885$			$\bar{r} = 3.8439$		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	5to ENTREPISO			6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-1.6809	0.6221	2.7022	-1.1238	0.4277	2.6274
S02	1.8438	0.6221	2.9641	1.2164	0.4277	2.8439
S03	2.2785	0.6221	3.6629	1.5109	0.4277	3.5324
S04	2.1262	0.6221	3.4180	1.4115	0.4277	3.3000
S05	-1.6561	0.6221	2.6623	-1.0716	0.4277	2.5053
S06	2.2617	0.6221	3.6359	1.5097	0.4277	3.5296
S07	2.4875	0.6221	3.9989	1.6460	0.4277	3.8482
S08	2.0415	0.6221	3.2819	1.3568	0.4277	3.1721
S09	-4.5729	0.6221	7.3513	-3.1208	0.4277	7.2962
S10	2.1688	0.6221	3.4865	1.4620	0.4277	3.4180
	$\bar{r} = 3.7164$			$\bar{r} = 3.6073$		

ACEL	DESPL. RELATIVO		
	7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-0.5579	0.2179	2.5607
S02	0.5974	0.2179	2.7420
S03	0.7505	0.2179	3.4447
S04	0.6963	0.2179	3.1959
S05	-0.5157	0.2179	2.3670
S06	0.7542	0.2179	3.4617
S07	0.8114	0.2179	3.7242
S08	0.6722	0.2179	3.0853
S09	1.8981	0.2179	8.7121
S10	0.7270	0.2179	3.3369
	$\bar{r} = 3.6631$		

TABLA A-9 COMPARACIÓN EDIFICIO DE 7 NIVELES T=1.0 s MÉTODO 1.a.
RIGIDEZ CONSTANTE. PENDIENTE RAMA POSFLUENCIA 1%

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	1er ENTREPISO			2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	13.2839	8.7295	1.5217	8.1394	8.0317	1.0134
S02	-13.2591	8.7295	1.5189	-8.0256	8.0317	0.9992
S03	12.9814	8.7295	1.4871	7.7887	8.0317	0.9697
S04	12.7605	8.7295	1.4618	7.8101	8.0317	0.9724
S05	-15.3864	8.7295	1.7626	-9.3490	8.0317	1.1640
S06	10.8128	8.7295	1.2387	6.7191	8.0317	0.8366
S07	-12.8100	8.7295	1.4674	-10.6811	8.0317	1.3299
S08	-13.2496	8.7295	1.5178	-8.3161	8.0317	1.0354
S09	13.5524	8.7295	1.5525	-8.3415	8.0317	1.0366
S10	14.0224	8.7295	1.6063	8.9631	8.0317	1.1160
	$\bar{r} = 1.5135$			$\bar{r} = 1.0475$		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	3er ENTREPISO			4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	3.8994	6.8903	0.5659	1.1341	5.4709	0.2073
S02	-3.5345	6.8903	0.5130	0.8585	5.4709	0.1569
S03	-3.3962	6.8903	0.4929	-1.0452	5.4709	0.1910
S04	3.5546	6.8903	0.5159	-1.0142	5.4709	0.1854
S05	-4.5662	6.8903	0.6627	-1.8647	5.4709	0.3408
S06	3.1867	6.8903	0.4625	1.3118	5.4709	0.2398
S07	-4.1601	6.8903	0.6038	3.5492	5.4709	0.6487
S08	-3.9667	6.8903	0.5757	-1.3567	5.4709	0.2480
S09	-4.0487	6.8903	0.5876	-1.1728	5.4709	0.2144
S10	4.5301	6.8903	0.6575	1.3881	5.4709	0.2537
	$\bar{r} = 0.5637$			$\bar{r} = 0.2686$		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	5to ENTREPISO			6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-0.5215	3.9872	0.1308	0.7212	2.5426	0.2836
S02	1.0119	3.9872	0.2538	-1.2525	2.5426	0.4926
S03	-1.5964	3.9872	0.4004	-1.0029	2.5426	0.3944
S04	-1.0412	3.9872	0.2611	-0.9385	2.5426	0.3691
S05	-0.9325	3.9872	0.2339	-0.9873	2.5426	0.3883
S06	1.1269	3.9872	0.2826	0.6971	2.5426	0.2742
S07	4.9073	3.9872	1.2308	-2.9212	2.5426	1.1489
S08	-0.7136	3.9872	0.1789	-0.8752	2.5426	0.3442
S09	-0.8714	3.9872	0.2185	-0.8472	2.5426	0.3332
S10	0.7257	3.9872	0.1820	1.1521	2.5426	0.4531
	$\bar{r} = 0.3373$			$\bar{r} = 0.4482$		

ACEL	DESPL. RELATIVO		
	7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	0.6694	1.2010	0.5574
S02	-0.5695	1.2010	0.4742
S03	0.4441	1.2010	0.3698
S04	-0.4411	1.2010	0.3673
S05	0.6071	1.2010	0.5055
S06	-0.4796	1.2010	0.3993
S07	2.8225	1.2010	2.3501
S08	0.6624	1.2010	0.5515
S09	-0.3818	1.2010	0.3179
S10	-1.2262	1.2010	1.0210
	$\bar{r} = 0.6914$		

TABLA A-10 COMPARACIÓN EDIFICIO DE 7 NIVELES T=1.0 s MÉTODO 1.a.
RIGIDEZ CONSTANTE. PENDIENTE RAMA POSFLUENCIA 5%

ACEL	DESPL. RELATIVO 1er ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
	S01	-9.2561	9.2015	1.0059	-8.2261	8.6265
S02	-9.0239	9.2015	0.9807	-7.9755	8.6265	0.9245
S03	8.9112	9.2015	0.9685	-8.1710	8.6265	0.9472
S04	9.1164	9.2015	0.9908	7.8473	8.6265	0.9097
S05	-10.4054	9.2015	1.1308	-9.2029	8.6265	1.0668
S06	-7.8070	9.2015	0.8485	6.9593	8.6265	0.8067
S07	8.9360	9.2015	0.9712	-8.0353	8.6265	0.9315
S08	9.4972	9.2015	1.0321	8.3350	8.6265	0.9662
S09	9.9633	9.2015	1.0828	9.1877	8.6265	1.0651
S10	-9.5223	9.2015	1.0349	-8.5661	8.6265	0.9930
			$\bar{r} = 1.0046$			$\bar{r} = 0.9564$

ACEL	DESPL. RELATIVO 3er ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
	S01	-6.9616	7.6096	0.9148	5.7119	6.2510
S02	-6.7367	7.6096	0.8853	-5.4604	6.2510	0.8735
S03	-7.1007	7.6096	0.9331	-5.9818	6.2510	0.9569
S04	-6.8520	7.6096	0.9004	-5.8134	6.2510	0.9300
S05	-7.7289	7.6096	1.0157	-6.3417	6.2510	1.0145
S06	-5.7125	7.6096	0.7507	-4.3059	6.2510	0.6888
S07	-6.9560	7.6096	0.9141	-5.7891	6.2510	0.9261
S08	6.9891	7.6096	0.9185	5.5967	6.2510	0.8953
S09	7.9989	7.6096	1.0512	6.5946	6.2510	1.0550
S10	-7.3612	7.6096	0.9674	-6.0036	6.2510	0.9604
			$\bar{r} = 0.9251$			$\bar{r} = 0.9214$

ACEL	DESPL. RELATIVO 5to ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
	S01	4.5716	4.7098	0.9707	3.3524	3.0960
S02	4.1994	4.7098	0.8916	3.1447	3.0960	1.0157
S03	-4.8052	4.7098	1.0203	-3.5742	3.0960	1.1545
S04	-4.6850	4.7098	0.9969	-3.1895	3.0960	1.0302
S05	-4.7296	4.7098	1.0042	-3.2187	3.0960	1.0396
S06	3.3418	4.7098	0.7095	2.2441	3.0960	0.7248
S07	-4.6536	4.7098	0.9881	-3.3742	3.0960	1.0899
S08	4.1589	4.7098	0.8830	2.8106	3.0960	0.9078
S09	5.0493	4.7098	1.0721	3.3808	3.0960	1.0920
S10	-4.6090	4.7098	0.9786	-3.5624	3.0960	1.1507
			$\bar{r} = 0.9515$			$\bar{r} = 1.0288$

ACEL	DESPL. RELATIVO 7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
	S01	-1.8628	1.5029
S02	1.7328	1.5029	1.1529
S03	-1.9791	1.5029	1.3168
S04	-1.6879	1.5029	1.1231
S05	-1.5730	1.5029	1.0466
S06	1.6197	1.5029	1.0777
S07	-1.8915	1.5029	1.2585
S08	1.4132	1.5029	0.9403
S09	-1.8103	1.5029	1.2045
S10	1.9683	1.5029	1.3096
			$\bar{r} = 1.1670$

