

V. ANTICIPACION DE ESPECTROS DE RESPUESTA DEL TERRENO: METODO PROPUESTO

Hasta la fecha se han llevado a cabo numerosas investigaciones tendientes a anticipar formas espectrales normalizadas típicas promedio, representativas de la respuesta de depósitos de distinta composición litológica. (ref.42, 43).

Las formas espectrales normalizadas comúnmente se obtienen promediando para cada tipo de suelo los espectros de aceleraciones correspondientes disponibles obtenidos directamente de los registros de terremotos pasados.

De esta manera multiplicando las ordenadas de los espectros promedio, bien sea por factores representativos de la intensidad del espectro, o bien, por la aceleración máxima del terreno, se pueden obtener para cada grupo de suelo, espectros elásticos de respuesta en la superficie de los depósitos.

Basados en las variaciones observadas en las formas espectrales de más de 100 registros instrumentales disponibles, y en los resultados obtenidos analíticamente de la respuesta no-lineal de depósitos ubicados en distintas regiones de Venezuela, se ha visualizado un método analítico sencillo que permite, mediante el auxilio de los gráficos de las Figs.14, 15, 16, 17 y 18, resolver los siguientes problemas (refs. 20, 21, y 22):

- a) Conocidos la distancia a la falla, la forma del espectro de aceleraciones, y en consecuencia, el período predominante espectral T_p , determinar, para el tipo de suelo del depósito en donde se obtuvo el registro, el período fundamental del depósito.
- b) Conocidos la distancia a la falla, el tipo de suelo, el período fundamental del depósito, y la máxima aceleración del terreno, estimar la forma del espectro de aceleraciones correspondiente.

En general, pudo concluirse que la forma de los espectros y la ubicación relativa del período predominante espectral T_p , dependen básicamente de los siguientes parámetros:

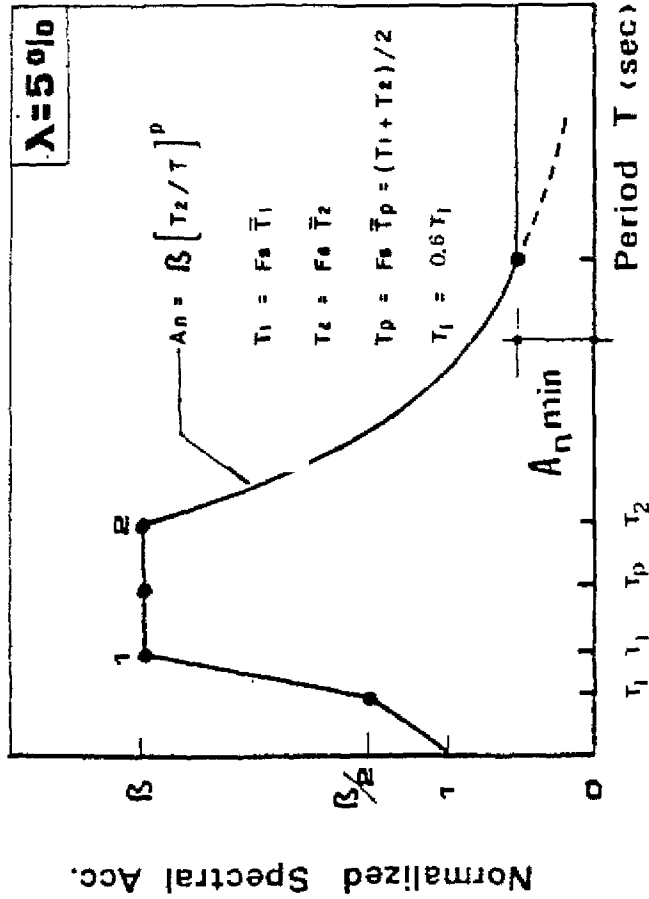
- a) Período fundamental del depósito T_s (seg.).
- b) Distancia a la zona de disipación de energía D (km).

La forma del espectro normalizado base A_n , de aceleraciones - propuesta es la indicada en la Fig.14. Por ejemplo, las Figs. 19, 20 y 21 muestran una comparación a los espectros de registros reales, contra las formas espectrales de las aceleraciones normalizadas obtenidas mediante el método propuesto en la ref.22, en sitios con diferentes condiciones de suelos. El período fundamental de los depósitos se obtuvo con la ayuda de las curvas de las Figs. 15, 16, 17 y 18. Nótese el excelente nivel de congruencia obtenido.

Un punto que merece especial interés es el relativo a la influencia que la distancia a la falla ejerce en la ubicación del período predominante T_p del espectro de aceleraciones. Los gráficos de la Fig.22 muestran claramente dicha influencia en depósitos de suelo tipo 1b, 2 y 3. Obsérvese que los espectros COVENIN de la norma Venezolana vigente (ref.23), conservan siempre una posición estática.

Esta simple observación demuestra que los espectros COVENIN son particularmente desfavorables cuando los sismos tienen epicentros lejanos.

