



201.56
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

"MACROSISMO DEL 19 DE SEPTIEMBRE DE 1985"

T E S I S

Que para obtener el Título de

INGENIERO CIVIL

Presenta

Jorge Odilio Chacón Villalobos

México, D. F.

1986.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
60-1-252

Señor JORGE ODILIO CHACON VILLALOBOS,
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Dr. Rafael Morales y Monroy, para que lo desarrolle como TESIS para su Examen Profesional de la carrera de INGENIERO CIVIL.

"MACROSISMO DEL 19 DE SEPTIEMBRE DE 1985"

1. Introducción.
2. Constitución de la tierra.
3. Sismología.
4. Mecanismo del macrosismo.
5. Efectos en la ciudad de México,
6. Conclusiones y recomendaciones.
7. Bibliografía.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Coordinación de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria, a 7 de octubre de 1985
EL DIRECTOR

DR. OCTAVIO A. RASCON CHAVEZ.

OARCH/RUCH/sho.

I N D I C E

	Pag.
1. INTRODUCCION	1
2. CONSTITUCION DE LA TIERRA	3
2.1 Composición y Estructura de la tierra	3
2.2 Evolución de los Continentes y Fondos Oceánicos	5
2.3 Tectónica de placas	6
3. SISMOLOGIA Y SISMICIDAD	8
3.1 Definiciones	8
3.2 Origen de los sismos	10
3.3. Escalas sísmicas	11
3.4 Ondas sísmicas	12
3.5 Influencia de la topografía	13
3.6 Influencia del terreno	14
3.7 Clasificación de terrenos de cimentación	16
3.8 Licuación de arenas	18
3.9 Zonificación sísmica	18
4. MECANISMO DEL MACROSISMO	20
4.1 Generalidades	20
4.2 El sismo del 19 de septiembre de 1985	22
4.3 Sismicidad y tectónica de la Cuenca del Valle de México	23
4.4 Características del Macrosismo	26
4.5 La réplica del 20 de septiembre	30

	Pag.
5.	EFFECTOS EN LA CIUDAD DE MEXICO 31
5.1	Zonificación de la Ciudad de México 31
5.2	Tipos de Distribución de daños 31
5.3	Características de las Construcciones dañadas 32
5.4	Daños en servicios públicos 34
5.5	Edificios afectados 35
6.	CONCLUSIONES Y RECCOMENDACIONES 36
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 40
	ANEXOS 43
	TABLAS 59
	FIGURAS 69
	FOTOGRAFIAS 97

I N D I C E D E A N E X O S

I.	Sismos detectados en el mes de septiembre de 1985 43
II.	Qué hacer en caso de sismo 48
III.	Cálculo de la magnitud del sismo del 20 de septiembre--- 1985 52
IV.	Intensidad de daños en Inmuebles en el Distrito Federal , 53
V.	Relación de algunos Edificios dañados en la Ciudad 54

INDICE DE TABLAS

	Pag.
1. Los sismos más mortíferos ocurridos en el mundo...	59
2. Escala de intensidades sísmicas	60
3. Comparación de la escala de Mercalli modificada con las aceleraciones	62
4. Velocidad de Propagación de onda en algunas rocas y minerales	63
5. Promedio anual de temblores	64
6. Aceleraciones máximas registradas por la red de acelerógrafos en el Estado de Guerrero	64
7. Intensidades registradas en algunas Ciudades de la República	65
8. Características de los movimientos registrados por diferentes acelerógrafos durante el sismo del 19 de Septiembre de 1985	66
9. Inmuebles dañados de 4 niveles o menos por colonias	67
10. Inmuebles dañados de 5 o más niveles por colonias	68

