

REFERENCIAS

- Abramowitz, M. y Stegun, I. (1965), Handbook of Mathematical Functions, National Bureau of Standards, Applied Mathematics Series 55.
- Aki, K. (1967), "Scaling law of seismic spectrum", J. Geophys. Res., 72, 1217-1231.
- Aki, K. and Richards, P.G. (1980), Quantitative Seismology, W.H. Freeman and Co., San Francisco.
- Anderson, J.G., Bodin, P., Brune J.N., Singh, S.K. Quaas, R., and Oñate, M. (1986), "Strong ground motion from the Michoacan, Mexico, Earthquake", Science, 233, 1043-1049.
- Anderson, J.G., Quaas, R., Almora, D., Velasco, J.M., Guevara, E., de Pavia, L.E., Gutiérrez, A. y Vázquez, R. (1987a) "Guerrero, Mexico accelerograph array: Summary of data collected in the year 1985", Reporte conjunto del Instituto de Ingeniería, UNAM y el Institute of Geophysics and Planetary Physics, UC-San Diego, G M-2.
- Anderson, J.G., Quaas, R., Almora, D., Velasco, J.M., Guevara, E., de Pavia, L.E., Gutiérrez, A. y Vázquez, R. (1987b) "Guerrero, Mexico accelerograph array: Summary of data collected in the year 1985", Reporte conjunto del Instituto de Ingeniería, UNAM y el Institute of Geophysics and Planetary Physics, UC-San Diego, GAA-3.
- Anderson, J.G., Singh, S.K., Espindola, J.M., and Yamamoto, J. (1989), "Seismic strain release in the Mexican subduction thrust", Phys. Earth Planet. Interiors. 58, 307-332.
- Arias, A. (1969), "A measure of earthquake intensity", en Seismic design for nuclear power plants, R. Hansen, editor, MIT, Press, Cambridge, Massachusetts.
- Astiz, L. and Kanamori, H. (1984), "An earthquake doublet in Ometepe, Guerrero, Mexico", Bull. Seism. Soc. Am., 77, 1326-1346.
- Astiz, L., Kanamori, H., and Eissler, H. (1987), Source characteristics of earthquakes in the Michoacan seismic gap in Mexico", Bull. Seism. Soc. Am., 77, 1326-1346.
- Boore, D.M. (1983), "Stochastic simulation of high-frequency ground motions based on seismological models of the radiated spectra", Bull. Seism. Soc. Am., 73, 1865-1894.
- Boore, D.M. (1986), "The effect of finite bandwidth on seismic scaling relationships", en Earthquake Source Mechanics, Geophysical monograph 37 (Maurice Ewing Series 6), American Geophysical Union, pp 275-283.
- Boore, D.M. y Joyner, W.B. (1984), "A note on the use of random vibration theory to predict peak amplitude of transient signals", Bull. Seism. Soc. Am., 74, 2035-2039.
- Brune, J.N. (1970), "Tectonic stresses and spectra of seismic waves from earthquakes", J. Geophys. Res., 75, 4997-5009.
- Bufaliza, M. (1984), "Atenuación de intensidades sísmicas con la distancia en sismos mexicanos", tesis de maestría, Facultad de Ingeniería, UNAM.
- Campillo, M., Bard, P.-Y., Nocollin, F. and Sánchez-Sesma, F. (1988), "The incident wave-field in Mexico City during the great Michoacan earthquake and its interaction with the deep basin, Earthquake Spectra, 4, 591-608.

Campillo, M., Gariel, J.C., Aki, K., and Sánchez-Sesma, F.J. (1989), "Destructive strong ground motion in Mexico City: Source, path and site effects during the great 1985 Michoacan earthquake", *Bull. Seism. Soc. Am.*, 79, 1718-1735.

Cartwright, D.E. y Longuet-Higgins, M.S (1956), "The statistical distribution of the maxima of a random function", *Proc. Roy. Soc. London, Ser. A*287, 212-223.

Castro, R., Singh, S.K., and Mena, E. (1988), "An empirical model to predict Fourier amplitude spectra of horizontal ground motion", *Earthquake Spectra*, 4, 675-686.

Cornell, C.A. y Winterstein, S.R. (1988), "Temporal and magnitude dependence in earthquake recurrence models", *Bull. Seism. Soc. Am.*, 78, 1522-1537.

Esteva, L. (1970), "Regionalización sísmica de México para fines de ingeniería", *Serie Azul de Instituto de Ingeniería*, 246.

Esteva, L y Villaverde, R. (1974), "Seismic risk, design spectra and structural reliability", *Memorias V Congreso Mundial de Ingeniería Sísmica*, Roma, Italia, 2586-2597.

García, V., Hernández, R., Márquez, I. Molina, A., Pérez, J. M., Rojas, T., y Sacristán, C. (1988), "Cronología de los sismos en la cuenca del valle de México", en *Estudios sobre sismicidad en el valle de México*, Secretaría General de Obras, Departamento del Distrito Federal, 409-500.

Grigoriu, M., Ruiz, S.E. y Rosenblueth, E. (1988), "Nonstationary models of seismic ground acceleration", *Earthquake Spectra*, 4, 551-568.

Hong, H.P. y Rosenblueth, E. (1988), "Model for generation of subduction earthquakes", *Earthquake Spectra*, 4, 481-498.

Houston, H. y Kanamori, H. (1986), "Source characteristics of the 1985 Michoacan, Mexico earthquake at short periods", *Geophys. Res. Lett.*, 13, 597-600.

Jara, J.M. y Rosenblueth, E. (1988), "Probabiility distribution of times between characteristic subduction earthquakes", *Earthquake Spectra*, 4, 499-529.

Joyner, W.B. y Boore, D.M. (1981), "Peak horizontal acceleration and velocity from strong-motion records including records from the 1979 Imperial Valley, California, earthquake", *Bull. Seism. Soc. Am.*, 71, 2011-2038.

Kelleher, J., Sykes, L., and Oliver, J. (1973), "Possible criteria for predicting earthquake locations and their applications to major plate boundaries of the Pacific and the Caribbean", *J. Geophys. Res.*, 78, 2547-2585.

McGuire, R.K. (1978), "A simple model for estimating Fourier amplitude spectra of horizontal ground accelerations", *Bull. Seism. Soc. Am.*, 68, 803-822.

Mendoza C. and Hartzell, S. (1988), "Inversion for slip distribution using GDSN P-waves: North Palm Springs, Borah Peak and Michoacan earthquakes", *Bull. Seis. Soc. Am.*, 78, 1092-1111.

Mooser, F (1987), "Riesgo sísmico en la cuenca de México", VII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica, conferencia invitada, Querétaro, México.

Nishenko, S.P. and Singh, S.K. (1987a), "The Acapulco-Ometepec, Mexico earthquakes of 1907-1982: Evidence for a variable recurrence history". *Bull. Seism. Soc. Am.*, 77, 1359-1367.

Nishenko, S.P. and Singh, S.K. (1987 b) "Conditional probabilities for the recurrence of large and great interplate earthquakes along the Mexican subduction zone", *Bull. Seism. Soc. Am.*, 77, 2095-2114.

Ordaz, M. y Reinoso, E. (1987), "Uso de teoría de vibraciones aleatorias en la determinación de los espectros de diseño del Reglamento para las Construcciones del Distrito Federal", *Memorias VII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*, Querétaro, México, A155-A167.

Ordaz, M. y Rosenblueth, E. (1989), "Earthquake magnitude exceedance rate and self-similarity", *Earthquake Eng. Struct. Dyn.*, 18, 1017-1023.

Ordaz, M., Singh, S.K., Reinoso, E., Lermo, J., Espinoza, J.M., and Dominguez T. (1988), "Estimation of response spectra in the lake bed zone of the Valley of Mexico", *Earthquake Spectra*, 4, 815-834

Ordaz, M, E Reinoso, S K Singh, E Vera y J M Jara (1989), "Espectros de respuesta en diversos sitios del valle de México ante temblores postulados en la brecha de Guerrero", *Memorias del VIII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica y VII Congreso Nacional de Ingeniería Estructural*, Acapulco, México, nov, A187-A198

Ordaz, M., Jara, J.M., y Singh, S.K. (1989), "Riesgo sísmico y espectros de diseño para el estado de Guerrero", *reporte del Instituto de Ingeniería, UNAM y el Centro de Investigación Sísmica, A.C. al gobierno del Estado de Guerrero*.

Ponce, L., Granados, L., Comte, D. y Pardo, M. (1990), "Seismicity and Q-coda temporal variation in the Guerrero, Mexico seismic gap: evidence for a soon-to-break gap?", *Seism. Res. Lett.*, 61, 43. (Resumen).