La clasificación aquí adoptada para los tipos de suelo difiere muy poco de la recomendada por las Normas COVENIN 1756-80 82. Provisionales para Construcciones antisísmicas elaboradas por FUN-



SOIL	\bar{T}_1	\bar{T}_p	\bar{T}_2	β	p	$A_{n \text{ min}}$
ROCK	0.24	0.375	0.51	2.6	1.1	0.25
STIFF	0.25	0.40	0.55	2.8	1	0.40
DEEPC.	0.33	0.435	0.53	2.6	1.1	0.60
SOFT	0.49	0.59	0.73	β^*	3.5	0.50

β : Spectral Amplification

p : Exponent

T_p : Predominant Period (Sec)

F_s : Shift Factor (see Note).

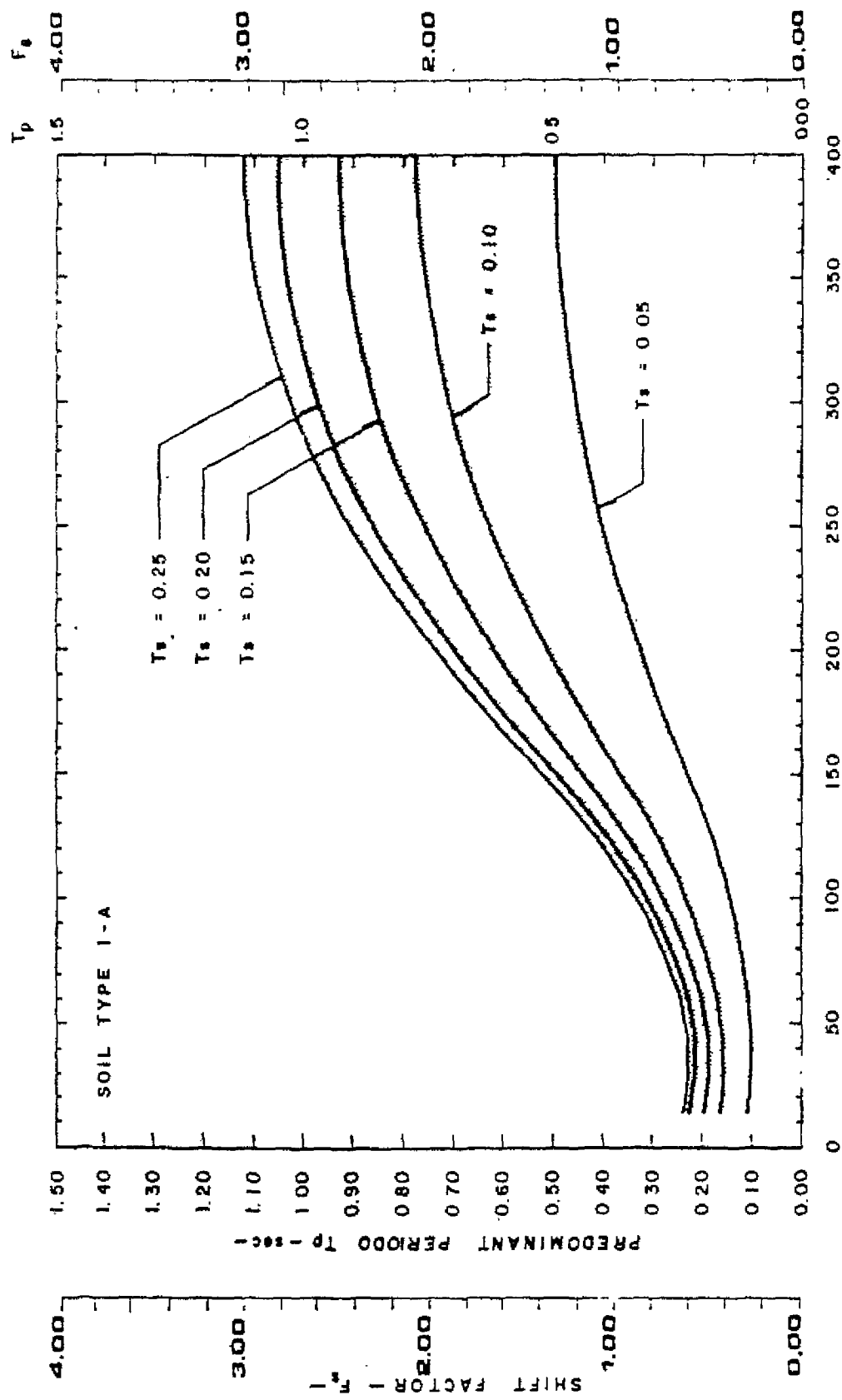
$$\beta^* = 2.6 + 0.0035 D$$

D : Distance to causative fault - Km

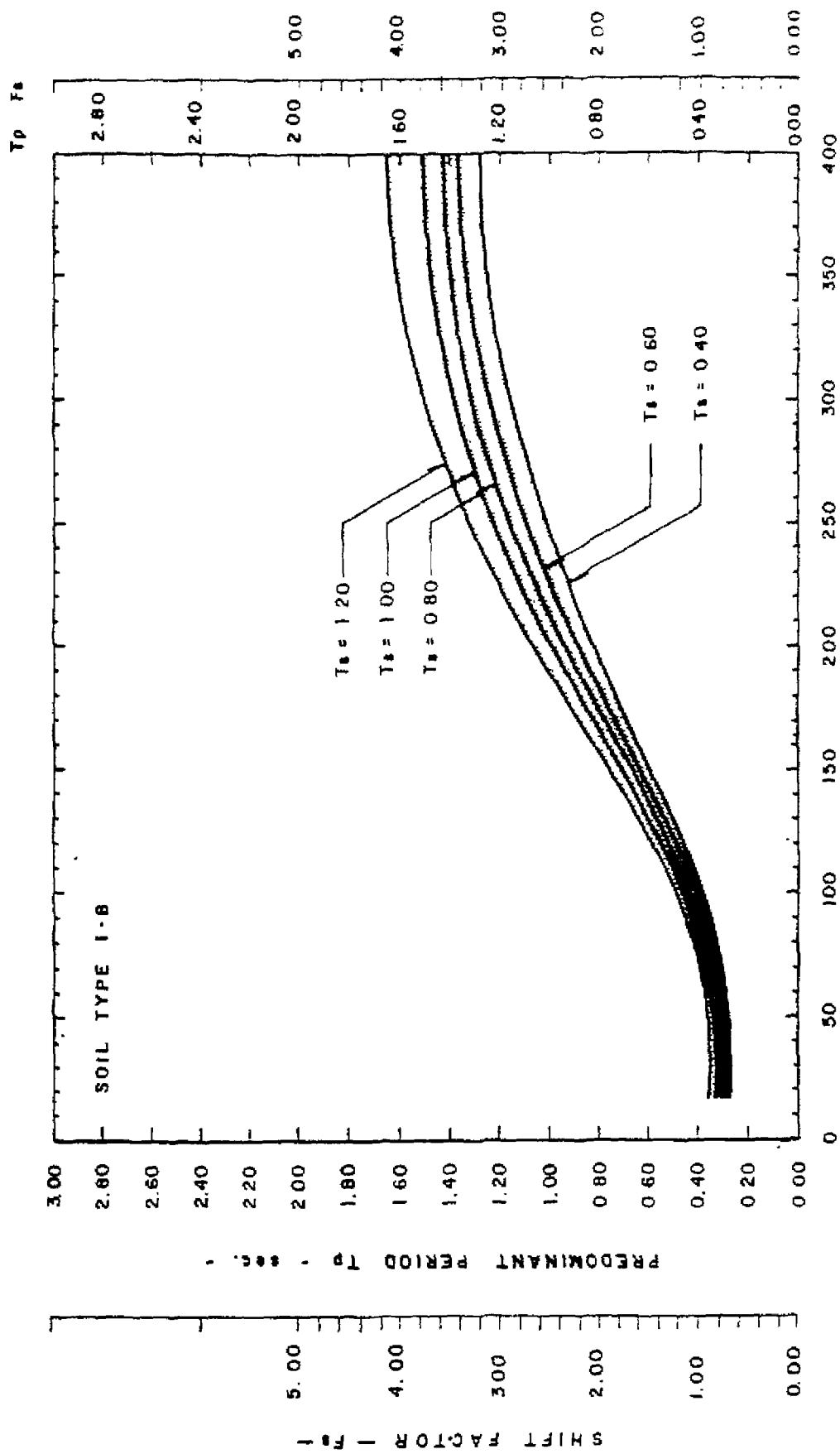
Note : For a given fundamental period of the soil deposit T_s and for any selected distance to causative fault D the shift factor F_s can be obtained directly from curves shown in Figs 15, 16, 17 & 18

Likewise, for any recorded acc. spectra where T_p is known, the shift factor F_s can be obtained directly from curves shown in Figs. 15, 16, 17 & 18