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
1. Reflexión y refracción de la ondas sísmicas en la tierra	69
2. Estructura interna de la tierra	69
3. Corte transversal de una dorsal	70
4. Distintos tipos de fallas transformantes	70
5. Localización y origen de los sismos	70
6. Tectónica de placas	71
7. Espectros tipos	71
8. Regionalización sísmica de la República Mexicana	72
9. Localización de las placas cercanas a la República Mexicana	73
10. Zona de subducción entre las placas Norteamérica y Cocos	74
11. Red de acelerógrafos en el Estado de Guerrero	75
12. Localización del Epicentro del sismo del 19 de septiembre de 1985.	76
13. Localización de acelerógrafos en la Ciudad de México ..	77
14. Acelerograma obtenido en los Viveros de Coyoacán en México, D. F.	78
15. Acelerograma obtenido en el Observatorio Sismológico de Tacubaya en México. D F.	79
16. Acelerograma obtenido en el centro SCOP en México, D.F..	80
17. Aceleración, velocidad y desplazamiento de la componente EW en el centro SCOP	81
18. Aceleración, velocidad y desplazamiento de la componente NS en el centro SCOP	82

19.	Aceleración, velocidad y desplazamiento de los 3 minutos iniciales de la componente NS del acelerograma registra- do en la oficina principal de la central de abastos en - México, D. F.	83
20.	Aceleración, velocidad y desplazamiento de los 3 minutos iniciales de la componente EW del acelerograma registra- do en la oficina principal de la central de abastos en - México, D. F.	84
21.	Aceleración, velocidad y desplazamiento de los 3 minutos iniciales de la componente V del acelerograma registrado en la oficina principal de la central de abastos en Méxi- co, D.F.	85
22.	Localización de la zona de réplicas	86
23.	Localización de las principales réplicas del macrosismo del 19 de Septiembre de 1985	87
24.	Localización de los sismos del mes de Septiembre de 1985	88
25.	Distribución del número de réplicas de 80 segundos, re-- gistradas en el sismógrafo de Iguala, Gro.	89
26.	Distribución del número de réplicas de 80 segundos, an-- tes de la réplica mayor, registradas en el sismógrafo de Iguala, Gro.	89
27.	Histograma del número de réplicas cada 6 horas	90
28.	Zonificación estratigráfica de la Ciudad de México	91
29.	Ubicación de construcciones que sufrieron daños graves y colapsos	92

	Pag.
30. Número de Inmuebles dañados según su altura en niveles .	93
31. Uso al que se destinaban los inmuebles dañados	94
32. Estado en que se encontraron los inmuebles dañados según la primera inspección	95
33. Recomendación según la inspección preliminar	96

I. INTRODUCCION

El jueves 19 de Septiembre de 1985 a las 7:19 de la mañana, la capital de la República comenzó a sentir los efectos de un sismo, provocando la mayor tragedia sufrida desde su fundación; toda la ciudad y sus habitantes estuvimos a merced de sus efectos, provocando destrucción y muerte; - en cuestión de segundos, la ciudad se transformó; las banquetas y las calles se levantaron en algunas zonas, las fugas de agua y gas hicieron su aparición; varios edificios se derrumbaron y otros sufrieron daños irreparables, miles de seres humanos, nunca salieron con vida, perecieron bajo los escombros de sus viviendas, sus centros de trabajo, sus escuelas y en instituciones médicas. Los que vivimos estos momentos conocimos la impotencia ante la naturaleza y sus secuelas.

Inmediatamente después los ciudadanos tomaron la ciudad y se formaron brigadas de voluntarios, médicos, enfermeras, bomberos, etc., por todas partes intentaban rescatar la mayor cantidad posible de personas con vida y cadáveres.

Lamentablemente, faltó coordinación y organización por parte de las autoridades; el sismo puso de manifiesto las carencias de la Ciudad en lo relativo a organización en situaciones de emergencia, muchas vidas se hubieran salvado si se hubiera estado organizado, y si los cuerpos de vigilancia que designó el gobierno (soldados), no hubieran obstaculizado las labores de rescate de organizaciones voluntarias y de países amigos que enviaron su ayuda desinteresada.

Sólo cuando sucede una desgracia de esta magnitud, se ve la necesidad de contar con oficinas de emergencia, con personal capacitado y con equipo necesario para efectuar estas labores. * Los primeros 3 días se trabajó desorganizadamente, sin métodos definidos y sin un plan de trabajo, se trabajaba ineficazmente, más que nada por la desesperación de los propios habitantes por rescatar a sus familiares y amigos.

* En el Diario Oficial del 6 de mayo de 1986, se publicó la creación del Sistema Nacional de Protección Civil.