Quaas, R., Anderson, J.G. y Almora, D. (1987), "La red acelerográfica de Guerrero para registro de temblores fuertes", *Memorias VII Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*, Querétaro, México, B40-B53.

Reinoso, E., Ordaz, M. y Sánchez-Sesma, F.J. (1989), "A note on the fast computation of seismic response spectra estimates", *aceptado para su publicación en Earthquake Engineering and Structural Dynamics*.

Rice, S.O. (1954), "Mathematical analysis of random noise", en *Selected Papers on Noise and Stochastic Processes*, N. Wax, editor, Dover Publications Inc., Nueva York.

Rojas, T., García, V. y Pérez, J.M. (1988), *Cronología de los sismos en la cuenca de México: 1821-1911*, CIESAS/FUNDACION JAVIER BARROS SIERRA/DDF/ONU.

Rosenblueth, E., Ordaz, M., Sánchez-Sesma, F.J. y Singh, S.K. (1989), "Design spectra for Mexico's Federal District", *Earthquake Spectra*, S, 273-291.

Sánchez-Sesma, F.J. (1985), "Análisis de riesgo sísmico en Laguna Verde, Ver. Parte I. Determinación de espectros de respuesta específicos", *reporte a la Comisión Federal de Electricidad, Instituto de Ingeniería, UNAM*.

Singh, S.K., Bazán, E. y Esteva, L. (1980), "Expected earthquake magnitude at a fault", *Pull. Seism. Soc. Am.*, 70. 903-914.

Singh, S.K., Astiz, L., and Havskov, J. (1981), "Seismic gaps and recurrence period of large earthquake along the Mexican subduction zone: a reexamination", *Bull. Seism. Soc. Am.*, 71, 827-843.

Singh, S.K., Espindola, J.M., Yamamoto, J., and Havskov, J. (1982a), "Seismic potential of Acapulco-San Marcos region along the Mexican subduction zone", *Geophys. Res. Lett.*, 9, 633-636.

Singh, S.K., Apsel, R., Fried, J. y Brune, J.N. (1982b), "Spectral attenuation of SH waves along the Imperial

fault", Bull. Seism. Soc. Am., 72, 2003-2016.

Singh, S.K., Rodriguez, M., and Esteva, L. (1983), "Statistics of small earthquakes and frequency of occurrence of large earthquakes along the Mexican subduction zone", Bull. Seism. Soc. Am., 73, 1779-1796.

Singh, S.K., Rodriguez, M. and Espíndola, J.M. (1984a), "A catalog of shallow earthquakes of Mexico from 1900 to 1981", Bull. Seism. Soc. Am., 74, 267-279.

Singh, S.K., Dominguez, T., Castro, R., and Rodriguez, M. (1984b), "P waveforms of large shallow earthquakes along the Mexican subduction zone", Bull. Seism. Soc. Am., 74, 2135-2156.

Singh, S.K., Ponce, L., and Nishenko, S.P. (1985a), "The great Jalisco, Mexico Earthquake of 1932: Subduction of the Rivera Plate", Bull. Seism. Soc. Am., 75, 1301-1313

Singh, S.K., Suárez, G., and Domínguez, T. (1985b), "The Oaxaca, Mexico earthquake of 1931: Lithospheric normal faulting in the subducted Cocos plate", Nature, 317, 56-58.

Singh, S.K., Mena, E., Castro, R. y Carmona, C. (1987), "Empirical prediction of ground motion in Mexico City from coastal earthquakes", Bull. Seism. Soc. Am., 77, 1862-1867.

Singh, S.K., and Suárez, G. (1988), "Regional variations in the number of aftershocks ($m_b \geq 5.0$) of large subduction zone earthquakes ($M_w \geq 7.0$)", Bull. Seism. Soc. Am., 78, 230-242.

Singh, S.K., Lermo, J., Domínguez, T., Ordaz, M., Espinoza, J.M., Mena, E., and Quaas, R. (1988a), "A study of amplification of seismic waves in the Valley of Mexico with respect to a hill zone site (C U)", Earthquake Spectra, 4, 653-673.

Singh, S.K., Mena, E., and Castro, R. (1988b), "Some aspects of the source characteristics and the ground motion amplifications in and near Mexico City from the acceleration data of the September, 1985, Michoacan, Mexico earthquakes", Bull. Seism. Soc. Am., 78, 451-477.

Singh, S.K., Ordaz, M., Anderson, J.G., Rodríguez, M., Quaas, R., Mena, E., Ottaviani, M., and Almora, D. (1989), "Analysis of near-source strong motion recordings along the Mexican subduction zone", Bull. Seism. Soc. Am., 79, 1697-1717.

Singh, S.K., Mena, E., Anderson, J.G., Quaas, R., and Lermo, J. (1990a), "Source spectra and RMS acceleration of Mexican Subduction zone earthquakes", Pure & Applied Geophys., en prensa.

Singh, S.K., Mori, A., Mena, E., Kruger, F. y Kind, R. (1990b), Evidence for anomalous body-wave radiation between 0.3 and 0.7 Hz from the 1985 september 19 Michoacan, Mexico earthquake", Geophys. J. Int., 101, 37-48.

Singh, S. K. y Mortera, F. (1990), "Source-time functions of large Mexican subduction earthquakes, morphology of the Benioff zone, and the extent of the Guerrero gap", J. Geophys. Res., sometido.

Suárez, G., Monfret, T., Wittlinger, G. y David, C. (1990), "Geometry of subduction and depth of the seismogenic zone in the Guerrero gap",

UNAM Seismology Group (1986), "The September 1985 earthquakes: Aftershocks distribution and history of rupture", Geophys. Lett., 13, 573-576.

Yomogida, K. (1987), "Dynamic rupture processes inferred near-field observations", EOS, Trans. Am. Geophys. Union, 1354.

Región	Localización aprox.		Año del evento	Periodo promedio (años)
	Lat (°N)	Long (°O)		
E. Oaxaca	16.2	95.8	1897(7.4); 1928(7.5); 1965(7.8)	34
C. Oaxaca	16.0	96.8	1870(7.9); 1928(7.8); 1978(7.8)	54
O. Oaxaca	16.6	97.7	{1854(7.7)}; {1894(7.4)}; 1928(7.6); 1968(7.4)	38
Ometepec	16.5	98.5	1950(7.1); 1982(6.9, 7.0)	32
San Marcos	16.7	99.2	{1845(8.1)}; 1907(7.7); 1957(7.5)	56
Petatlán	17.3	101.4	1943(7.5); 1979(7.6)	36
Nichoacán	18.1	102.5	1911(7.7); 1985(8.1)	74
Colima	18.4	103.2	1941(7.7); 1973(7.5)	32

Tabla 2.1 :Periodos de recurrencia observados en grandes temblores superficiales a lo largo de la zona de subducción de México. Los datos entre corchetes son menos confiables.

Evento Origen	Tiempo de origen	Localización	Profundidad*	$M_0 \times 10^{27}$ dina-cm	LW, km ²	u, cm	$\Delta\sigma^+$, bares
19 Sept 1985 ($M_s=8.1$)	13:17:49.05	18.141°N, 102.700°O	16 km	12.0	170 x 50	284	25
21 Sept 1985 ($M_s=7.6$)	01:37:11.75	17.618°N, 101.815°O	20 km	3.8	66 x 33	384	45

* Profundidad restringida a partir de modelado sintético de ondas P

+ Fórmula usada $\Delta\sigma = \frac{8M_0}{3rLW}$

Tabla 2.2 : Parámetros de fuentes de los temblores del 19 y 21 de septiembre de 1985.

M_0 = momento sísmico, u = desplazamiento promedio sobre la falla,
 $\Delta\sigma^0$ = caída de esfuerzo, L = longitud de la falla y W = ancho de la falla.