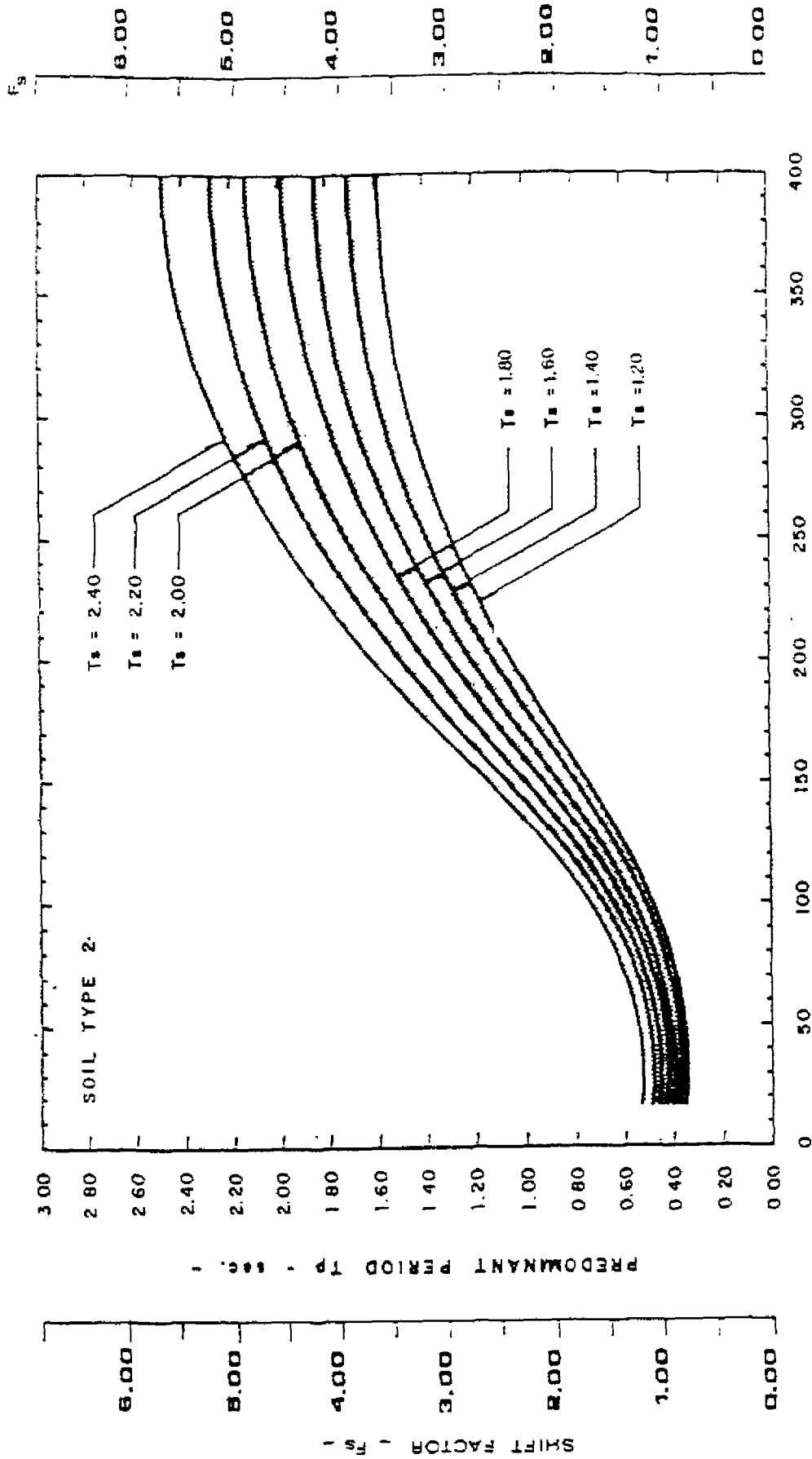
• FIG. 14 ANTICIPATED NORMALIZED ACCELERATION SPECTRA FOR DIFFERENT SITE CONDITIONS (Alonso J.L., 1990)



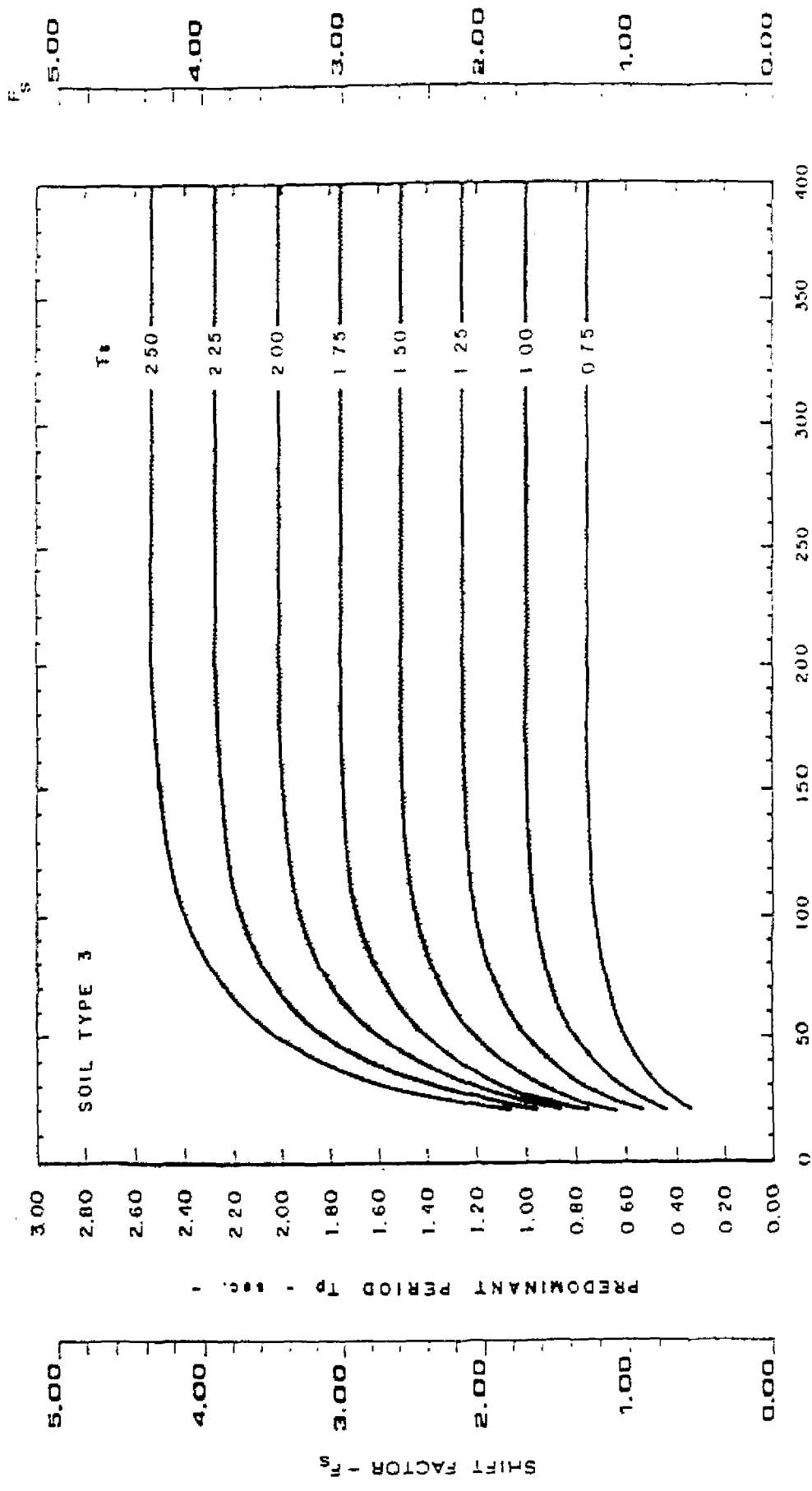
• FIG. 15 VARIATION OF THE PREDOMINANT PERIOD WITH DISTANCE TO FAULT AND SITE FUNDAMENTAL PERIODS SUGGESTED FOR ROCK SITES. (Alonso J L, 1987)