Hay que hacer hincapié en que la Ciudad de México, está situada en una zona de alto riesgo sísmico y que por tal motivo sus habitantes debemos estar conscientes de que en cualquier momento se puede presentar un sismo, y debemos estar preparados para hacerle frente, no se puede engañar a la población haciéndole creer que ya no se volverá a presentar estos fenómenos. Por eso las autoridades tienen la obligación de enseñar y concientizar a la población para que pueda enfrentarse a situaciones como ésta, para que se pueda salvar vidas antes y después de un sismo.

Es difícil dar un balance de los daños ocasionados ya que el gobierno de la República ha ocultado y manipulado por todos los medios las cifras exactas de muertos, reconociendo oficialmente 4,800 muertos, aunque extraoficialmente se maneja la cifra de 20,000 muertos y 5,000 desaparecidos.

En este trabajo se estudia el sismo del 19 de Septiembre, que me conmovió profundamente; para tal efecto en el capítulo 2 se describe la composición y estructura interna de la tierra, así como la tectónica de placas; en el 3 se hace un breve resumen de lo que es sismología y sismicidad, explicando el origen de los sismos, las escalas y ondas sísmicas y la importancia de la influencia del terreno y la topografía en este tipo de fenómeno.

El mecanismo del macrosismo se analiza en el capítulo 4, describiéndose el origen y las características del mismo y haciendo una descripción de la sismicidad y tectónica de la Cuenca del Valle de México.

Los efectos en la Ciudad de México se describen en el capítulo 5, donde se presentan los diferentes tipos y distribución de daños ocurridos en las construcciones y en los Servicios Públicos.

Las conclusiones y las recomendaciones de este estudio se exponen en el capítulo 6.

En el anexo I se presentan los sismos detectados en la República Mexicana y en el mundo en el mes de Septiembre de 1985, en el anexo II se muestra como medida de prevención lo que se debe hacer en el caso de un sismo, antes, durante y después del mismo.

En el anexo III, se calcula a manera de ejemplo la magnitud del sismo del 20 de septiembre de 1985, y en el anexo IV se presenta un estudio estadístico de los inmuebles dañados en la capital, y en el anexo V se da una lista de algunos edificios que fueron seriamente dañados.

2. CONSTITUCION DE LA TIERRA

2.1 Composición y Estructura de la Tierra.

Los datos que en la actualidad se poseen de la composición y estructura interna de la tierra, se deben a los métodos geofísicos, entre estos se encuentran los sismológicos que estudian el comportamiento de las ondas sísmicas en el interior de la tierra, y los gravimétricos que mediante el estudio de las anomalías de la gravedad, aportan datos sobre el equilibrio de los bloques de la corteza y sus movimientos.

Las ondas sísmicas varían su velocidad según la densidad de los materiales que se encuentran, la velocidad aumenta cuando crece la rigidez y la densidad de estos materiales (Fig. 1.).

El estudio de las trayectorias y velocidades de las ondas sísmicas ha evidenciado que a ciertas profundidades de velocidad de propagación sufren cambios bruscos y estos cambios reciben el nombre de discontinuidades sísmicas, de las cuales se han encontrado tres principales (Fig. 2), que son :

a) Discontinuidad de Mohorovicic. Se encuentra de 35 a 40 Km. por debajo de los continentes y a 10 Km. debajo de los océanos; constituye el límite inferior de la corteza terrestre.

b) Discontinuidad de Gutenberg. Se encuentra a unos 2,900 Km. de profundidad; entre las dos discontinuidades anteriores se encuentra el manto.

c) Discontinuidad de Weicherf. Se encuentra a 5,100 Km. de la superficie. Entre las discontinuidades de Gutenberg y Weicherf se encuentra el núcleo externo.

Existen otras discontinuidades de menor importancia; la de Conrad, que es una de ellas, se encuentra a 15 Km. y la de Repetti a 700 Km. de profundidad

Núcleo terrestre. Está comprendido entre la discontinuidad de -
Gutenberg hasta el centro de la tierra, está formado por dos partes:

a) El núcleo externo comprendido desde 2,900 Km. hasta los - - -
5,100 Km. sus características sísmicas suponen que se comporta como líquido
(materiales en estado de fusión).

b) El núcleo interno está comprendido entre los 5,100 Km. hasta-
el centro de la tierra.