T	A	C	B	σ
2.5	0.267	-2.421	5.249	0.220
2.3	0.230	-2.289	5.168	0.224
2.1	0.324	-2.087	3.999	0.214
2.0	0.334	-1.810	3.270	0.186
1.9	0.309	-2.273	4.667	0.189
1.8	0.310	-2.456	5.164	0.195
1.7	0.323	-2.765	5.840	0.209
1.6	0.385	-2.701	5.154	0.200
1.5	0.400	-2.936	5.556	0.189
1.4	0.388	-3.053	5.856	0.189
1.3	0.372	-3.421	6.859	0.172
1.2	0.375	-3.346	6.603	0.141
1.1	0.360	-2.740	5.169	0.130
1.0	0.364	-2.458	4.439	0.119
0.8	0.416	-3.326	6.155	0.137
0.6	0.304	-3.109	6.211	0.142
0.4	0.312	-3.220	6.221	0.123
0.2	0.203	-2.459	4.994	0.103

Tabla 3.1 Coeficientes A, C, B y desviación estándar de $\log FS(T)$ (ec 3.3)

	Acanbay	Local	Normal
M_v	7.0	4.7	6.5
R (km)	80.0	11.0	80.0
M_0 (ergs)	3.5×10^{26}	1.4×10^{23}	7.0×10^{25}
f_c (hz)	0.103	0.800	0.222
$\Delta\sigma$ (bar)	100.0	50.0	200.0
ρ (gr/cm ³)	3.1	2.5	3.1
V_s (km/s)	3.2	2.3	3.2
T_s (s)	30.0	7.0	30.0

En todos los casos, $Q = 200 f^{0.8}$, y factor de sitio $F_s \approx 4.2$.

Tabla 3.2 Parámetros de los espectros de amplitudes de Fourier de los temblores seleccionados (según Rosenblueth *et al*, 1988)

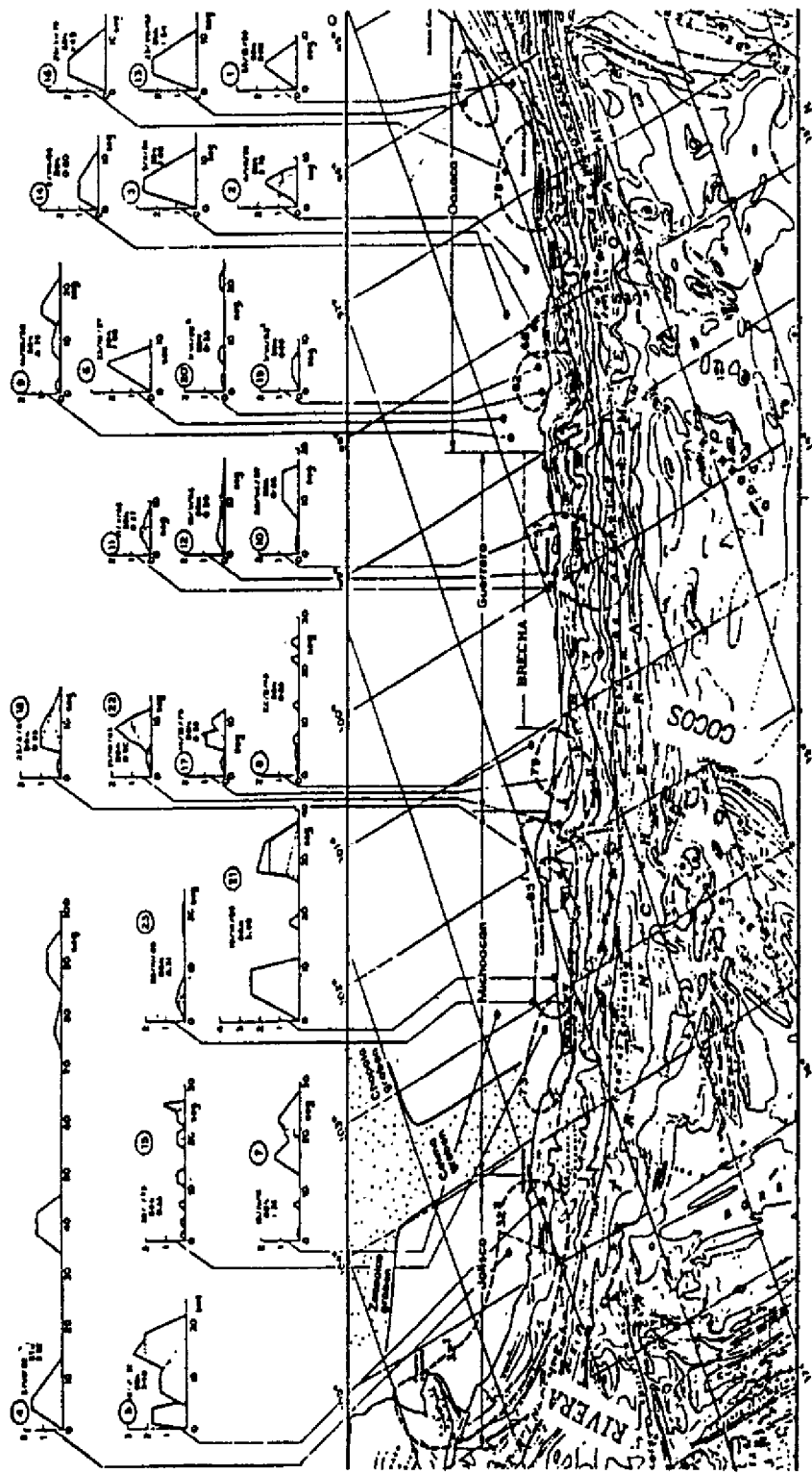


Fig 2.1. El mapa de México y la batimetría. Las áreas de ruptura de algunos temblores están marcadas con las líneas discontinuas. Los círculos negros indican epicentros de los grandes temblores mexicanos entre 1928 y 1986. En la parte superior se incluyen las funciones de tiempo de estos temblores, donde las ordenadas representan $\ddot{M}_0(t)$ ($\times 10^{26}$ dina-cm⁶/seg).

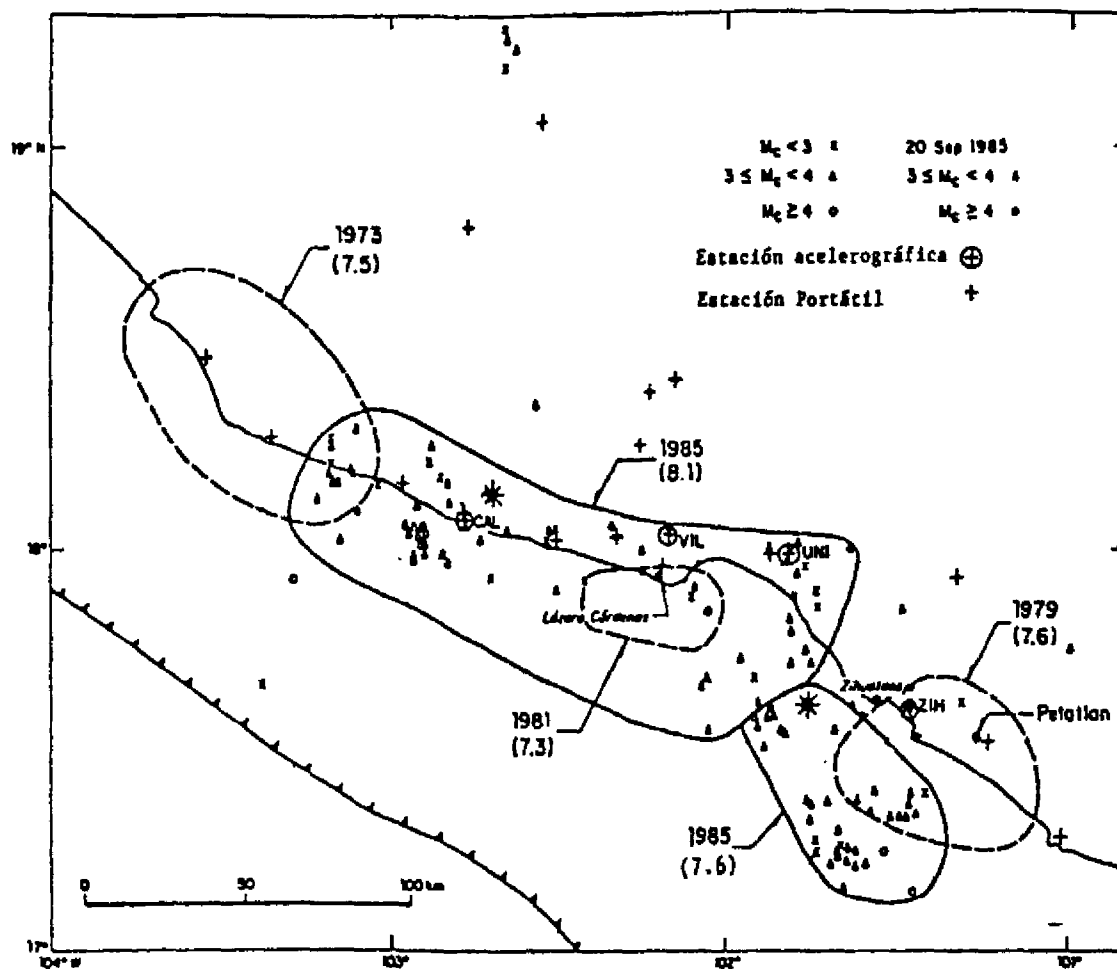


Fig. 2.2. Localización de las réplicas de los temblores de septiembre de 1985. Se indican las áreas de ruptura de los sismos del 19 y 21 de septiembre, basadas en las primeras.