TABLA A-11 COMPARACIÓN EDIFICIO DE 7 NIVELES T=1.0 s MÉTODO 1.a.
RIGIDEZ CONSTANTE. PENDIENTE RAMA POSFLUENCIA 10%

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	1er ENTREPISO			2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	9.6802	9.0865	1.0653	-9.5654	8.5909	1.1134
S02	9.6818	9.0865	1.0655	9.5215	8.5909	1.1083
S03	-10.3824	9.0865	1.1426	-10.1608	8.5909	1.1827
S04	-9.3285	9.0865	1.0266	9.1321	8.5909	1.0630
S05	9.9891	9.0865	1.0993	9.7031	8.5909	1.1295
S06	-6.7709	9.0865	0.7452	-6.7888	8.5909	0.7902
S07	-10.1232	9.0865	1.1141	-10.1085	8.5909	1.1767
S08	-8.9786	9.0865	0.9881	-8.9343	8.5909	1.0400
S09	-10.0666	9.0865	1.1079	-10.1651	8.5909	1.1832
S10	-9.8042	9.0865	1.0790	-9.5319	8.5909	1.1095
	$\bar{r} = 1.0434$			$\bar{r} = 1.0897$		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	3er ENTREPISO			4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-9.1827	7.6789	1.1958	-8.3602	6.4188	1.3025
S02	9.0332	7.6789	1.1764	8.2428	6.4188	1.2842
S03	-9.6197	7.6789	1.2527	-8.7680	6.4188	1.3660
S04	8.7819	7.6789	1.1436	7.9809	6.4188	1.2434
S05	9.0868	7.6789	1.1834	8.1030	6.4188	1.2624
S06	-6.5003	7.6789	0.8465	6.0005	6.4188	0.9348
S07	9.8454	7.6789	1.2821	9.0647	6.4188	1.4122
S08	-8.4770	7.6789	1.1039	-6.4846	6.4188	1.0103
S09	-9.7521	7.6789	1.2700	-8.8810	6.4188	1.3836
S10	-8.9859	7.6789	1.1702	-8.3184	6.4188	1.2959
	$\bar{r} = 1.1625$			$\bar{r} = 1.2465$		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	5to ENTREPISO			6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-7.0406	4.9271	1.4289	-5.1197	3.3002	1.5513
S02	6.9449	4.9271	1.4095	5.0342	3.3002	1.5254
S03	7.3655	4.9271	1.4949	5.3470	3.3002	1.6202
S04	6.6578	4.9271	1.3613	4.7942	3.3002	1.4527
S05	6.6204	4.9271	1.3437	-4.7347	3.3002	1.4347
S06	5.2153	4.9271	1.0585	3.8939	3.3002	1.1799
S07	7.6457	4.9271	1.5518	-5.6010	3.3002	1.6972
S08	-6.4846	4.9271	1.3161	-4.6869	3.3002	1.4202
S09	-7.4330	4.9271	1.5086	-5.3443	3.3002	1.6194
S10	-6.9924	4.9271	1.4192	-4.9983	3.3002	1.5145
	$\bar{r} = 1.3862$			$\bar{r} = 1.5015$		

ACEL	DESPL. RELATIVO		
	7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-2.6710	1.6316	1.6371
S02	2.6394	1.6316	1.6177
S03	2.7991	1.6316	1.7156
S04	2.4850	1.6316	1.5292
S05	-2.4503	1.6316	1.5018
S06	2.0708	1.6316	1.2892
S07	-2.9590	1.6316	1.8136
S08	-2.4283	1.6316	1.4883
S09	-2.7908	1.6316	1.7105
S10	-2.6570	1.6316	1.6285
	$\bar{r} = 1.5911$		

TABLA A-12 COMPARACIÓN EDIFICIO DE 7 NIVELES T=1.0 s MÉTODO 1.a.
RIGIDEZ CONSTANTE. PENDIENTE RAMA POSFLUENCIA 20%

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	1er ENTREPISO			2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	12.3428	5.6767	2.1743	11.9130	5.3869	2.2115
S02	11.0517	5.6767	1.9469	10.7819	5.3869	2.0015
S03	13.0469	5.6767	2.2983	12.5497	5.3869	2.3297
S04	12.9879	5.6767	2.2879	12.5073	5.3869	2.3218
S05	10.9014	5.6767	1.9204	10.5184	5.3869	1.9526
S06	-11.7079	5.6767	2.0625	-11.4003	5.3869	2.1163
S07	14.0026	5.6767	2.4667	13.5169	5.3869	2.5092
S08	-12.5532	5.6767	2.2114	-12.1528	5.3869	2.2560
S09	-10.0666	5.6767	1.7733	-10.1651	5.3869	1.8870
S10	11.5982	5.6767	2.0431	11.2094	5.3869	2.0809
	F = 2.1185			F = 2.1666		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	3er ENTREPISO			4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	10.8642	4.8476	2.2412	9.3253	4.0946	2.2775
S02	-9.9917	4.8476	2.0612	-8.7457	4.0946	2.1359
S03	-11.5433	4.8476	2.3813	-10.0310	4.0946	2.4498
S04	11.4261	4.8476	2.3571	9.8598	4.0946	2.4080
S05	9.6315	4.8476	1.9669	8.3139	4.0946	2.0305
S06	-10.5172	4.8476	2.1696	9.1957	4.0946	2.2458
S07	12.3596	4.8476	2.5496	-10.7181	4.0946	2.6176
S08	-11.1484	4.8476	2.2998	-9.6598	4.0946	2.3692
S09	-9.7521	4.8476	2.0118	-8.8810	4.0946	2.1690
S10	10.2676	4.8476	2.1181	8.8978	4.0946	2.1731
	F = 2.2176			F = 2.2866		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	5to ENTREPISO			6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	7.3677	3.1841	2.3108	5.0609	2.1656	2.3370
S02	-7.0416	3.1841	2.2115	-4.9347	2.1656	2.2787
S03	-8.0246	3.1841	2.5202	-5.5899	2.1656	2.5813
S04	7.8362	3.1841	2.4610	5.4266	2.1656	2.5059
S05	6.6225	3.1841	2.0799	4.5885	2.1656	2.1188
S06	7.3898	3.1841	2.3209	5.1743	2.1656	2.3893
S07	-8.5194	3.1841	2.6756	5.9132	2.1656	2.7306
S08	-7.6877	3.1841	2.4144	-5.3224	2.1656	2.4577
S09	-7.4330	3.1841	2.3344	-5.3443	2.1656	2.4678
S10	7.1026	3.1841	2.2307	4.9304	2.1656	2.2767
	F = 2.3659			F = 2.4144		

ACEL	DESPL. RELATIVO		
	7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	2.5763	1.0888	2.3663
S02	2.5381	1.0888	2.3312
S03	-2.8594	1.0888	2.6263
S04	2.7646	1.0888	2.5392
S05	2.3366	1.0888	2.1461
S06	2.6624	1.0888	2.4454
S07	3.0204	1.0888	2.7742
S08	-2.7086	1.0888	2.4878
S09	-2.7908	1.0888	2.5633
S10	2.5172	1.0888	2.3120
	F = 2.4592		

TABLA A-13 COMPARACIÓN EDIFICIO DE 7 NIVELES T=1.0 s MÉTODO 1.a.
RIGIDEZ VARIABLE. PENDIENTE RAMA POSFLUENCIA 1%

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	1er ENTREPISO			2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	11.4613	5.5295	2.0728	7.6261	5.5674	1.3698
S02	-11.5641	5.5295	2.0914	-7.7180	5.5674	1.3863
S03	11.5261	5.5295	2.0845	7.6975	5.5674	1.3826
S04	-11.0630	5.5295	2.0044	-7.3743	5.5674	1.3246
S05	-13.4065	5.5295	2.4246	-9.1114	5.5674	1.6366
S06	9.2717	5.5295	1.6768	6.2102	5.5674	1.1155
S07	-11.6521	5.5295	2.1073	-8.0235	5.5674	1.4412
S08	-11.2409	5.5295	2.0329	-7.7438	5.5674	1.3909
S09	12.0318	5.5295	2.1759	8.0966	5.5674	1.4543
S10	11.6529	5.5295	2.1074	8.0673	5.5674	1.4526
	$\bar{r} = 2.0778$			$\bar{r} = 1.3654$		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	3er ENTREPISO			4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	4.3611	5.5295	0.7887	1.8468	5.5674	0.3317
S02	-4.3805	5.5295	0.7922	-2.0505	5.5674	0.3683
S03	4.2477	5.5295	0.7682	-1.8281	5.5674	0.3284
S04	-4.1697	5.5295	0.7541	1.5614	5.5674	0.2805
S05	-5.3057	5.5295	0.9595	-2.6889	5.5674	0.4830
S06	3.6375	5.5295	0.6578	1.5099	5.5674	0.2712
S07	-4.8653	5.5295	0.8799	-2.4298	5.5674	0.4364
S08	-4.3697	5.5295	0.7903	-1.8455	5.5674	0.3315
S09	-4.8283	5.5295	0.8732	-2.2086	5.5674	0.3967
S10	4.8635	5.5295	0.8796	2.1822	5.5674	0.3920
	$\bar{r} = 0.8143$			$\bar{r} = 0.3620$		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	5to ENTREPISO			6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-0.7044	5.7663	0.1222	-1.3108	6.2992	0.2081
S02	-0.8738	5.7663	0.1515	-2.5277	6.2992	0.4013
S03	-1.0788	5.7663	0.1871	-1.4606	6.2992	0.2319
S04	-0.7998	5.7663	0.1387	-1.6660	6.2992	0.2645
S05	-1.8729	5.7663	0.3248	-2.1062	6.2992	0.3344
S06	1.0804	5.7663	0.1874	1.5265	6.2992	0.2423
S07	-1.1365	5.7663	0.1971	-1.4278	6.2992	0.2267
S08	-1.6837	5.7663	0.2920	1.5842	6.2992	0.2515
S09	0.7940	5.7663	0.1377	1.1280	6.2992	0.1791
S10	1.0332	5.7663	0.1792	1.4127	6.2992	0.2243
	$\bar{r} = 0.1918$			$\bar{r} = 0.2564$		

ACEL	DESPL. RELATIVO		
	7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-2.1315	7.8523	0.2714
S02	-2.0151	7.8523	0.2566
S03	-1.3496	7.8523	0.1719
S04	-2.1836	7.8523	0.2781
S05	-2.0240	7.8523	0.2578
S06	2.7170	7.8523	0.3460
S07	2.0490	7.8523	0.2609
S08	1.4786	7.8523	0.1883
S09	1.6377	7.8523	0.2086
S10	2.4575	7.8523	0.3130
	$\bar{r} = 0.2553$		