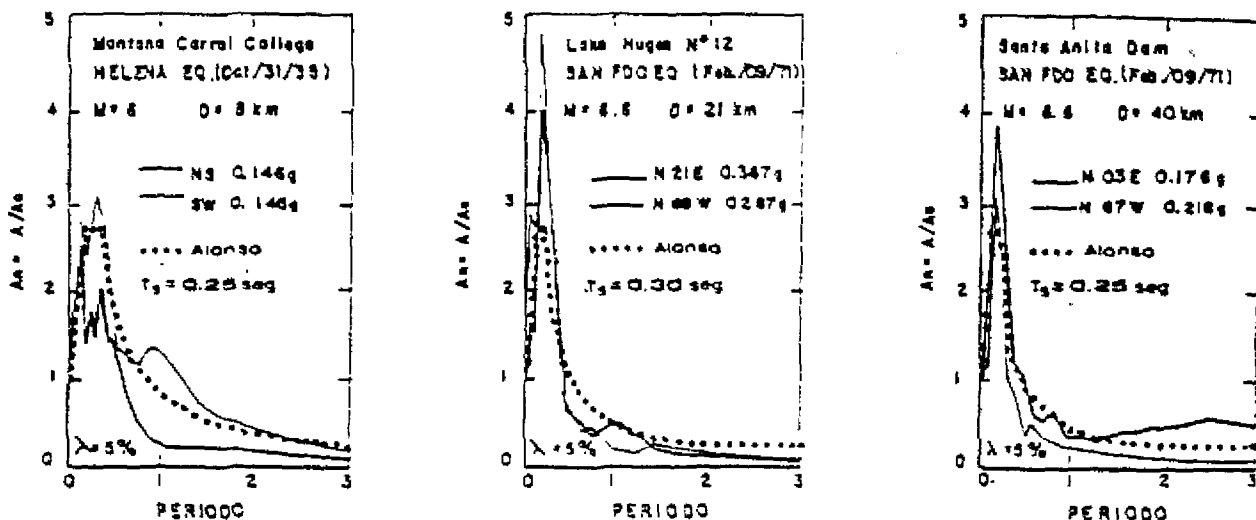
• FIG. 16 VARIATION OF THE PREDOMINANT PERIOD WITH DISTANCE TO FAULT AND SITE FUNDAMENTAL PERIODS SUGGESTED FOR STIFF SITES. (Alonso J.L., 1987)