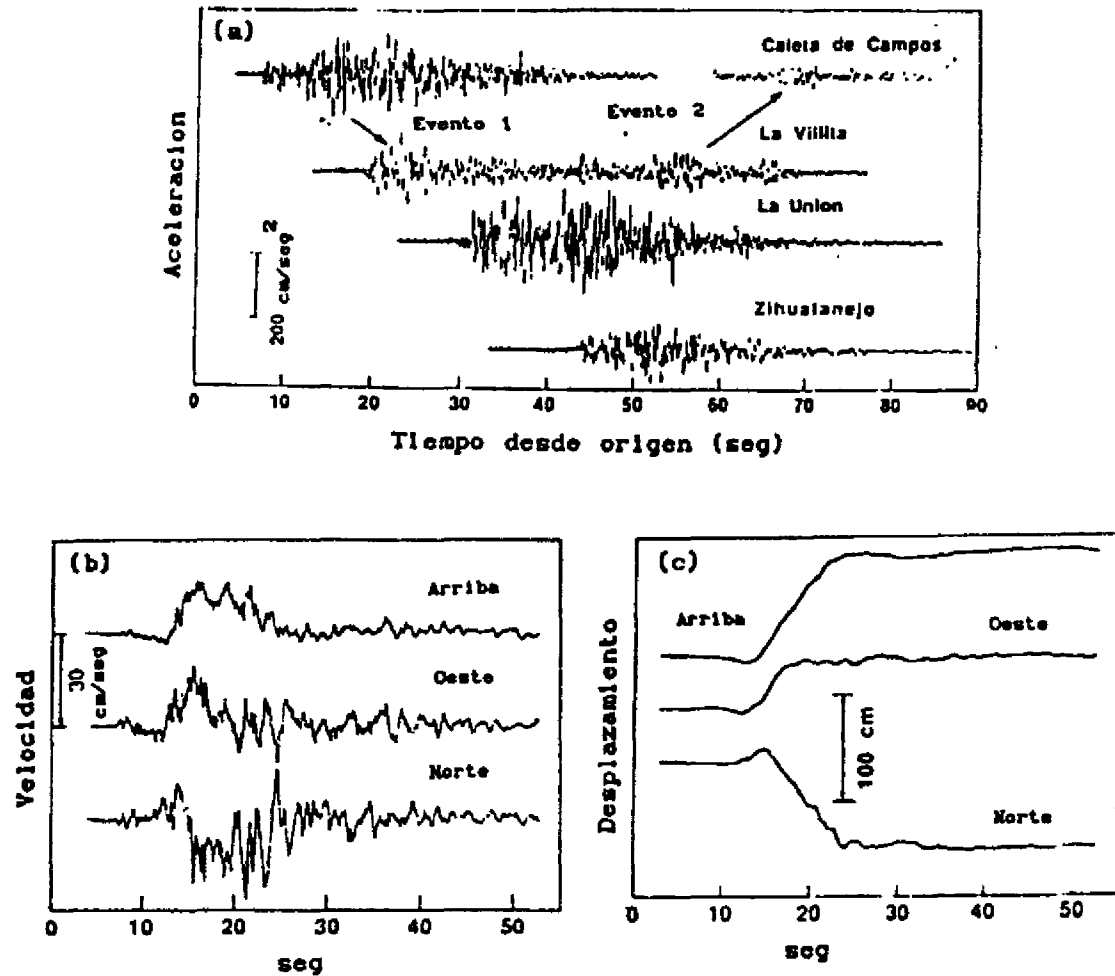


Fig. 2.3 (a) Registros de las aceleraciones (componentes NS) del temblor del 19 de septiembre, de 1985 en la zona epicentral. Se pueden ver 2 eventos principales en las estaciones de Caleta de Campos (CALE) y la Villita (b) Velocidad del terreno en CALE. Nótese las oscilaciones con un periodo de 0.4 seg. (c) Desplazamiento del terreno en CALE.

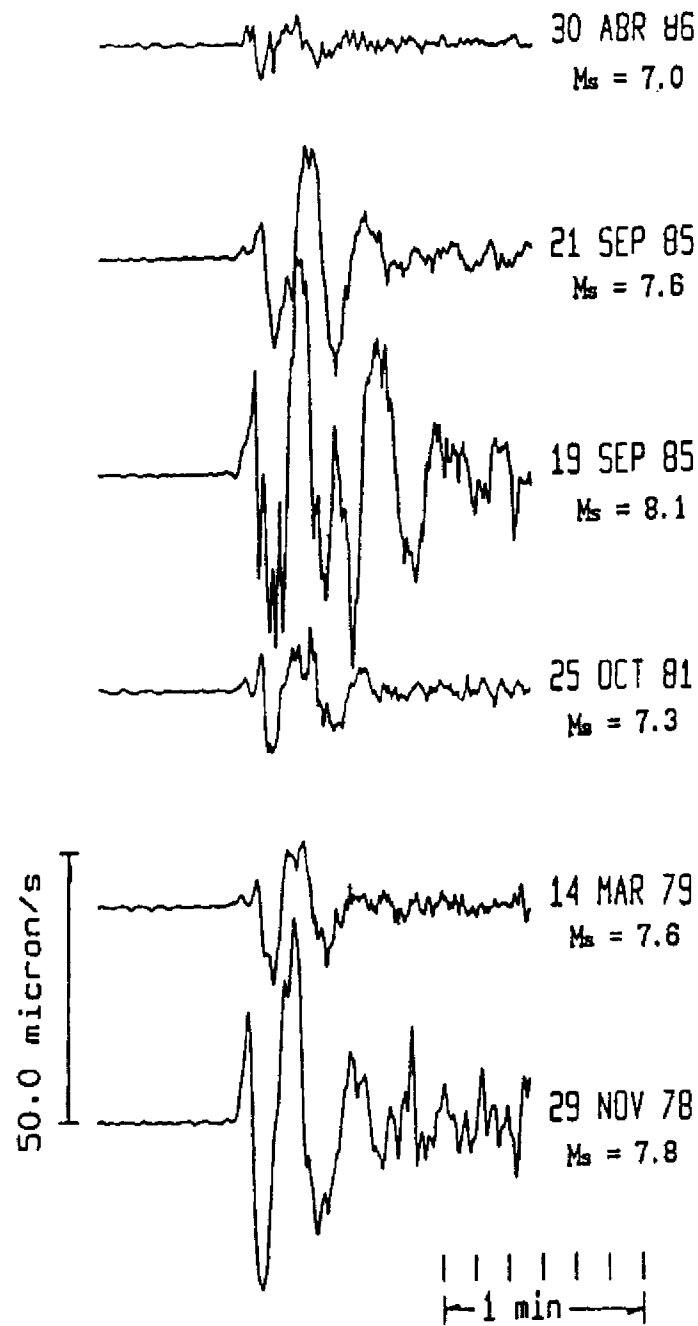


Fig 2.4. Sismogramas de onda P de grandes temblores mexicanos recientes, registrados en un sismógrafo de banda ancha (componente vertical), localizado en Gräfenberg, Alemania Occidental (distancia $\approx 10,000$ km). Nótese las oscilaciones con un periodo de 0.4 seg en la traza del temblor del 19 de septiembre de 1985 después de 7 seg del inicio.