TABLA A-14 COMPARACIÓN EDIFICIO DE 7 NIVELES T=1.0 s MÉTODO 1.a
RIGIDEZ VARIABLE. PENDIENTE RAMA POSFLUENCIA 5%

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	1er ENTREPISO			2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-8.2963	6.3337	1.3097	-7.3897	6.2966	1.1736
S02	-7.8669	6.3337	1.2419	-7.0430	6.2966	1.1185
S03	-8.0545	6.3337	1.2717	-7.5142	6.2966	1.1934
S04	8.0522	6.3337	1.2713	-7.6227	6.2966	1.2106
S05	-9.2172	6.3337	1.4553	-8.2660	6.2966	1.3128
S06	-7.0612	6.3337	1.1149	-6.3542	6.2966	1.0091
S07	-7.8776	6.3337	1.2438	-7.3939	6.2966	1.1743
S08	8.3679	6.3337	1.3212	7.5589	6.2966	1.2005
S09	9.0561	6.3337	1.4298	8.4681	6.2966	1.3449
S10	-8.4806	6.3337	1.3390	-7.7093	6.2966	1.2244
	$\bar{r} = 1.2999$			$\bar{r} = 1.1962$		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	3er ENTREPISO			4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	6.7148	6.2664	1.0716	6.2148	6.2771	0.9901
S02	-6.2879	6.2664	1.0034	-5.6536	6.2771	0.9007
S03	-6.8760	6.2664	1.0973	-6.3263	6.2771	1.0078
S04	-7.0293	6.2664	1.1217	-6.4191	6.2771	1.0226
S05	-7.3446	6.2664	1.1721	-6.5014	6.2771	1.0357
S06	-5.5250	6.2664	0.8817	4.9147	6.2771	0.7830
S07	-6.7530	6.2664	1.0777	-6.0455	6.2771	0.9631
S08	6.6831	6.2664	1.0665	5.9644	6.2771	0.9502
S09	7.7567	6.2664	1.2378	6.9836	6.2771	1.1125
S10	-6.9184	6.2664	1.1040	-6.1029	6.2771	0.9722
	$\bar{r} = 1.0634$			$\bar{r} = 0.9738$		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	5to ENTREPISO			6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	5.7107	6.3704	0.8964	5.2450	6.6223	0.7920
S02	-4.9936	6.3704	0.7839	-4.4056	6.6223	0.6653
S03	-5.6774	6.3704	0.8912	-5.1096	6.6223	0.7716
S04	-5.6868	6.3704	0.8927	-4.8394	6.6223	0.7308
S05	-5.5737	6.3704	0.8749	4.7377	6.6223	0.7154
S06	4.3589	6.3704	0.6842	3.5360	6.6223	0.5340
S07	-5.4239	6.3704	0.8514	-4.6549	6.6223	0.7029
S08	5.1374	6.3704	0.8064	4.1752	6.6223	0.6305
S09	6.1969	6.3704	0.9728	5.4318	6.6223	0.8202
S10	-5.2078	6.3704	0.8175	-4.4230	6.6223	0.6679
	$\bar{r} = 0.8472$			$\bar{r} = 0.7030$		

ACEL	DESPL. RELATIVO		
	7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	4.6856	7.2918	0.6426
S02	3.5408	7.2918	0.4856
S03	4.8292	7.2918	0.6623
S04	-4.2595	7.2918	0.5841
S05	4.3368	7.2918	0.5947
S06	3.2512	7.2918	0.4459
S07	-3.6218	7.2918	0.4967
S08	2.8724	7.2918	0.3939
S09	4.2540	7.2918	0.5834
S10	-3.7525	7.2918	0.5146
	$\bar{r} = 0.5404$		

TABLA A-15 COMPARACIÓN EDIFICIO DE 7 NIVELES T=1.0 s MÉTODO 1.a.
RIGIDEZ VARIABLE. PENDIENTE RAMA POSFLUENCIA 10%

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	1er ENTREPISO			2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	7.3877	6.3453	1.1643	7.4235	6.3237	1.1739
S02	7.3347	6.3453	1.1559	7.4218	6.3237	1.1737
S03	-7.8297	6.3453	1.2309	-7.9439	6.3237	1.2562
S04	-7.1768	6.3453	1.1310	-7.1933	6.3237	1.1375
S05	7.6078	6.3453	1.1990	7.6113	6.3237	1.2036
S06	-5.4401	6.3453	0.8573	-5.5243	6.3237	0.8736
S07	-7.6499	6.3453	1.2056	-7.8673	6.3237	1.2441
S08	6.8824	6.3453	1.0846	-6.7605	6.3237	1.0691
S09	7.7244	6.3453	1.2173	7.7630	6.3237	1.2276
S10	-7.8406	6.3453	1.2356	-7.7835	6.3237	1.2308
	F̄ = 1.1485			F̄ = 1.1590		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	3er ENTREPISO			4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-7.6026	6.3051	1.2058	-7.8664	6.3082	1.2470
S02	7.4906	6.3051	1.1880	7.6438	6.3082	1.2117
S03	-8.0816	6.3051	1.2818	8.3172	6.3082	1.3185
S04	7.2804	6.3051	1.1547	7.6554	6.3082	1.2136
S05	7.5820	6.3051	1.2025	7.6027	6.3082	1.2052
S06	-5.6363	6.3051	0.8939	6.0520	6.3082	0.9594
S07	-8.1522	6.3051	1.2930	8.6025	6.3082	1.3637
S08	-7.0581	6.3051	1.1194	-7.3765	6.3082	1.1694
S09	-8.1106	6.3051	1.2864	-8.5365	6.3082	1.3532
S10	-7.7540	6.3051	1.2298	-7.7865	6.3082	1.2344
	F̄ = 1.1855			F̄ = 1.2276		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	5to ENTREPISO			6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	-8.1421	6.3556	1.2811	-8.6598	6.4865	1.3351
S02	7.9065	6.3556	1.2440	8.4005	6.4865	1.2951
S03	8.8625	6.3556	1.3944	9.6151	6.4865	1.4823
S04	8.0887	6.3556	1.2727	8.6779	6.4865	1.3378
S05	7.8250	6.3556	1.2312	8.3411	6.4865	1.2859
S06	6.3528	6.3556	0.9996	6.8229	6.4865	1.0519
S07	9.1700	6.3556	1.4428	9.8265	6.4865	1.5149
S08	-7.7644	6.3556	1.2217	-8.4159	6.4865	1.2975
S09	-8.9911	6.3556	1.4147	-9.6291	6.4865	1.4845
S10	-8.0699	6.3556	1.2697	-8.6186	6.4865	1.3287
	F̄ = 1.2772			F̄ = 1.3414		

ACEL	DESPL. RELATIVO		
	7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	9.5943	6.8310	1.4045
S02	9.4849	6.8310	1.3885
S03	10.7221	6.8310	1.5696
S04	9.5806	6.8310	1.4025
S05	8.9740	6.8310	1.3137
S06	7.9337	6.8310	1.1614
S07	10.9326	6.8310	1.6004
S08	-9.5409	6.8310	1.3967
S09	-10.7206	6.8310	1.5694
S10	-9.8037	6.8310	1.4352
	F̄ = 1.4242		

TABLA A-16 COMPARACIÓN EDIFICIO DE 7 NIVELES T=1.0 s MÉTODO 1.a.
RIGIDEZ VARIABLE. PENDIENTE RAMA POSFLUENCIA 20%

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	1er ENTREPISO			2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	9.3915	3.9509	2.3770	9.3721	3.9388	2.3795
S02	-8.3191	3.9509	2.1056	8.3684	3.9388	2.1246
S03	9.9597	3.9509	2.5209	9.8838	3.9388	2.5094
S04	9.8128	3.9509	2.4837	9.7863	3.9388	2.4846
S05	8.3806	3.9509	2.1212	8.3900	3.9388	2.1301
S06	-8.8407	3.9509	2.2376	-8.9174	3.9388	2.2640
S07	10.7926	3.9509	2.7317	10.7314	3.9388	2.7246
S08	-9.5234	3.9509	2.4104	-9.5541	3.9388	2.4257
S09	-10.3439	3.9509	2.6181	-10.3186	3.9388	2.6198
S10	8.8150	3.9509	2.2311	8.8064	3.9388	2.2358
	F = 2.3637			F = 2.3698		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	3er ENTREPISO			4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	9.2581	3.9280	2.3569	9.1826	3.9288	2.3373
S02	8.3933	3.9280	2.1368	8.4424	3.9288	2.1489
S03	-9.8049	3.9280	2.4961	-9.7756	3.9288	2.4882
S04	9.6648	3.9280	2.4605	9.6326	3.9288	2.4518
S05	8.2716	3.9280	2.1058	8.1750	3.9288	2.0808
S06	-8.9039	3.9280	2.2668	-8.9068	3.9288	2.2671
S07	10.5923	3.9280	2.6966	10.4938	3.9288	2.6710
S08	-9.4815	3.9280	2.4138	-9.4343	3.9288	2.4013
S09	-10.2063	3.9280	2.5983	-10.1204	3.9288	2.5760
S10	8.7230	3.9280	2.2207	8.6608	3.9288	2.2045
	F = 2.3752			F = 2.3627		