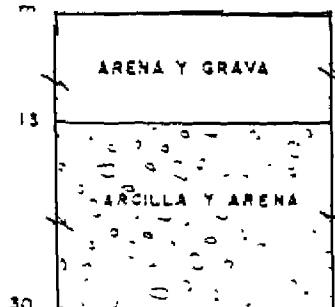
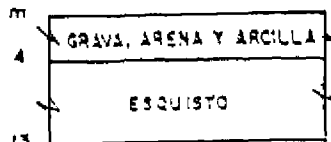
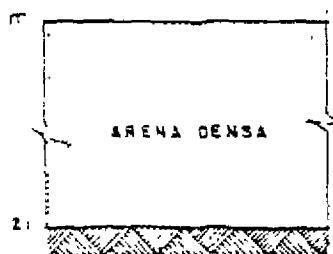
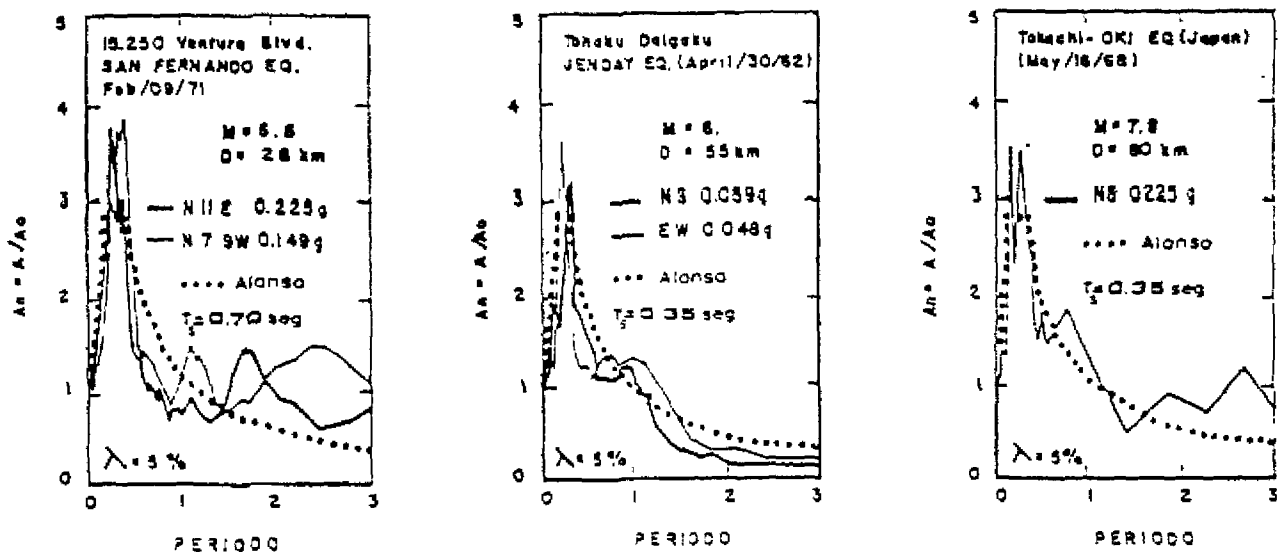
● FIG. 17 VARIATION OF THE PREDOMINANT PERIOD WITH DISTANCE TO FAULT AND SITE FUNDAMENTAL PERIODS SUGGESTED FOR DEEP CONESSIONLESS SITES. (Alonso J.L., 1.987)



• FIG. 18 VARIATION OF THE PREDOMINANT PERIOD WITH DISTANCE TO FAULT AND SITE FUNDAMENTAL PERIODS SUGGESTED FOR SOFT TO MEDIUM CLAY AND SAND SITES. (Alonso J.L., 1.987)



• FIG. 19 ESPECTROS DE ACELERACION NORMALIZADA GENERADOS MEDIANTE EL METODO PROPUESTO EN ROCA. COMPARACION CON REGISTROS REALES. (ALONSO J.L., 1967)



• FIG. 20 ESPECTROS DE ACELERACION NORMALIZADA GENERADOS MEDIANTE EL METODO PROPUESTO EN SUELOS RIGIDOS. COMPARACION CON REGISTROS REALES (ALONSO J.L., 1967)