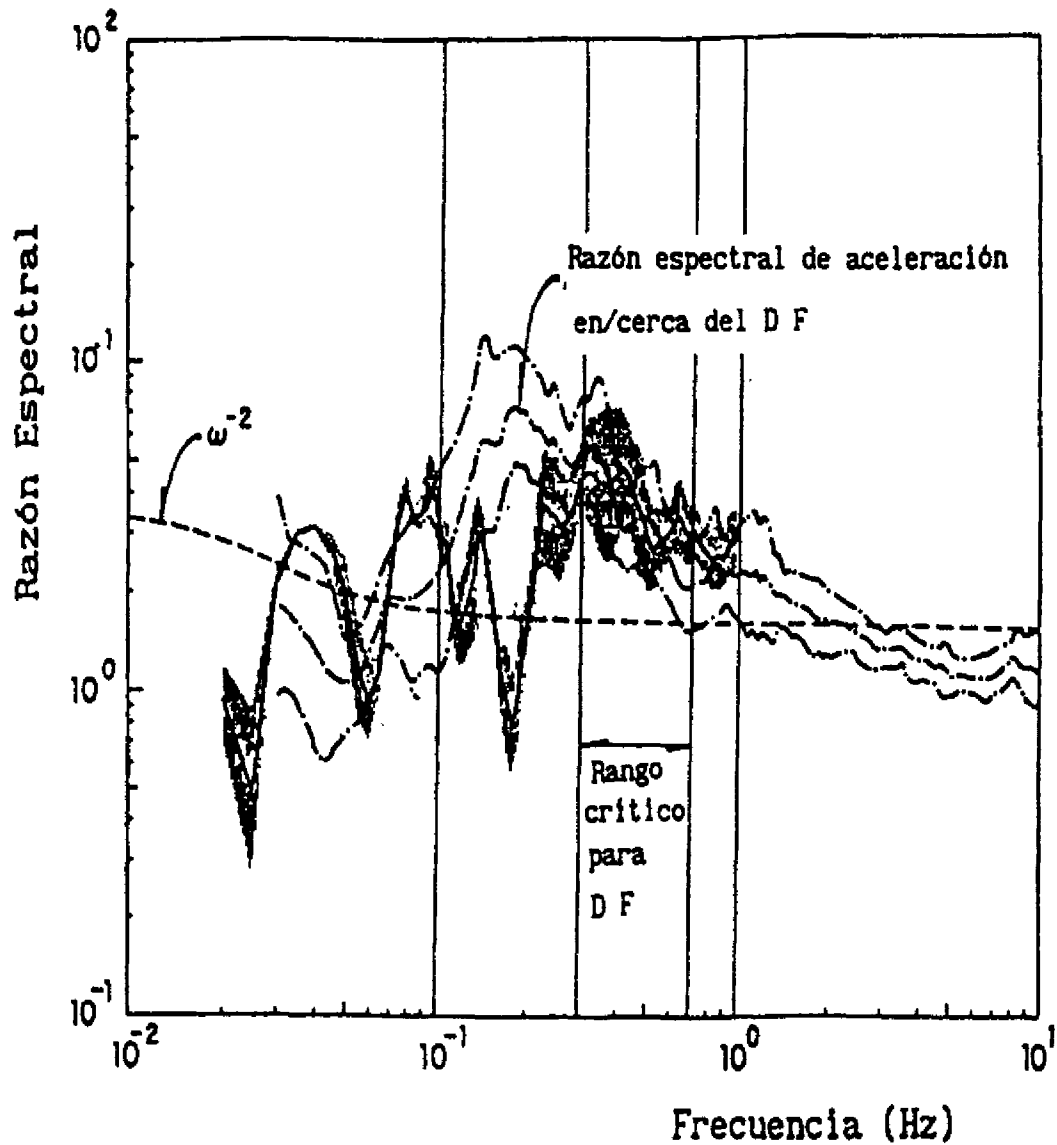


Fig 2.5 Razón espectral entre los temblores del 19 y 21 de septiembre de 1985. Línea continua: ondas P telesísmicas (cuadrante noreste). Línea discontinua: aceleraciones en y cerca del D.F.. Nótese que las razones observadas son 2 a 3 veces mayores que la predicha por un modelo de la fuente de ω^{-2} .

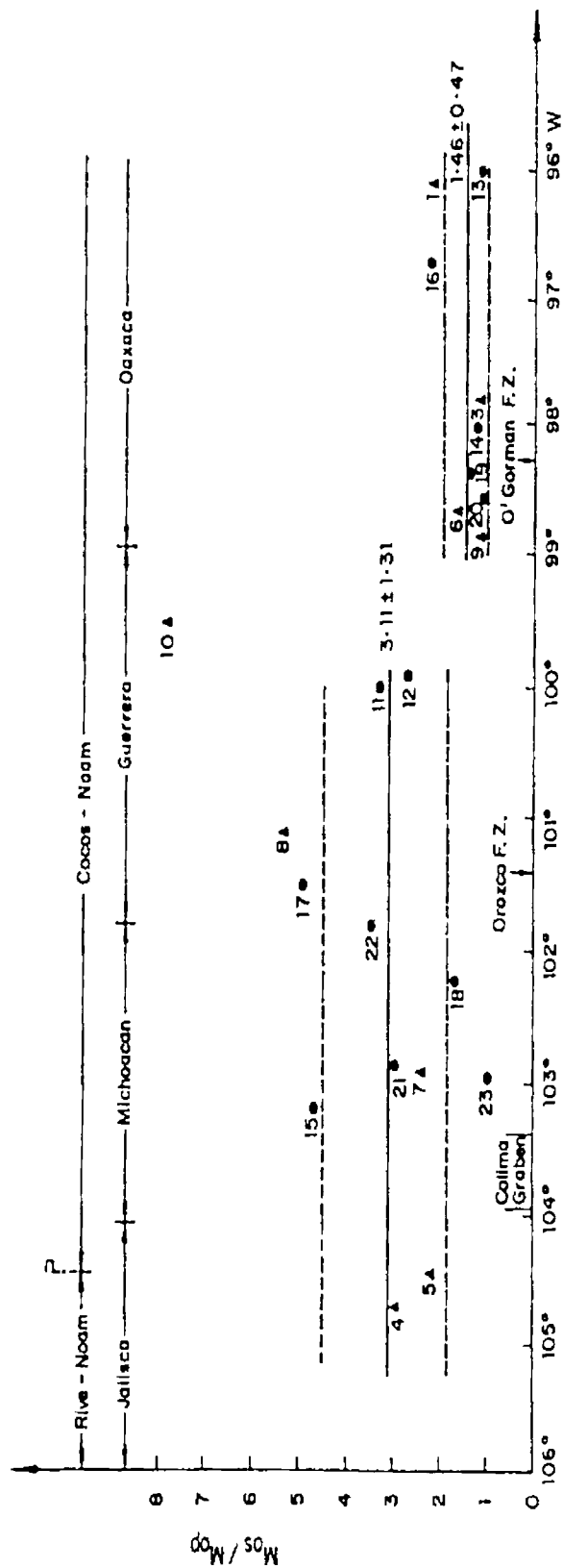


Fig 2.6. M_{os}/M_{op} como función de la longitud geográfica de los epicentros.
 M_{os} = momento sísmico a partir de ondas superficiales, M_{op} = momento sísmico a partir de las ondas P. Nótese el cambio a los 99 W. El número 10 corresponde al temblor de 1957.

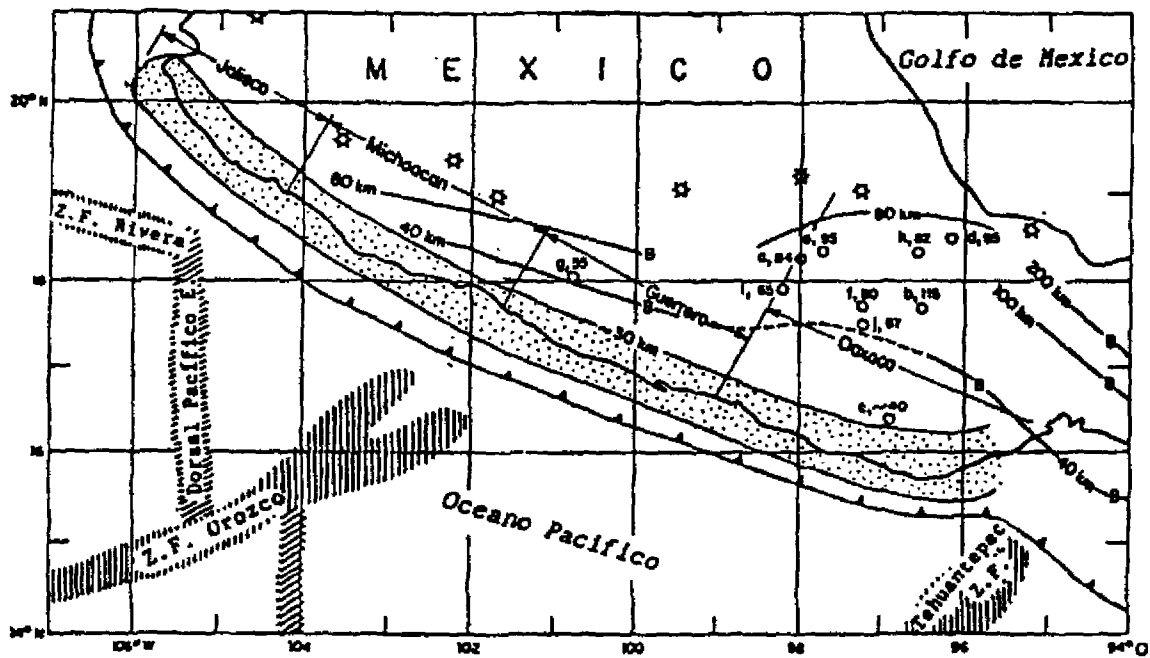


Fig. 2.7. Contornos de las profundidades de la zona de Benioff abajo de México. Notese un cambio en el contorno de 80 Km a los 99° W.