ACEL	DESPL. RELATIVO			DESPL. RELATIVO		
	5to ENTREPISO			6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	9.1729	3.9527	2.3206	9.2055	4.0205	2.2897
S02	8.5283	3.9527	2.1576	8.7427	4.0205	2.1745
S03	-9.8268	3.9527	2.4861	9.9548	4.0205	2.4760
S04	9.6772	3.9527	2.4482	9.8592	4.0205	2.4523
S05	8.1173	3.9527	2.0536	8.0827	4.0205	2.0104
S06	8.9866	3.9527	2.2735	9.1725	4.0205	2.2814
S07	-10.5473	3.9527	2.6684	-10.6677	4.0205	2.6533
S08	-9.4430	3.9527	2.3890	-9.5101	4.0205	2.3654
S09	-10.1254	3.9527	2.5616	-10.1751	4.0205	2.5308
S10	8.6982	3.9527	2.2005	8.8176	4.0205	2.1932
	F = 2.3559			F = 2.3427		

ACEL	DESPL. RELATIVO		
	7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.a	r=Dd/De
S01	9.2764	4.2014	2.2079
S02	-9.0632	4.2014	2.1572
S03	10.1508	4.2014	2.4161
S04	10.1336	4.2014	2.4120
S05	8.0752	4.2014	1.9220
S06	9.4078	4.2014	2.2392
S07	-10.9087	4.2014	2.5964
S08	9.6302	4.2014	2.2921
S09	-10.2299	4.2014	2.4349
S10	9.0111	4.2014	2.1448
	F = 2.2823		

TABLA A-17 COMPARACIÓN EDIFICIO DE 7 NIVELES T=1.0 s MÉTODO 1.b.
RIGIDEZ CONSTANTE. PENDIENTE RAMA POSFLUENCIA 1%

ACEL ESC. @ 1.0 s	DESPL. RELATIVO 1er ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De
	S01	10.2383	1.8264	5.6057	2.5433	1.7294
S02	13.4002	1.8264	7.3369	4.5040	1.7294	2.6044
S03	-13.6920	1.8264	7.4967	-4.3681	1.7294	2.5258
S04	-9.7814	1.8264	5.3556	-2.4108	1.7294	1.3940
S05	-6.8924	1.8264	3.7738	1.5492	1.7294	0.8958
S06	9.0783	1.8264	4.9706	1.8935	1.7294	1.0949
S07	-9.1337	1.8264	5.0009	-1.9996	1.7294	1.1562
S08	11.0587	1.8264	6.0549	2.9101	1.7294	1.6827
S09	14.5954	1.8264	7.9913	5.7850	1.7294	3.3451
S10	5.6172	1.8264	3.0756	1.6252	1.7294	0.9397
			$\bar{r} = 5.6662$			$\bar{r} = 1.7109$

ACEL ESC. @ 1.0 s	DESPL. RELATIVO 3er ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De
	S01	1.5765	1.5532	1.0150	1.0313	1.3074
S02	1.9644	1.5532	1.2647	-1.3490	1.3074	1.0318
S03	-1.2070	1.5532	0.7771	-1.1033	1.3074	0.8439
S04	-1.3796	1.5532	0.8882	0.9514	1.3074	0.7277
S05	1.4541	1.5532	0.9362	1.2044	1.3074	0.9212
S06	1.4186	1.5532	0.9133	1.2055	1.3074	0.9221
S07	1.2057	1.5532	0.7763	0.9926	1.3074	0.7592
S08	1.8797	1.5532	1.2102	-1.6790	1.3074	1.2842
S09	1.1499	1.5532	0.7403	1.1431	1.3074	0.8743
S10	1.2832	1.5532	0.8262	1.1024	1.3074	0.8432
			$\bar{r} = 0.9348$			$\bar{r} = 0.8996$

ACEL ESC. @ 1.0 s	DESPL. RELATIVO 5to ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De
	S01	1.7257	1.0522	1.6401	0.8299	0.7059
S02	-1.1719	1.0522	1.1138	-0.6660	0.7059	0.9436
S03	-1.0602	1.0522	1.0076	-0.8715	0.7059	1.2346
S04	-1.0057	1.0522	0.9558	-0.6052	0.7059	0.8573
S05	1.1531	1.0522	1.0959	0.5218	0.7059	0.7392
S06	1.2108	1.0522	1.1507	0.6483	0.7059	0.9184
S07	-1.5791	1.0522	1.5008	0.5788	0.7059	0.8199
S08	-1.3905	1.0522	1.3215	0.7072	0.7059	1.0018
S09	1.1525	1.0522	1.0953	0.8688	0.7059	1.2308
S10	1.0435	1.0522	0.9917	-0.4648	0.7059	0.6585
			$\bar{r} = 1.1873$			$\bar{r} = 0.9580$

ACEL ESC. @ 1.0 s	DESPL. RELATIVO 7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De
	S01	0.3063	0.3528
S02	-0.3729	0.3528	1.0570
S03	-0.3696	0.3528	1.0476
S04	-0.2827	0.3528	0.8013
S05	0.2551	0.3528	0.7231
S06	0.3276	0.3528	0.9286
S07	-0.3192	0.3528	0.9048
S08	0.3744	0.3528	1.0612
S09	0.3814	0.3528	1.0811
S10	-0.2623	0.3528	0.7436
			$\bar{r} = 0.9216$

TABLA A-18 COMPARACIÓN EDIFICIO DE 7 NIVELES T=1.0 s MÉTODO 1.b.
RIGIDEZ VARIABLE. PENDIENTE RAMA POSFLUENCIA 1%

ACEL ESC. @ 1.0 s	DESPL. RELATIVO 1er ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De
S01	8.8468	1.2659	6.9885	2.5706	1.2604	2.0397
S02	11.3286	1.2659	8.9490	5.1631	1.2604	4.0964
S03	-11.5020	1.2659	9.0860	-5.1180	1.2604	4.0606
S04	-8.3997	1.2659	6.6354	-1.9653	1.2604	1.5593
S05	-5.4743	1.2659	4.3244	1.7202	1.2604	1.3648
S06	7.7324	1.2659	6.1082	2.8210	1.2604	2.2382
S07	-7.8707	1.2659	6.2175	2.0852	1.2604	1.6544
S08	9.3180	1.2659	7.3608	3.3750	1.2604	2.6777
S09	12.1509	1.2659	9.5986	6.0099	1.2604	4.7682
S10	4.7879	1.2659	3.7822	1.3832	1.2604	1.0974
	F̄ = 6.9051			F̄ = 2.5557		

ACEL ESC. @ 1.0 s	DESPL. RELATIVO 3er ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De
S01	1.2521	1.2554	0.9974	1.0047	1.2555	0.8002
S02	2.0364	1.2554	1.6221	1.2063	1.2555	0.9608
S03	-1.4665	1.2554	1.1921	1.1279	1.2555	0.8984
S04	-1.2500	1.2554	0.9957	-0.9055	1.2555	0.7212
S05	1.0350	1.2554	0.8244	1.2966	1.2555	1.0343
S06	-1.3211	1.2554	1.0523	1.0795	1.2555	0.8598
S07	-1.3096	1.2554	1.0432	0.9234	1.2555	0.7355
S08	-1.2273	1.2554	0.9776	1.3695	1.2555	1.0908
S09	1.2911	1.2554	1.0284	1.0914	1.2555	0.8693
S10	1.1202	1.2554	0.8923	1.0179	1.2555	0.8108
	F̄ = 1.0626			F̄ = 0.8781		

ACEL ESC. @ 1.0 s	DESPL. RELATIVO 5to ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De
S01	1.4314	1.2658	1.1308	1.2929	1.2958	0.9978
S02	2.2942	1.2658	1.8125	-1.6468	1.2958	1.2709
S03	-1.6925	1.2658	1.3371	1.3503	1.2958	1.0421
S04	1.2562	1.2658	0.9924	-1.1587	1.2958	0.8942
S05	1.8612	1.2658	1.4704	1.1508	1.2958	0.8881
S06	1.7444	1.2658	1.3781	1.3275	1.2958	1.0245
S07	1.2739	1.2658	1.0064	-1.1206	1.2958	0.8648
S08	-1.9806	1.2658	1.5647	-1.7838	1.2958	1.3766
S09	1.6571	1.2658	1.3091	-1.5100	1.2958	1.1653
S10	1.6804	1.2658	1.3275	0.9290	1.2958	0.7169
	F̄ = 1.3329			F̄ = 1.0241		

ACEL ESC. @ 1.0 s	DESPL. RELATIVO 7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De
S01	1.9625	1.3788	1.4233
S02	-2.3852	1.3788	1.7299
S03	-1.4833	1.3788	1.0758
S04	0.9658	1.3788	0.7005
S05	1.5105	1.3788	1.0965
S06	1.4682	1.3788	1.0648
S07	-1.4763	1.3788	1.0707
S08	-1.5563	1.3788	1.1287
S09	1.8240	1.3788	1.3229
S10	0.8795	1.3788	0.6379
	F̄ = 1.1250		

TABLA A-19.a COMPARACIÓN EDIFICIO DE 14 NIVELES T=1.7 s MÉTODO 1.b.
RIGIDEZ CONSTANTE. PENDIENTE RAMA POSFLUENCIA 1%

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 1er ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De
	S01	9.8684	17.2357	0.5726	6.8755	16.9440
S02	12.2112	17.2357	0.7065	7.9109	16.9440	0.4669
S03	-10.5213	17.2357	0.6104	-6.7807	16.9440	0.4002
S04	11.5353	17.2357	0.6693	7.1527	16.9440	0.4221
S05	-10.1178	17.2357	0.5870	-6.8052	16.9440	0.4016
S06	8.5830	17.2357	0.4980	6.0466	16.9440	0.3569
S07	10.8126	17.2357	0.6273	6.8686	16.9440	0.4054
S08	7.1106	17.2357	0.4125	5.5475	16.9440	0.3274
S09	10.3906	17.2357	0.6029	7.2070	16.9440	0.4253
S10	10.9121	17.2357	0.6331	8.0700	16.9440	0.4763
			$\bar{r} = 0.5922$			$\bar{r} = 0.4088$