Manto. El manto es la capa intermedia entre el núcleo y la cortez
a, está comprendida entre los 35 y 40 Km hasta los 2,900 Km. La discontinuid
dad de Repetti separa el manto en dos zonas.

a) El manto externo comprendido entre las discontinuidades de Mo-
horovicic hasta la de Repetti, y

b) El manto interno, comprendido desde la discontinuidad de Repe-
tti hasta la de Gutenberg.

El manto es importante desde el punto de vista geológico, ya que-
en él se originan importantes procesos geológicos como la orogénesis, el vul-
canismo, los sismos, etc.

La corteza terrestre. Es la capa más superficial del planeta. El
espesor de la corteza es poco uniforme, reduciéndose notablemente bajo los -
fondos oceánicos, se distinguen tres capas.

a) La capa sedimentaria continental. Formada por rocas sedimenta-
rias su espesor es variable, en las zonas continentales llega a tener unos -
cuantos miles de metros de espesor y en los fondos oceánicos es raro que so-
brepase los 1,000 mts. llegando a estar ausente por completo.

b) La capa granítica intermedia, llamada también "corteza continent
al" está formada por rocas de composición granítica; su espesor es de 20 Km.
bajo los continentes y no se encuentra en los fondos oceánicos.

c) Capa basáltica interior o corteza oceánica. Está constituida por rocas basálticas, constituye el fondo de los océanos, donde puede aflorar o estar cubierta por la capa sedimentaria de origen continental.

2.2 Evolución de los Continentes y Fondos Oceánicos.

a) Dorsales oceánicas. Las dorsales oceánicas, son alineaciones del relieve submarino que se presentan como cordilleras sumergidas, de miles de kilómetros y alturas que varían. Las dorsales están relacionadas entre sí y suman más de 60,000 Km. (Fig. 3).

Las dorsales tienen un ancho de varios cientos de kilómetros con dos alineaciones paralelas separadas por una fosa tectónica, denominada valle mediooceánico o rift, que corresponde al eje axial de la dorsal.

b) Fallas transformantes o transcurrentes. Las dorsales están cortadas transversalmente por fallas denominadas, fallas transformantes, que --desplazan unos bloques con respecto a sus inmediatos, siendo la causa principal de los numerosos sismos originados en las dorsales. En varios puntos las dorsales emergen del océano formando, archipiélagos como el de Islandia y las Azores, en la dorsal mesoatlántica. Son zonas de gran inestabilidad sísmica e intenso vulcanismo como magmas basálticas. En los rifts centrales se tienen además, altos valores de flujo térmico que hacen suponer que bajo ellos se encuentran rocas en fusión a pocos kilómetros de profundidad.

Las fallas transformantes se generan en un plano horizontal a lo largo de un plano vertical. El esfuerzo principal intermedio es vertical y los principales mayor y menor actúan sobre el plano horizontal. (Fig. 4.a).

Los esfuerzos horizontales pueden ser de tensión (Fig. 4.b) o de compresión (Fig. 4.c).

La más conocida de estas fallas es la de San Andrés, California, USA.

Las fallas por tensión son generalmente limitadas a la litosfera y son superficiales.

c) Expansión de los fondos oceánicos o fosas abisales. Según esta teoría, las dorsales oceánicas son zonas de ascenso de materiales del manto, - estos materiales se derraman a ambos lados de ella y originan la corteza oceánica. Esta teoría dice además que los océanos se van ensanchando a ambos lados de las dorsales.

La expansión de los océanos es la fuerza motriz que provoca los desplazamientos (deriva) de los continentes.

d) Zonas de subsidencia. Son zonas profundas estrechas y alargadas, paralelas a un arco insular o al borde de un continente; son cordilleras de reciente plegamiento. (caso de la costa Mexicana del Pacífico). (Figs.5 y 10').

Estas zonas son áreas de intensa actividad sísmica, y en ellas se localizan todos los sismos de foco profundo, que se originan por las grandes fricciones que se producen al chocar la corteza oceánica y la continental.