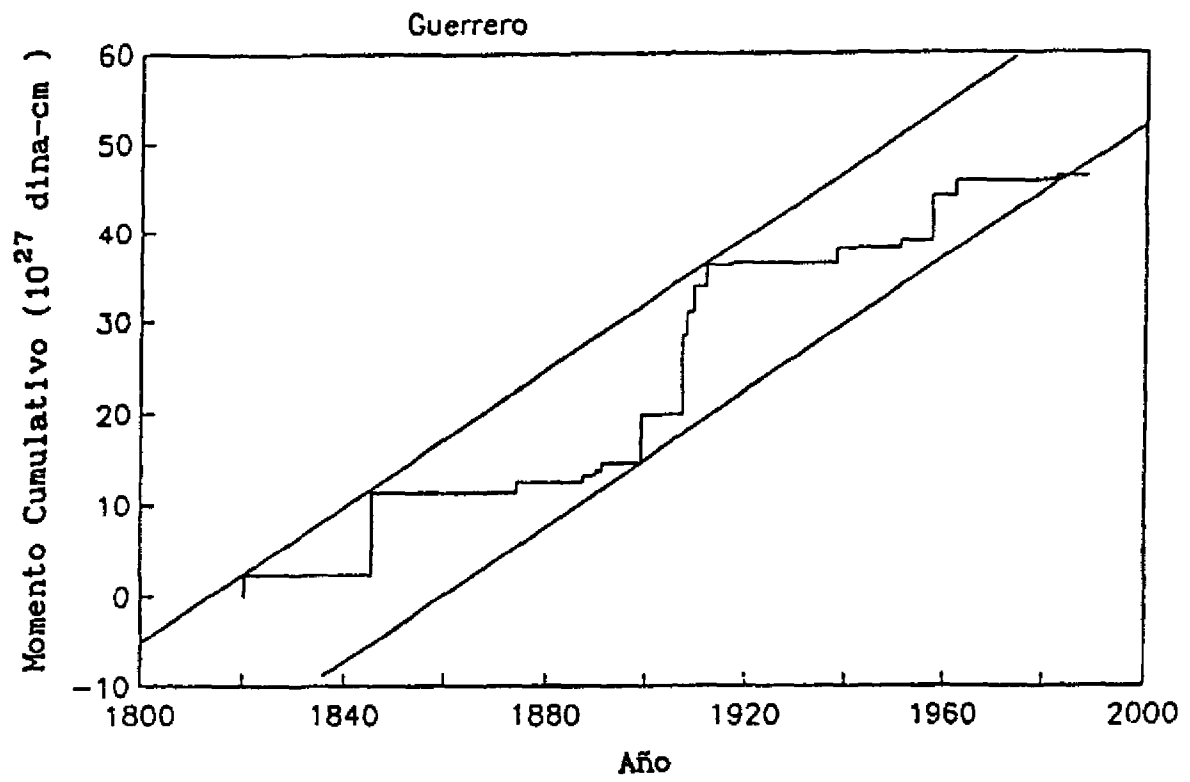


Fig. 2.8. Momento acumulativo como función del tiempo en la brecha sísmica de Guerrero.

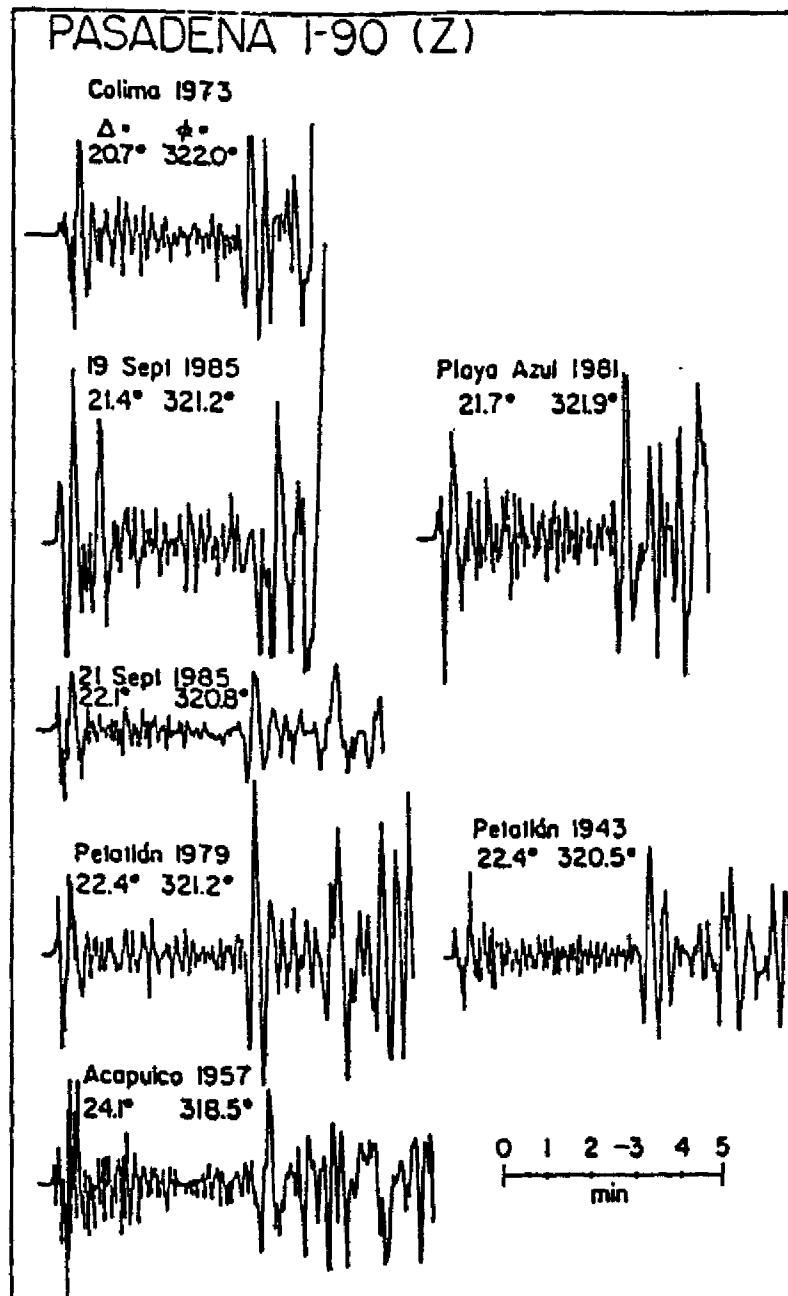


Fig 2.9. Sismogramas de temblores mexicanos registrados por un sismógrafo de banda ancha en Pasadena, Cal. Nótese el contenido de altas frecuencias en la onda P del temblor de 1957.