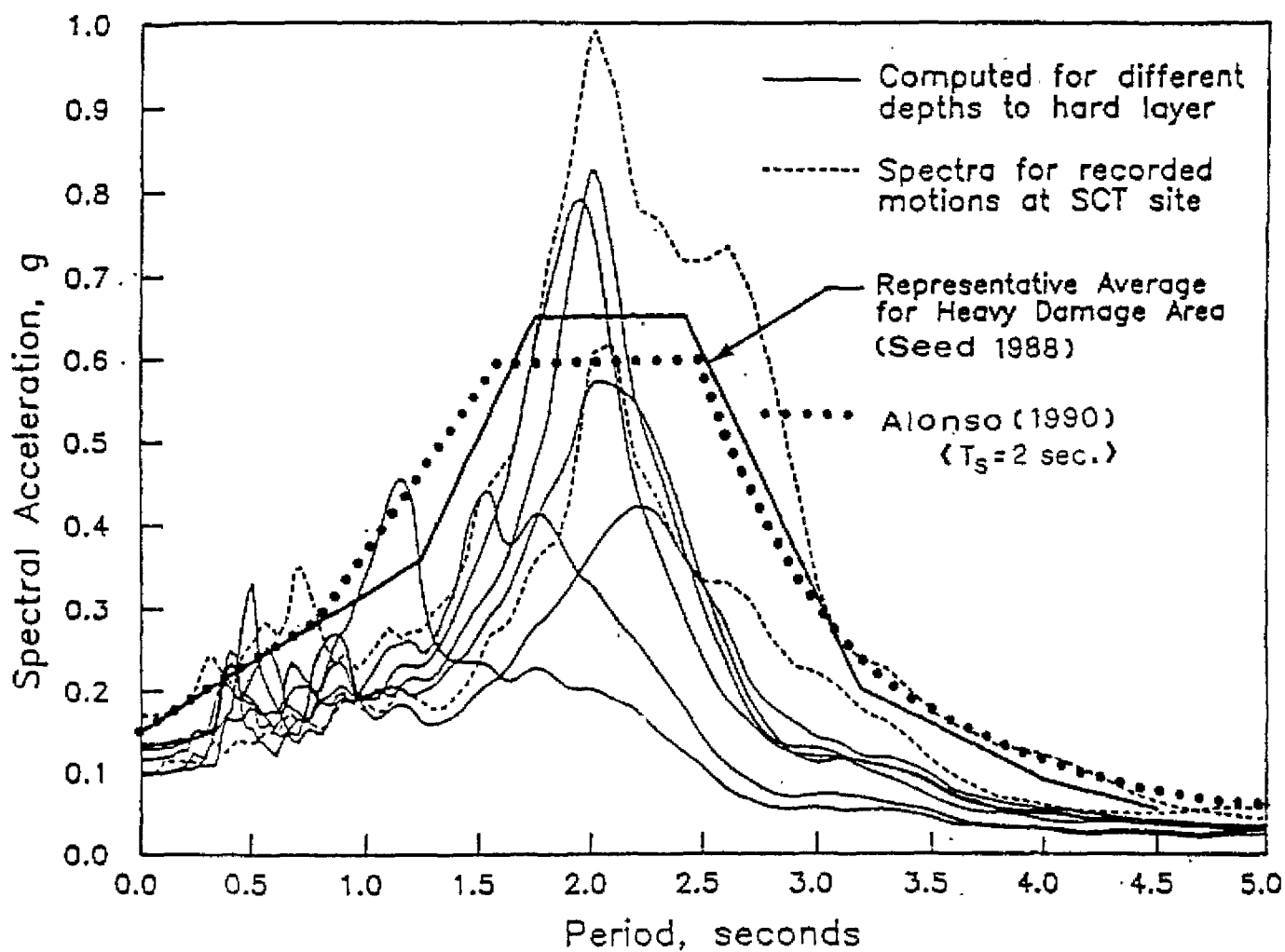
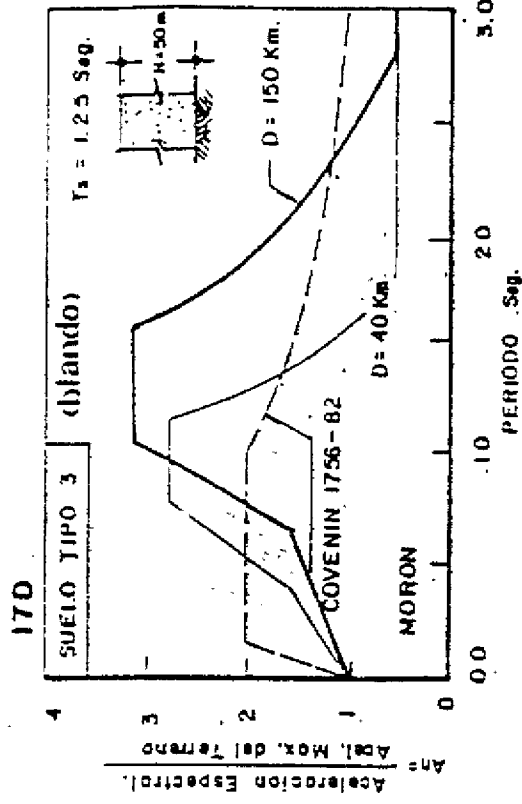
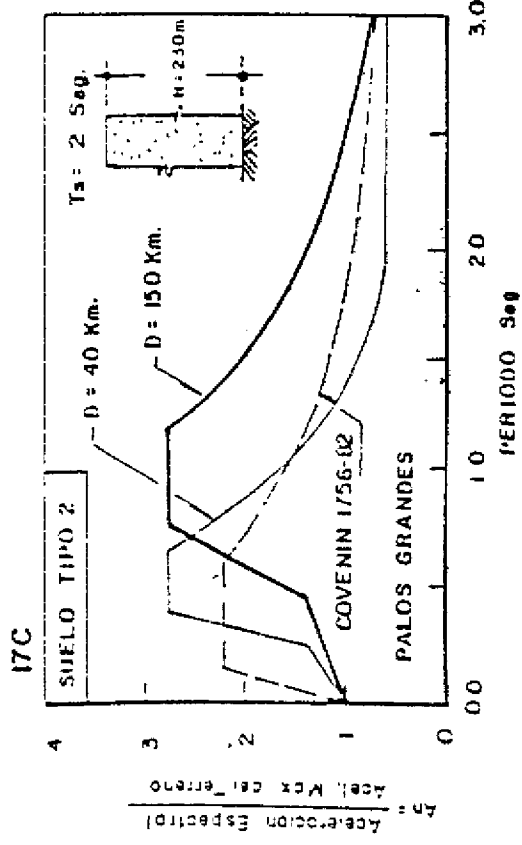