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 3er ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De
	S01	4.6952	16.3661	0.2869	5.0096	15.5689
S02	5.3930	16.3661	0.3295	-4.1972	15.5689	0.2696
S03	-5.3052	16.3661	0.3242	-4.7770	15.5689	0.3068
S04	5.5537	16.3661	0.3393	4.5560	15.5689	0.2926
S05	-5.3480	16.3661	0.3268	-4.5897	15.5689	0.2948
S06	5.1346	16.3661	0.3137	4.2777	15.5689	0.2748
S07	5.7372	16.3661	0.3506	4.9003	15.5689	0.3147
S08	4.4138	16.3661	0.2697	-3.9679	15.5689	0.2549
S09	4.5696	16.3661	0.2792	-4.3109	15.5689	0.2769
S10	6.3980	16.3661	0.3909	4.9722	15.5689	0.3194
			$\bar{r} = 0.3211$			$\bar{r} = 0.2926$

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 5to ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De
	S01	4.8562	14.5475	0.3338	4.8030	13.3232
S02	4.2112	14.5475	0.2895	4.0522	13.3232	0.3041
S03	4.1951	14.5475	0.2884	3.8724	13.3232	0.2907
S04	4.5225	14.5475	0.3109	4.4874	13.3232	0.3368
S05	4.0846	14.5475	0.2808	-3.7061	13.3232	0.2782
S06	4.2593	14.5475	0.2928	4.5097	13.3232	0.3385
S07	4.6416	14.5475	0.3191	-3.7395	13.3232	0.2807
S08	3.8560	14.5475	0.2651	-3.9885	13.3232	0.2994
S09	-4.1251	14.5475	0.2836	-3.9314	13.3232	0.2951
S10	4.6756	14.5475	0.3214	4.5045	13.3232	0.3381
			$\bar{r} = 0.2985$			$\bar{r} = 0.3122$

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De
	S01	4.2241	11.9492
S02	3.9065	11.9492	0.3269
S03	-3.5132	11.9492	0.2940
S04	3.9337	11.9492	0.3292
S05	3.6828	11.9492	0.3082
S06	3.9497	11.9492	0.3305
S07	-3.6082	11.9492	0.3020
S08	-3.7085	11.9492	0.3104
S09	-3.6382	11.9492	0.3045
S10	4.1449	11.9492	0.3469
			$\bar{r} = 0.3206$

TABLA A-19.b COMPARACIÓN EDIFICIO DE 14 NIVELES T=1.7 s MÉTODO 1.b.
RIGIDEZ CONSTANTE. PENDIENTE RAMA POSFLUENCIA 1%

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 8vo ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 9vo ENTREPISO			
	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De	
	S01	3.2623	10.4854	0.3111	3.4082	8.9658	0.3801
S02	3.2790	10.4854	0.3127	3.4980	8.9658	0.3901	
S03	-3.2002	10.4854	0.3052	-2.8873	8.9658	0.3220	
S04	3.5138	10.4854	0.3351	2.9490	8.9658	0.3289	
S05	3.1674	10.4854	0.3021	3.1845	8.9658	0.3552	
S06	3.6493	10.4854	0.3480	3.1057	8.9658	0.3464	
S07	-3.2100	10.4854	0.3061	-2.8939	8.9658	0.3228	
S08	-3.4016	10.4854	0.3244	-3.1543	8.9658	0.3518	
S09	-3.3162	10.4854	0.3163	-2.8404	8.9658	0.3168	
S10	3.6505	10.4854	0.3482	3.2359	8.9658	0.3609	
			$\bar{r} = 0.3209$				$\bar{r} = 0.3475$

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 10mo ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 11vo ENTREPISO			
	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De	
	S01	2.7482	7.3882	0.3720	2.1719	5.8089	0.3739
S02	2.9101	7.3882	0.3939	-2.1708	5.8089	0.3737	
S03	-2.4675	7.3882	0.3340	-1.9360	5.8089	0.3333	
S04	-2.8068	7.3882	0.3799	-2.2107	5.8089	0.3806	
S05	2.7570	7.3882	0.3732	2.1215	5.8089	0.3652	
S06	2.6004	7.3882	0.3520	2.0308	5.8089	0.3496	
S07	-2.7779	7.3882	0.3760	-2.1507	5.8089	0.3702	
S08	-2.6692	7.3882	0.3613	-2.1478	5.8089	0.3697	
S09	2.6504	7.3882	0.3587	1.9440	5.8089	0.3347	
S10	2.8409	7.3882	0.3845	2.7624	5.8089	0.4755	
			$\bar{r} = 0.3685$				$\bar{r} = 0.3726$

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 12vo ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 13vo ENTREPISO			
	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De	
	S01	1.5645	4.2625	0.3670	0.9984	2.7837	0.3587
S02	-1.7468	4.2625	0.4098	1.0568	2.7837	0.3796	
S03	-1.4191	4.2625	0.3329	0.9667	2.7837	0.3473	
S04	-1.6267	4.2625	0.3816	1.0765	2.7837	0.3867	
S05	1.5336	4.2625	0.3598	1.0483	2.7837	0.3766	
S06	1.6871	4.2625	0.3958	1.0298	2.7837	0.3699	
S07	-1.5108	4.2625	0.3544	-1.0749	2.7837	0.3861	
S08	-1.5942	4.2625	0.3740	-1.0368	2.7837	0.3725	
S09	1.4023	4.2625	0.3290	1.0251	2.7837	0.3682	
S10	1.9357	4.2625	0.4541	1.1110	2.7837	0.3991	
			$\bar{r} = 0.3759$				$\bar{r} = 0.3745$

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 14vo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	MET. 1.b	r=Dd/De
	S01	0.5010	1.3601
S02	0.5545	1.3601	0.4077
S03	0.5544	1.3601	0.4076
S04	-0.5642	1.3601	0.4148
S05	0.5392	1.3601	0.3964
S06	-0.5309	1.3601	0.3903
S07	-0.5519	1.3601	0.4058
S08	-0.5260	1.3601	0.3867
S09	0.5415	1.3601	0.3981
S10	0.6037	1.3601	0.4439
			$\bar{r} = 0.4020$

TABLA A-20 COMPARACIÓN EDIFICIO DE 7 NIVELES T=1.0 s
MÉTODO 2. RIGIDEZ CONSTANTE.

ACEL ESC. @ 1.0 s	DESPL. RELATIVO 1er ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
S01	11.7927	3.6605	3.2216	2.2206	3.4668	0.6405
S02	13.9431	4.3527	3.2033	3.9266	4.1224	0.9525
S03	-15.9617	4.3798	3.6444	-2.6334	4.1481	0.6348
S04	-12.3204	2.9289	4.2065	-1.5726	2.7740	0.5669
S05	-7.7523	2.1755	3.5635	2.3378	2.0604	1.1346
S06	-8.2605	3.7968	2.1756	2.2771	3.5959	0.6332
S07	-10.5190	2.9536	3.5614	2.6943	2.7972	0.9632
S08	12.9046	4.2109	3.0646	-3.4356	3.9881	0.8615
S09	15.6409	5.6623	2.7623	3.7122	5.3628	0.6922
S10	5.9794	2.3829	2.5093	1.7342	2.2564	0.7686
	$\bar{r} = 3.1912$			$\bar{r} = 0.7848$		

ACEL ESC. @ 1.0 s	DESPL. RELATIVO 3er ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
S01	1.5241	3.0967	0.4922	1.4305	2.5822	0.5540
S02	-2.0615	3.6823	0.5598	1.8194	3.0705	0.5925
S03	1.4599	3.7053	0.3940	-1.3012	3.0896	0.4212
S04	-1.2621	2.4778	0.5094	1.2028	2.0661	0.5822
S05	1.3055	1.8405	0.7093	1.5883	1.5346	1.0350
S06	-1.3245	3.2121	0.4123	1.2243	2.6784	0.4571
S07	-1.5459	2.4987	0.6187	-1.1292	2.0835	0.5420
S08	-2.1165	3.5624	0.5941	1.4245	2.9705	0.4795
S09	1.8669	4.7902	0.3897	1.4383	3.9943	0.3601
S10	1.3235	2.0148	0.6569	1.3632	1.6819	0.8105
	$\bar{r} = 0.5336$			$\bar{r} = 0.5834$		

ACEL ESC. @ 1.0 s	DESPL. RELATIVO 5to ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
S01	1.0369	1.9665	0.5273	0.7211	1.2987	0.5552
S02	1.0484	2.3384	0.4483	-1.1858	1.5443	0.7679
S03	-0.9086	2.3530	0.3861	0.7256	1.5540	0.4669
S04	0.8268	1.5735	0.5255	0.4872	1.0392	0.4688
S05	1.1572	1.1687	0.9902	0.6139	0.7719	0.7953
S06	0.8275	2.0398	0.4057	1.0215	1.3471	0.7583
S07	-1.0516	1.5867	0.6628	0.8500	1.0479	0.8111
S08	-1.6038	2.2622	0.7090	-0.9607	1.4940	0.6430
S09	-1.4929	3.0420	0.4908	1.0181	2.0089	0.5068
S10	0.7104	1.2311	0.5770	0.4840	0.8446	0.5731
	$\bar{r} = 0.5723$			$\bar{r} = 0.6346$		

ACEL ESC. @ 1.0 s	DESPL. RELATIVO 7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
S01	0.3676	0.6282	0.5852
S02	0.4416	0.7471	0.5911
S03	0.4155	0.7517	0.5527
S04	-0.3175	0.5027	0.6316
S05	0.2854	0.3734	0.7643
S06	0.3295	0.6516	0.5057
S07	-0.3776	0.5069	0.7449
S08	0.4543	0.7227	0.6286
S09	-0.5087	0.9718	0.5235
S10	-0.2765	0.4087	0.6765
	$\bar{r} = 0.6204$		

TABLA A-21.a COMPARACIÓN EDIFICIO DE 14 NIVELES T=1.3 s
MÉTODO 2. RIGIDEZ CONSTANTE.