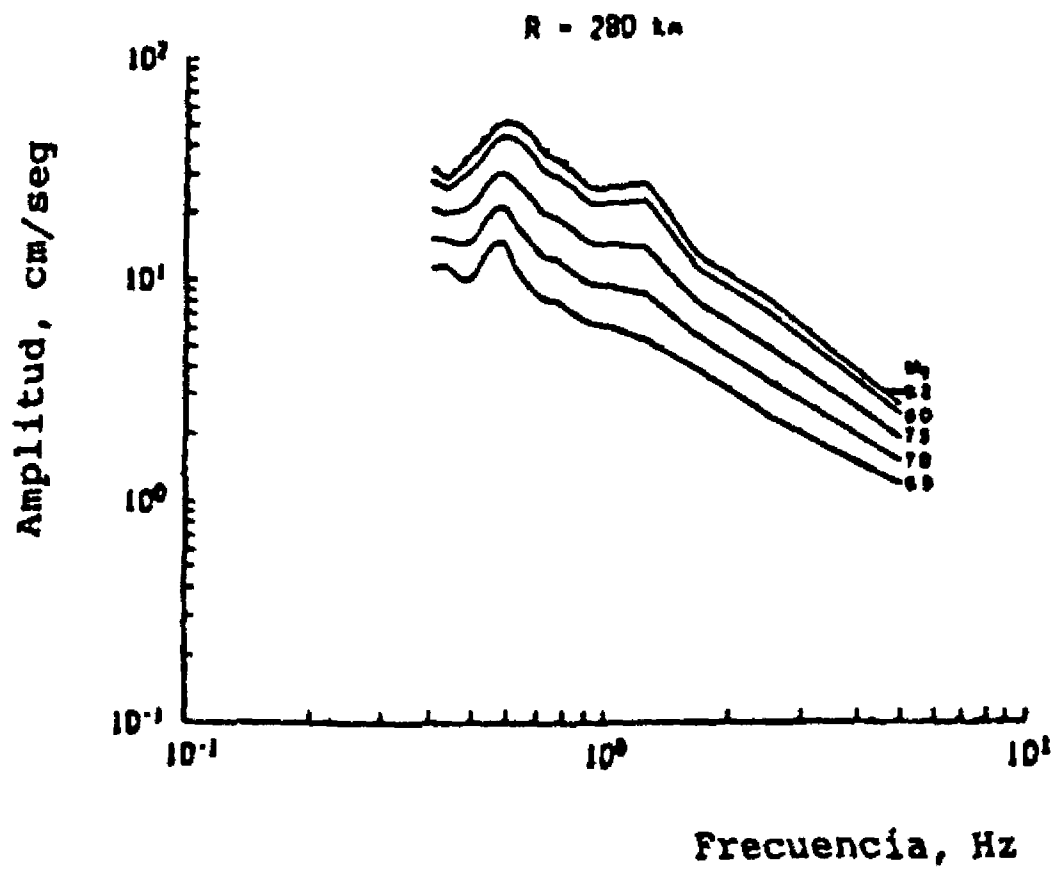


Fig. 3.1 Espectros de amplitudes de Fourier obtenidos por regresión, para diversas magnitudes y distancia a la falla de 280 Km (según Castro *et al*, 1988)

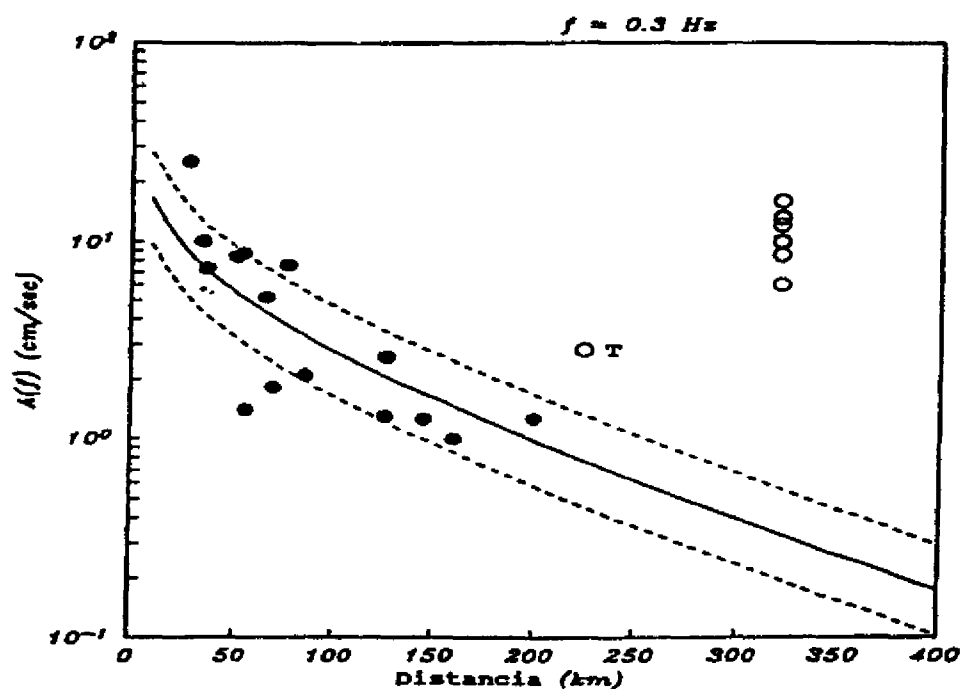


Fig. 3.2a Amplitudes del espectro de Fourier (promedio de los componentes horizontales) como función de la distancia, para el temblor del 25 de abril de 1989 (Ms 6.9), para una frecuencia de 0.3 Hz. Los círculos llenos señalan estaciones fuera del valle de México, a excepción de la marcada T, que se refiere a la estación Teacalco. Los círculos abiertos señalan estaciones de terreno firme del valle de México. La línea continua muestra el ajuste de mínimos cuadrados sin incluir Teacalco ni las estaciones del valle. Las líneas discontinuas corresponden a más y menos el error estándar del ajuste.

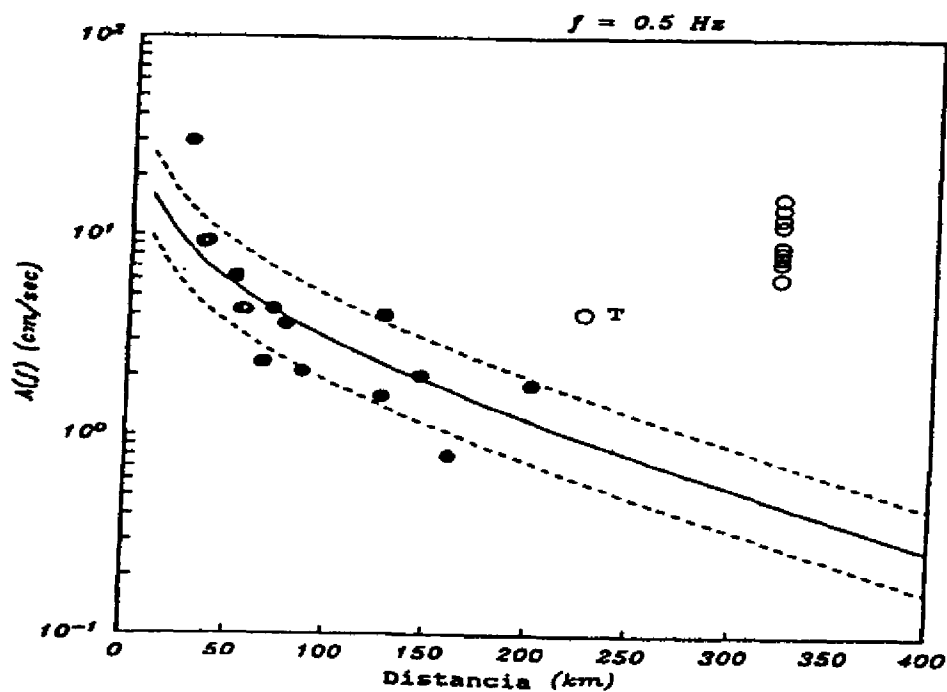


Fig. 3.2b. Igual que la figura 3.2a pero para una frecuencia de 0.5 Hz.