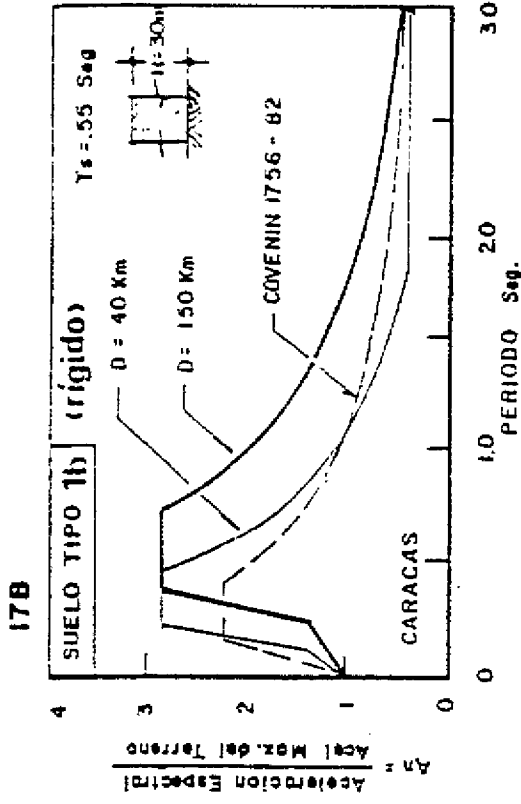
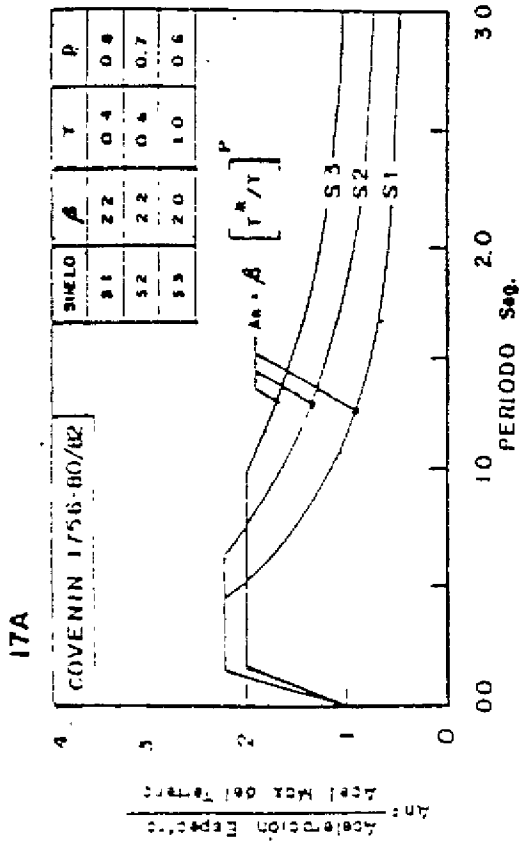