ACEL ESC. @ 1.3 s	DESPL. RELATIVO 1er ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	8.0547	3.6746	2.1920	6.2609	3.6227
S02	9.6019	4.1354	2.3219	6.4250	4.0732	1.5774
S03	11.2232	3.4097	3.2916	7.4756	3.3618	2.2237
S04	-7.8631	3.4749	2.2628	-7.7947	3.4264	2.2749
S05	10.5536	5.4528	1.9354	-6.9037	5.3764	1.2841
S06	7.0251	2.4100	2.9150	4.2835	2.3739	1.8044
S07	9.1664	3.5040	2.6160	6.5597	3.4515	1.9005
S08	7.5341	3.5119	2.1453	6.9924	3.4629	2.0192
S09	-8.7693	3.2858	2.6688	-5.9900	3.2396	1.8480
S10	-8.4522	2.7698	3.0516	-5.8982	2.7306	2.1600
		$\bar{r} =$	2.5400		$\bar{r} =$	1.8821

ACEL ESC. @ 1.3 s	DESPL. RELATIVO 3er ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	5.0124	3.5187	1.4245	4.0131	3.3323
S02	-5.0186	3.8426	1.3060	-2.7007	3.7882	0.7129
S03	4.4225	3.2654	1.3544	-2.4317	3.1234	0.7785
S04	-3.9764	3.3279	1.1949	-2.6930	3.1834	0.8460
S05	-6.3007	5.2224	1.2065	-3.6725	4.9951	0.7352
S06	-2.2846	2.3087	0.9896	1.8618	2.2074	0.8434
S07	4.0788	3.3566	1.2152	2.2582	3.2094	0.7036
S08	4.9952	3.3630	1.4853	2.2780	3.2172	0.7081
S09	4.0579	3.1467	1.2896	2.8137	3.0097	0.9349
S10	-5.0277	2.6522	1.8957	-2.5712	2.5371	1.0134
		$\bar{r} =$	1.3362		$\bar{r} =$	0.8480

ACEL ESC. @ 1.3 s	DESPL. RELATIVO 5to ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	1.8791	3.1692	0.5929	1.2542	2.9310
S02	1.9324	3.5662	0.5419	-1.2511	3.2969	0.3792
S03	-1.6802	2.9408	0.5713	1.4759	2.7197	0.5427
S04	-2.3363	2.9973	0.7795	-1.5846	2.7720	0.5716
S05	1.7126	4.7037	0.3641	-2.0767	4.3497	0.4774
S06	1.8916	2.0777	0.9104	1.3484	1.9217	0.7017
S07	2.2294	3.0209	0.7380	1.3509	2.7942	0.4835
S08	-1.5517	3.0291	0.5123	1.8962	2.8013	0.6769
S09	1.3968	2.8341	0.4929	-1.1992	2.6210	0.4575
S10	-1.1508	2.3888	0.4817	1.0336	2.2093	0.4678
		$\bar{r} =$	0.5985		$\bar{r} =$	0.5186

ACEL ESC. @ 1.3 s	DESPL. RELATIVO 7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	1.4197	2.6582
S02	-1.1875	2.9935	0.3967
S03	1.6596	2.4664	0.6729
S04	-1.2056	2.5138	0.4796
S05	-2.0005	3.9443	0.5072
S06	1.0742	1.7433	0.6162
S07	-1.2275	2.5345	0.4843
S08	1.8815	2.5403	0.7407
S09	1.0567	2.3766	0.4446
S10	-1.0608	2.0034	0.5295
		$\bar{r} =$	0.5406

TABLA A-21.b COMPARACIÓN EDIFICIO DE 14 NIVELES T=1.3 s
MÉTODO 2. RIGIDEZ CONSTANTE.

ACEL ESC. @ 1.3 s	DESPL. RELATIVO 8vo ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 9vo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	1.0404	2.3578	0.4413	-1.0944	2.0324
S02	1.6018	2.6777	0.5982	2.1846	2.2647	0.9646
S03	1.1355	2.1876	0.5191	1.1169	1.8855	0.5924
S04	0.9042	2.2297	0.4055	1.1243	1.9218	0.5850
S05	-1.4759	3.4986	0.4219	-1.0340	3.0156	0.3429
S06	-0.8536	1.5594	0.5474	-0.8737	1.3188	0.6625
S07	1.1170	2.2674	0.4926	1.2569	1.9174	0.6555
S08	-1.4217	2.2533	0.6309	-1.5028	1.9421	0.7738
S09	1.0648	2.1081	0.5051	1.1128	1.8171	0.6124
S10	-1.0682	1.7769	0.6012	0.8534	1.5274	0.5587
			$\bar{r} = 0.5163$			$\bar{r} = 0.6286$

ACEL ESC. @ 1.3 s	DESPL. RELATIVO 10mo ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 11vo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	-1.1356	1.6928	0.6708	0.8384	1.3414
S02	1.1494	1.9063	0.6029	-1.2860	1.5131	0.8499
S03	-1.2670	1.5707	0.8066	-0.8919	1.2445	0.7167
S04	1.1046	1.6008	0.6900	-0.8152	1.2663	0.6428
S05	-0.9331	2.5123	0.3714	0.7545	1.9904	0.3791
S06	0.8102	1.1099	0.7300	0.7358	0.8810	0.8352
S07	1.1814	1.6141	0.7319	1.1029	1.2810	0.8610
S08	-1.6184	1.6178	1.0004	-0.7989	1.2818	0.6233
S09	0.8254	1.5135	0.5454	0.5680	1.1993	0.4736
S10	1.1256	1.2757	0.8823	1.1251	1.0108	1.1131
			$\bar{r} = 0.7032$			$\bar{r} = 0.7120$

ACEL ESC. @ 1.3 s	DESPL. RELATIVO 12vo ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 13vo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	0.7420	0.9991	0.7427	0.5716	0.6515
S02	0.7876	1.1228	0.7015	0.8312	0.7332	1.1337
S03	0.6760	0.9269	0.7293	0.5051	0.6044	0.8357
S04	-0.7321	0.9447	0.7750	-0.3677	0.6160	0.5807
S05	0.8886	1.4823	0.5995	-0.5885	0.9514	0.6186
S06	0.6193	0.6536	0.9475	-0.3691	0.4269	0.8412
S07	-0.9159	0.9498	0.9643	-0.7007	0.6206	1.1291
S08	-0.6514	0.9547	0.6823	-0.4788	0.6226	0.7690
S09	0.5864	0.8931	0.6566	0.4489	0.5825	0.7706
S10	0.6660	0.7528	0.8847	0.3277	0.4910	0.6674
			$\bar{r} = 0.7683$			$\bar{r} = 0.8223$

ACEL ESC. @ 1.3 s	DESPL. RELATIVO 14vo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	-0.2297	0.3144
S02	0.3709	0.3557	1.0427
S03	0.2200	0.2918	0.7539
S04	0.1748	0.2973	0.5880
S05	-0.2538	0.4819	0.5267
S06	0.1714	0.2070	0.8280
S07	-0.1991	0.3011	0.6612
S08	-0.2675	0.3004	0.8905
S09	0.2271	0.2812	0.8076
S10	0.3653	0.2369	1.5420
			$\bar{r} = 0.8371$

**TABLA A-22.a COMPARACIÓN EDIFICIO DE 14 NIVELES T=1.5 s
MÉTODO 2. RIGIDEZ CONSTANTE.**

ACEL ESC. @ 1.5 s	DESPL. RELATIVO 1er ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	9.3807	4.2171	2.2244	-8.3015	4.1578
S02	-13.0520	4.3118	3.0270	-8.7975	4.2513	2.0694
S03	11.5829	4.6020	2.5169	7.5969	4.5661	1.6638
S04	9.5060	4.2382	2.2429	-7.1998	4.1788	1.7229
S05	14.5804	5.7317	2.5438	-7.5449	5.6514	1.3350
S06	7.5902	3.2214	2.3562	-4.0660	3.1763	1.2864
S07	9.8971	4.2294	2.3401	-5.8961	4.1701	1.4144
S08	12.0613	4.4699	2.7028	7.5697	4.4072	1.7176
S09	-11.8910	4.2313	2.8102	-8.2619	4.1718	1.9604
S10	-14.7423	5.4978	2.6815	-11.0807	5.4206	2.0442
	F = 2.5446			F = 1.7231		

ACEL ESC. @ 1.5 s	DESPL. RELATIVO 3er ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	4.3422	4.0384	1.0752	2.7578	3.8628
S02	4.3823	4.1293	1.0613	4.4876	3.9497	1.1362
S03	-4.7286	4.4069	1.0730	-3.0511	4.2151	0.7238
S04	-4.8291	4.0589	1.1898	-3.9173	3.8821	1.0091
S05	-5.6890	5.4891	1.0364	-3.0933	5.2505	0.5891
S06	-3.3829	3.0849	1.0966	2.2879	2.9510	0.7753
S07	-4.7780	4.0500	1.1798	3.1681	3.8740	0.8178
S08	5.2274	4.2808	1.2211	3.5329	4.0947	0.8628
S09	-4.4539	4.0520	1.0992	-2.9960	3.8759	0.7730
S10	-6.3276	5.2648	1.2019	-3.7734	5.0357	0.7493
	F = 1.1234			F = 0.8150		