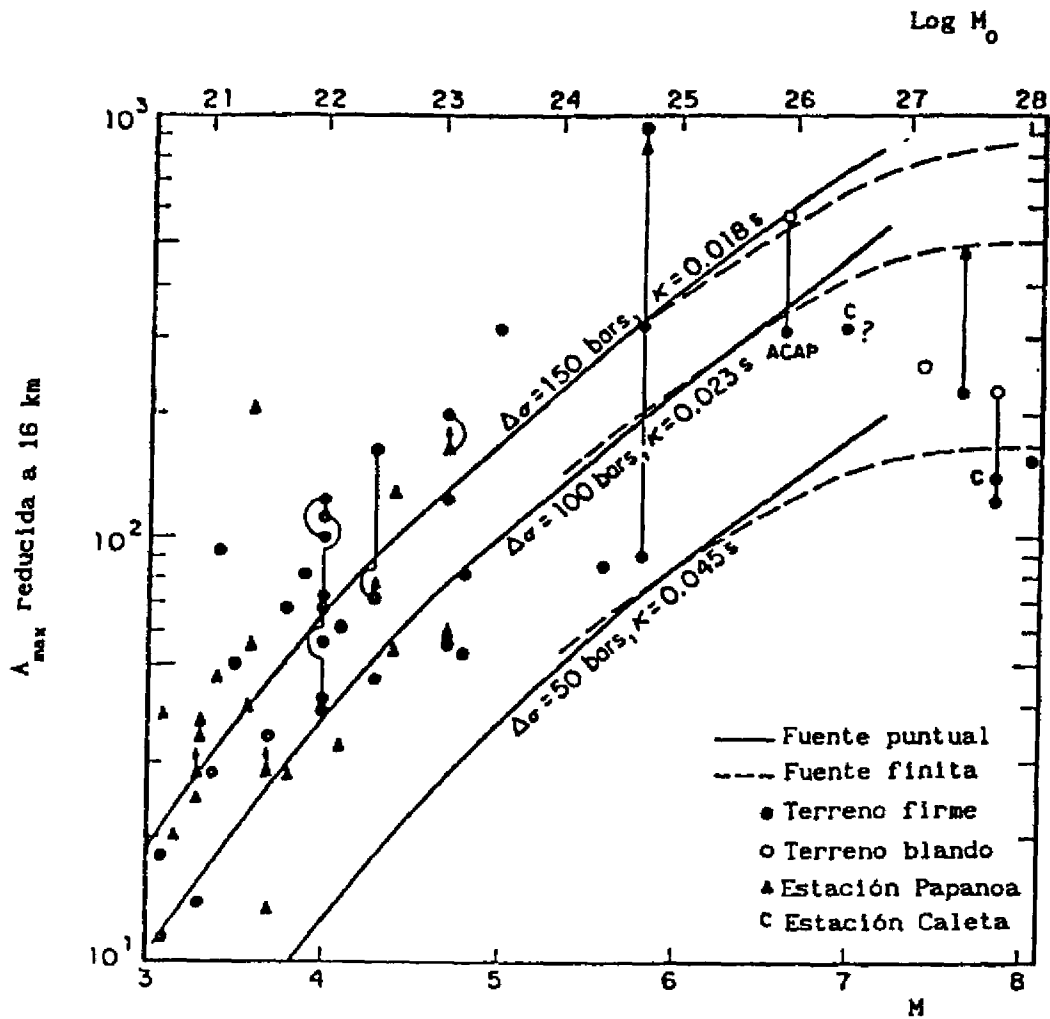


Fig. 3.3 Relación entre magnitud, M , y aceleración máxima de terreno, $a_{\max}$, reducida a 16 km para registros en la zona epicentral de temblores mexicanos de subducción. Se representan también las relaciones teóricas obtenidas con los modelos de fuente finita y fuente puntual (según Singh *et al*, 1989).

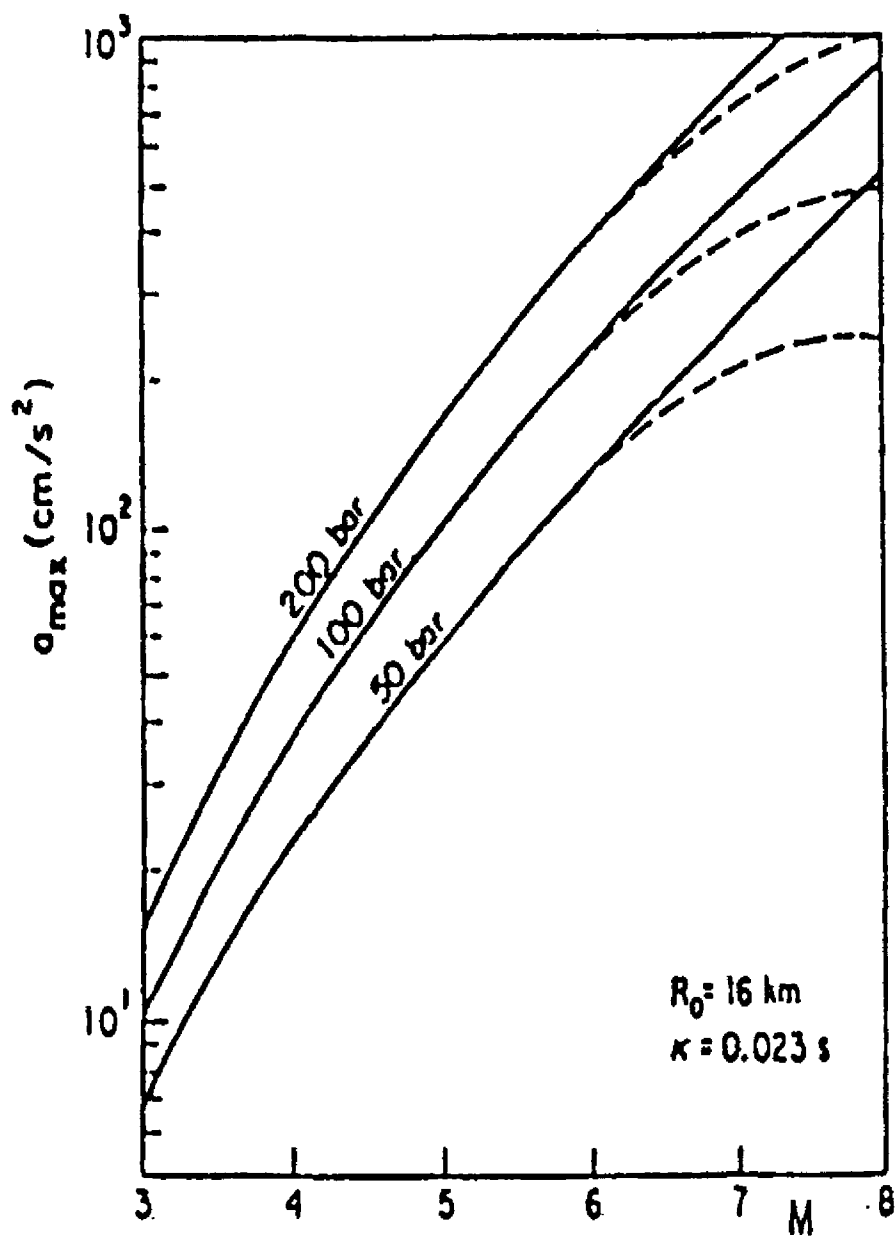


Fig 3.4 Aceleración máxima esperada del terreno a 16 km del foco como función de la magnitud, M , con base en el modelo de fuente puntual (línea continua) y en el modelo de fuente finita (línea discontinua). Se presentan curvas para varios valores de $\Delta\sigma$. Según Singh *et al*, 1989.

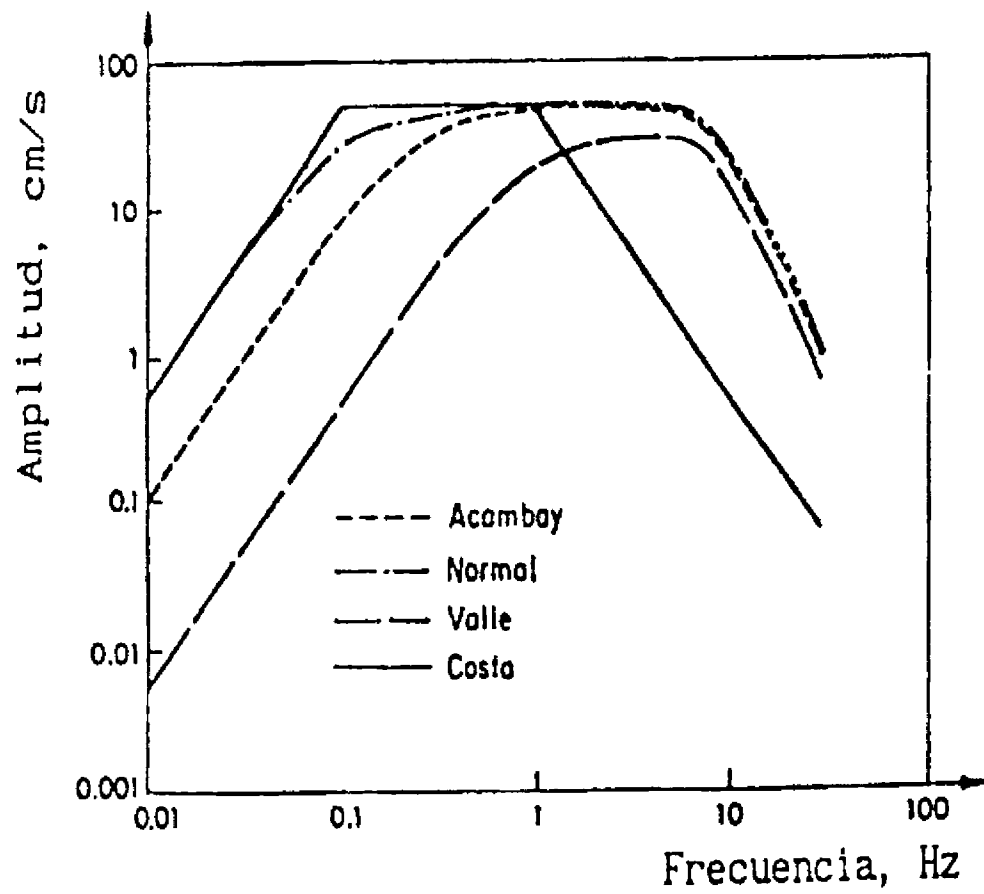


Fig 3.5 Espectros de amplitudes de Fourier para los cuatro temblores seleccionados (según Rosenblueth *et al*, 1988).