Fig. 21 Terremoto de México del 19 de Septiembre de 1985: Espectros de aceleración registrados en las zonas más afectadas (h25 a 45 mts.) Estudio comparativo según distintos autores (ref. 27).



• FIG. 22 INFLUENCIA DE LA DISTANCIA A LA FALLA EN LA FORMA DE LOS ESPECTROS NORMALIZADOS DE ACELERACION ANTICIPADOS SEGUN METODO PROPUESTO EN SUELOS TIPO 1, 2 Y 3. COMPARACION CON LOS ESPECTROS NORMATIVOS COVENIN 1756-80-82 - ($\lambda = 5\%$)

VISIS (ref.15).

- SUELO TIPO 1 : Roca (tipo 1a) y suelos rígidos (tipo 1b) con espesor aluvional no mayor de 50 metros. (Las Normas COVENIN agrupan en este tipo a ambos: los suelos rocosos y rígidos).
- SUELO TIPO 2 : Suelos formados por arenas y gravas medianamente densas a muy densas, y/o limos y arcillas de consistencia dura a muy dura, o bien una mezcla de ellos. Son depósitos de gran espesor.
- SUELO TIPO 3 : Suelos granulares poco densos y/o suelos cohesivos de baja o media consistencia, de espesores mayores de 10 metros.

En las primeras etapas de un proceso de microzonificación por ejemplo, la evaluación del período fundamental de un depósito de suelos por medio de esta técnica, puede ser particularmente útil en una ciudad, donde existe una red de acelerógrafos instalados y se produce un sismo. En efecto, conocidas las formas de los espectros de aceleración obtenidos a partir de los registros del movimientos del terreno (acelerogramas) en la superficie, pueden obtenerse el período fundamental de los depósitos directamente a partir de los gráficos 14 al 18 si el tipo de suelo y la distancia epicentral en la estación del registro son conocidos. De esta forma podrían detectarse depósitos aluvionales rígidos o profundos en áreas determinadas, digamos de una ciudad, sin necesidad de llevar a cabo perforaciones profundas o costosos estudios geofísicos del terreno.