ACEL ESC. @ 1.5 s	DESPL. RELATIVO 5to ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	-2.4778	3.6373	0.6812	1.7932	3.3637
S02	2.7394	3.7191	0.7366	2.3122	3.4392	0.6723
S03	-2.7812	3.9686	0.7008	-2.3222	3.6703	0.6327
S04	-2.8370	3.6554	0.7761	-2.5775	3.3805	0.7625
S05	2.6346	4.9438	0.5329	2.9281	4.5723	0.6404
S06	-2.1074	2.7785	0.7585	-2.0317	2.5697	0.7906
S07	2.7056	3.6478	0.7417	2.9742	3.3732	0.8817
S08	-2.6198	3.8554	0.6795	2.1015	3.5653	0.5894
S09	-2.1729	3.6496	0.5954	-1.7960	3.3752	0.5321
S10	-2.9977	4.7416	0.6322	-3.2114	4.3851	0.7323
	F = 0.6835			F = 0.6767		

ACEL ESC. @ 1.5 s	DESPL. RELATIVO 7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	-1.7101	3.0506
S02	3.2666	3.1190	1.0473
S03	-2.0714	3.3584	0.6168
S04	-2.7888	3.0659	0.9096
S05	2.1577	4.1464	0.5204
S06	-1.7205	2.3304	0.7383
S07	2.0871	3.0589	0.6823
S08	-2.6584	3.2334	0.8222
S09	-2.0432	3.0610	0.6675
S10	-3.0421	3.9767	0.7650
	F = 0.7330		

TABLA A-22.b COMPARACIÓN EDIFICIO DE 14 NIVELES T=1.5 s
MÉTODO 2. RIGIDEZ CONSTANTE.

ACEL ESC. @ 1.5 s	DESPL. RELATIVO 8vo ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 9vo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	-2.0287	2.7055	0.7498	-1.6985	2.3320
S02	2.5482	2.7664	0.9211	1.9530	2.3844	0.8191
S03	-1.8365	2.9519	0.6221	-1.7993	2.5443	0.7072
S04	-1.9976	2.7190	0.7347	1.7838	2.3437	0.7611
S05	-2.6155	3.6775	0.7112	-2.4177	3.1701	0.7627
S06	-1.6426	2.0669	0.7947	-1.5762	1.7815	0.8848
S07	-1.7980	2.7128	0.6628	-1.7865	2.3385	0.7640
S08	2.0480	2.8679	0.7141	1.8587	2.4719	0.7519
S09	-2.3917	2.7147	0.8810	-2.5743	2.3400	1.1001
S10	2.0127	3.5273	0.5706	2.1666	3.0402	0.7127
		F =	0.7362		F =	0.7992

ACEL ESC. @ 1.5 s	DESPL. RELATIVO 10mo ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 11vo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	-1.6492	1.9425	0.8490	-1.4820	1.5392
S02	1.6419	1.9663	0.8266	1.5982	1.5738	1.0155
S03	-1.6892	2.1195	0.7970	-2.0722	1.6792	1.2340
S04	1.7978	1.9523	0.9209	-1.3530	1.5489	0.8747
S05	-2.9681	2.6404	1.1317	-1.2019	2.0921	0.5745
S06	1.2999	1.4839	0.8760	-1.0596	1.1759	0.9013
S07	1.8265	1.9476	0.9378	1.7092	1.5426	1.1080
S08	1.6794	2.0590	0.8156	1.6600	1.6316	1.0174
S09	-1.3165	1.9492	0.6754	1.4203	1.5444	0.9196
S10	2.5791	2.5326	1.0184	2.6117	2.0066	1.3016
		F =	0.8848		F =	0.9808

ACEL ESC. @ 1.5 s	DESPL. RELATIVO 12vo ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 13vo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	-1.1349	1.1464	0.9900	-0.8907	0.7476
S02	1.1691	1.1722	0.9974	-0.9035	0.7645	1.1818
S03	-1.3978	1.2507	1.1176	-0.7215	0.8156	0.8846
S04	-1.1518	1.1521	0.9997	0.8554	0.7514	1.1384
S05	0.9470	1.5582	0.6078	0.9893	1.0162	0.9735
S06	-0.8794	0.8758	1.0041	0.6722	0.5711	1.1770
S07	1.4671	1.1489	1.2770	0.7124	0.6899	1.0326
S08	-1.2302	1.2151	1.0124	-1.0275	0.7924	1.2967
S09	0.9010	1.1502	0.7833	0.6495	0.7501	0.8659
S10	1.2191	1.4944	0.8158	0.7175	0.9747	0.7361
		F =	0.9605		F =	1.0478

ACEL ESC. @ 1.5 s	DESPL. RELATIVO 14vo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	-0.4370	0.3609
S02	-0.4543	0.3690	1.2312
S03	-0.3567	0.3937	0.9060
S04	0.4612	0.3627	1.2716
S05	0.3208	0.4905	0.6540
S06	-0.2480	0.2757	0.8995
S07	-0.3338	0.5470	0.6102
S08	-0.3913	0.3826	1.0227
S09	-0.3679	0.3621	1.0160
S10	0.4864	0.4702	1.0345
		F =	0.9857

TABLA A-23.a COMPARACIÓN EDIFICIO DE 14 NIVELES T=1.7 s
MÉTODO 2. RIGIDEZ CONSTANTE.

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 1er ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	-16.2836	5.3613	3.0372	-10.6458	5.2862
S02	-12.9202	5.0926	2.5371	-6.7931	5.0212	1.3529
S03	-10.1043	5.7675	1.7519	-7.7229	5.6866	1.3581
S04	15.9188	5.5151	2.8864	7.6228	5.4378	1.4018
S05	-14.2745	5.2089	2.7404	-7.9076	5.1360	1.5396
S06	7.6248	4.1514	1.8367	5.3498	4.0935	1.3069
S07	8.0066	4.8795	1.6409	5.6107	4.8111	1.1662
S08	8.7807	3.7448	2.3448	5.8943	3.6921	1.5965
S09	-11.9840	5.5352	2.1651	-7.4684	5.4574	1.3685
S10	11.7356	5.4533	2.1520	8.4282	5.3769	1.5675
			$\bar{r} = 2.3092$			$\bar{r} = 1.4672$

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 3er ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	-5.7558	5.1343	1.1210	-3.5476	4.9113
S02	4.3599	4.8767	0.8940	4.0136	4.6649	0.8604
S03	-5.7870	5.5320	1.0461	-4.4827	5.2827	0.8486
S04	6.5668	5.2816	1.2433	-3.8732	5.0520	0.7667
S05	-5.9967	4.9886	1.2021	-4.0375	4.7715	0.8462
S06	4.4118	3.9756	1.1097	-3.6104	3.8029	0.9494
S07	-4.9198	4.6730	1.0528	-3.3340	4.4695	0.7459
S08	4.6027	3.5862	1.2834	-2.9629	3.4302	0.8638
S09	-5.3342	5.3007	1.0063	-4.1569	5.0701	0.8199
S10	-5.1335	5.2223	0.9830	-3.6702	4.9952	0.7347
			$\bar{r} = 1.0942$			$\bar{r} = 0.8158$

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 5to ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	-3.8366	4.6244	0.8296	-2.7847	4.2765
S02	3.0555	4.3925	0.6956	-3.6589	4.0621	0.9007
S03	-3.9755	4.9747	0.7991	-3.5299	4.0000	0.8825
S04	-3.2777	4.7566	0.6891	-3.2502	4.3992	0.7388
S05	2.7552	4.4930	0.6132	3.3698	4.1550	0.8110
S06	2.7099	3.5808	0.7568	-2.7877	3.3117	0.8418
S07	-3.1550	4.2088	0.7496	3.0767	3.8923	0.7905
S08	2.6539	3.2300	0.8216	3.5462	2.9671	1.1872
S09	2.9955	4.7739	0.6275	-2.8851	4.4150	0.6535
S10	-2.9478	4.7038	0.6267	-2.9370	4.3500	0.6752
			$\bar{r} = 0.7209$			$\bar{r} = 0.8132$

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	2.5262	3.8785
S02	2.6321	3.6836	0.7145
S03	2.9284	4.1720	0.7019
S04	-3.5530	3.9896	0.8906
S05	3.2497	3.7680	0.8624
S06	-3.7209	3.0031	1.2390
S07	2.6150	3.5297	0.7409
S08	3.2752	2.7087	1.2091
S09	-4.0607	4.0037	1.0142
S10	3.1293	3.9446	0.7933
			$\bar{r} = 0.8817$

TABLA A-23.b COMPARACIÓN EDIFICIO DE 14 NIVELES T=1.7 s
MÉTODO 2. RIGIDEZ CONSTANTE.

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 8vo ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 9vo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	2.2047	3.4401	0.6409	2.0542	2.9651
S02	2.8916	3.2675	0.8850	2.3030	2.8162	0.8178
S03	-2.7888	3.7003	0.7537	-2.7528	3.1894	0.8631
S04	-2.9706	3.5385	0.8395	-3.3881	3.0498	1.1109
S05	-2.4655	3.3419	0.7437	-2.9811	2.8807	1.0349
S06	-3.0414	2.6637	1.1418	-2.1514	2.2959	0.9371
S07	-3.8333	3.1307	1.2244	-3.4732	2.6985	1.2871
S08	2.4675	2.4026	1.0270	-2.1379	2.0709	1.0324
S09	-2.6748	3.5512	0.7532	-2.7284	3.0610	0.8913
S10	3.8104	3.4986	1.0891	4.0723	3.0156	1.3504
			$\bar{r} = 0.9098$			$\bar{r} = 1.0018$

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 10mo ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 11vo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	1.8829	2.4699	0.7623	1.6465	1.9570
S02	-1.8115	2.3458	0.7722	-2.0199	1.8586	1.0868
S03	-2.4841	2.6566	0.9351	-2.1111	2.1050	1.0029
S04	-2.7551	2.5404	1.0845	-2.5914	2.0129	1.2874
S05	-3.0775	2.3995	1.2826	-2.2927	1.9011	1.2060
S06	2.1864	1.9124	1.1433	1.9197	1.5152	1.2670
S07	-2.3887	2.2478	1.0627	-2.0633	1.7809	1.1586
S08	1.8452	1.7250	1.0697	1.5678	1.3667	1.1471
S09	-2.0076	2.5408	0.7874	1.7247	2.0201	0.8538
S10	2.9984	2.5120	1.1936	2.6701	1.9903	1.3416
			$\bar{r} = 1.0093$			$\bar{r} = 1.1192$

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 12vo ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 13vo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	1.1902	1.4576	0.8165	0.8701	0.9505
S02	1.4789	1.3844	1.0683	1.0374	0.9028	1.1491
S03	-1.4166	1.5679	0.9035	-0.9358	1.0225	0.9152
S04	-2.2862	1.4992	1.5249	-1.6000	0.9777	1.6365
S05	-1.7974	1.4161	1.2693	-0.7620	0.9234	0.8252
S06	1.3245	1.1286	1.1736	-0.9014	0.7360	1.2247
S07	-1.4291	1.3264	1.0774	-0.9626	0.8651	1.1127
S08	1.1943	1.0180	1.1732	0.9303	0.6639	1.4013
S09	1.3506	1.5046	0.8976	-0.8848	0.9813	0.9017
S10	2.1417	1.4824	1.4448	1.4477	0.9668	1.4974
			$\bar{r} = 1.1349$			$\bar{r} = 1.1579$

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 14vo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
	S01	0.4471	0.4589
S02	0.3643	0.3849	0.9465
S03	-0.4625	0.4935	0.9372
S04	-0.7864	0.4720	1.6661
S05	0.3968	0.4458	0.8901
S06	-0.4754	0.3553	1.3380
S07	-0.5141	0.4176	1.2311
S08	0.4708	0.3205	1.4690
S09	0.4787	0.4736	1.0108
S10	0.5951	0.4666	1.2754
			$\bar{r} = 1.1738$

TABLA A-24.a COMPARACIÓN EDIFICIO DE 14 NIVELES T=1.7 s
MÉTODO 2. RIGIDEZ VARIABLE.

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 1er ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 2do ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
S01	-12.7417	3.9054	3.2626	-8.5500	3.9025	2.1909
S02	-11.9149	3.6821	3.2359	-7.0931	3.6794	1.9278
S03	-10.5056	4.2747	2.4576	-6.9820	4.2715	1.6346
S04	12.5822	3.9315	3.2004	7.5573	3.9286	1.9237
S05	-12.4313	3.8403	3.2371	-10.2655	3.8375	2.6750
S06	6.5753	3.0713	2.1409	5.0424	3.0690	1.6430
S07	7.2600	3.6312	1.9993	-7.0529	3.6285	1.9438
S08	8.9428	3.7346	2.3946	6.6657	2.7325	2.4394
S09	-10.4319	3.9363	2.6502	-8.3753	3.9334	2.1293
S10	11.5666	4.0829	2.8329	8.5616	4.0799	2.0965
	F = 2.7412			F = 2.0606		

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 3er ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 4to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
S01	-6.5020	3.8997	1.6673	-4.5652	3.8982	1.1711
S02	-4.1917	3.6768	1.1400	3.9308	3.6753	1.0695
S03	-5.5605	4.2605	1.3051	-4.0871	4.2747	0.9561
S04	-4.9301	3.9185	1.2582	4.5658	3.9315	1.1613
S05	-7.2322	3.8347	1.8860	-5.9577	3.8332	1.5542
S06	-3.6636	3.0668	1.1946	-3.1052	3.0656	1.0129
S07	-4.7228	3.6259	1.3025	3.3784	3.6245	0.9321
S08	5.1039	2.7305	1.8692	3.1189	2.7294	1.1420
S09	-5.4578	3.9306	1.3885	-4.0046	3.9290	1.0192
S10	6.9561	4.0770	1.7062	4.1091	4.0753	1.0083
	F = 1.4718			F = 1.1027		

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 5to ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 6to ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
S01	-3.4308	3.8990	0.8799	-2.5996	3.9020	0.6662
S02	2.7492	3.6761	0.7479	2.2859	3.6789	0.6214
S03	-2.9258	4.2677	0.6856	2.6431	4.2709	0.6189
S04	-3.3690	3.9251	0.8634	-3.0166	3.9280	0.7680
S05	-2.6211	3.8340	0.6836	-2.9393	3.8370	0.7660
S06	-3.5003	3.0663	1.1415	2.9495	3.0686	0.9612
S07	-2.8478	3.6252	0.7856	-2.6132	3.6280	0.7203
S08	2.4547	2.7300	0.8992	2.4641	2.7321	0.9019
S09	-4.5731	3.9298	1.1637	2.1472	3.9329	0.5460
S10	3.8842	4.0762	0.9529	3.2840	4.0793	0.8050
	F = 0.8803			F = 0.7375		

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 7mo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
S01	2.1637	3.9025	0.5544
S02	3.4554	3.6793	0.9391
S03	-3.3308	4.2715	0.7798
S04	-3.2777	3.9285	0.8343
S05	-2.5014	3.8374	0.6518
S06	2.5374	3.0690	0.8268
S07	-2.4523	3.6285	0.6758
S08	2.5933	2.7324	0.9491
S09	-2.3876	3.9334	0.6070
S10	-3.2208	4.0798	0.7895
	F = 0.7608		

TABLA A-24.b COMPARACIÓN EDIFICIO DE 14 NIVELES T=1.7 s
MÉTODO 2. RIGIDEZ VARIABLE

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 8vo ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 9vo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
S01	-2.2841	3.8932	0.5867	-2.3914	3.9001	0.6132
S02	-2.7355	3.6706	0.7452	3.0899	3.6772	0.8403
S03	2.5557	4.2614	0.5997	-2.5390	4.2689	0.5948
S04	-3.2167	3.9192	0.8208	-2.7073	3.9262	0.6895
S05	3.3157	3.8283	0.8661	-2.7108	3.8351	0.7068
S06	-3.2642	3.0617	1.0661	2.5991	3.0672	0.8474
S07	2.8613	3.6198	0.7905	-2.9059	3.6263	0.8013
S08	2.8746	2.7260	1.0545	-2.8345	2.7308	1.0380
S09	-3.5576	3.9240	0.9066	-2.5132	3.9321	0.6391
S10	-2.4551	4.0702	0.6032	2.9365	4.0773	0.7202
	$\bar{r} = 0.8039$			$\bar{r} = 0.7491$		

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 10mo ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 11vo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
S01	-3.2062	3.9065	0.8207	4.1175	3.8847	1.0599
S02	3.0520	3.6831	0.8286	2.7683	3.6629	0.7558
S03	-3.0398	4.2759	0.7109	-3.7984	4.2522	0.8933
S04	-4.0029	3.9326	1.0179	-3.6414	3.9108	0.9311
S05	2.3398	3.8413	0.6091	2.8155	3.8201	0.7370
S06	-2.6109	3.0722	0.8498	-3.5319	3.0550	1.1561
S07	-3.0112	3.6322	0.8290	-2.4073	3.6121	0.6665
S08	2.2039	2.7353	0.8057	2.9836	2.7200	1.0969
S09	-2.4548	3.9363	0.6236	-2.7521	3.9158	0.7028
S10	3.1302	4.0840	0.7665	-3.2367	4.0613	0.7970
	$\bar{r} = 0.7862$			$\bar{r} = 0.8796$		

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 12vo ENTREPISO			DESPL. RELATIVO 13vo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
S01	3.1682	3.8999	0.8124	4.9868	3.9159	1.2735
S02	3.5330	3.6766	0.9609	5.1950	3.6920	1.4071
S03	-3.7307	4.2687	0.8740	-3.6296	4.2658	0.8469
S04	-4.1565	3.9260	1.0587	-4.9697	3.9417	1.2608
S05	4.1681	3.8345	1.0870	4.9814	3.8507	1.2936
S06	2.6603	3.0670	0.8674	-3.3688	3.0790	1.0941
S07	3.0544	3.6261	0.8423	-5.3799	3.6406	1.4778
S08	3.1011	2.7307	1.1356	-3.0342	2.7416	1.1067
S09	-3.3196	3.9304	0.8446	-4.3636	3.9469	1.1056
S10	-3.8465	4.0772	0.9434	-3.6591	4.0939	0.8938
	$\bar{r} = 0.9426$			$\bar{r} = 1.1760$		

ACEL ESC. @ 1.7 s	DESPL. RELATIVO 14vo ENTREPISO		
	DRAIN-2D	METODO 2	r=Dd/De
S01	6.9661	3.9089	1.7821
S02	4.8900	3.6854	1.3269
S03	-4.4125	4.2785	1.0313
S04	-6.7303	3.9350	1.7104
S05	4.6901	3.8438	1.2202
S06	-6.6463	3.0738	2.1622
S07	4.6320	3.6345	1.2745
S08	5.4019	2.7370	1.9737
S09	3.7218	3.9398	0.9447
S10	-4.5330	4.0866	1.1092
	$\bar{r} = 1.4535$		