En estas regiones se presenta un vulcanismo muy intenso, por ejemplo el eje Neo-Volcánico de la República Mexicana.

2.3 Tectónica de Placas.

La corteza terrestre está dividida por doce placas principales, - que chocan o se apartan entre sí; o sea que están en constante movimiento, - (Fig. 6).

La tectónica de placas explica gran parte de los fenómenos que ocurren sobre la corteza terrestre como terremotos, vulcanismo y orogénia.

El argumento central de esta teoría se basa en el hecho de que la mayor parte de la energía mecánica del interior de la tierra, que se disipa en la superficie, se presenta en unos cuantos cinturones orogénicos que rodean grandes áreas de superficie terrestre.

En ellas se encuentra la mayor parte de la actividad sísmica y volcánica del mundo.

Se le ha dado el nombre de placas a las áreas de la superficie terrestre delimitadas por estos cinturones orogénicos. El movimiento de dos de estas placas al ser rígidas, presentan en algunos casos fenómenos de subducción, en otras, la formación de nueva corteza terrestre o sea alejamiento relativo de las dos placas, y en otras más los de deslizamiento paralelo de dos placas a la vez se deriva en dirección opuesta.

Como ya se dijo anteriormente, las zonas sísmicas están perfectamente definidas en la tierra y son los límites de una serie de losas (placas) esencialmente rígidas que, además de formar los casquetes esféricos de la litosfera y encajar perfectamente entre sí, se encuentran en su constante movimiento relativo; están limitadas por tres tipos de fronteras.

a) Las cordilleras oceánicas, y (dorsales) donde se genera la -- nueva litosfera.

b) Las fosas submarinas, en donde la litosfera por el fenómeno de subducción se sumerge para regresar al manto, y

c) Las fallas transformantes, en las que las placas se deslizan una paralela a la otra conservando el área de su superficie.

Las principales placas tectónicas son las siguientes: (Fig. 6).

- | | |
|---------------------|-----------------|
| a) Indo-Australiana | g) Caribe |
| b) Pacífica | h) Africana |
| c) Cocos | i) Sudamericana |
| d) Nazca | j) Euroasiática |
| e) Antártica | k) Juan de Fuca |
| f) Norteamericana | l) Filipinas |

3. SISMOLOGIA Y SISMICIDAD

3.1 Definiciones.

- 1) Tectónica. Es la rama de la geología que se ocupa de las deformaciones de la corteza terrestre; abarca muy diferentes escalas, -- desde el examen microscópico de probetas comunes y corrientes de rocas, hasta los exámenes sobre los afloramientos a escala regional y continental.

El análisis en la tectónica podría ser dividido en 4 partes:

- 1) Análisis y descripción de los diferentes tipos de origen geológico (fracturas y pliegues).
 - 2) Disposición especial de los diversos cuerpos geológicos que -- contribuyen una región (estructuras geológicas).
 - 3) Reconstitución más o menos cronológica de las formas actualmente observadas. Una ciencia auxiliar será la estratigrafía.
 - 4) La tectonofísica, que permite ligar las deformaciones observadas a los esfuerzos que las engendraron, reconstituyendo así la -- evolución del campo de esfuerzo en el momento de los diferentes -- fenómenos orogénicos. En este punto también es de gran interés la participación de especialistas en mecánica de rocas.
- 2) Sismología. Estudia las causas de los sismos, entre otras:
 - a) Dorsales oceánicas
 - b) Fallas transformantes
 - c) Zonas de subducción o de subsidencia
 - d) Fosas abisales (submarinas)

Descritas todas en el capítulo anterior.

Los terremotos más mortíferos en este siglo han ocurrido en el lejano oriente, Latinoamérica y en el mediterráneo.

El temblor de San Francisco, en 1906 cobró 700 víctimas por lo cual no aparece dentro de la lista de los diez primeros, que presenta la tabla 1 (Ref. 4).

3) Sismo. Movimiento vibratorio originado dentro de la tierra, que se propaga hacia el exterior a través de los materiales térreos (rocas y suelos) en forma de ondas elásticas o sísmicas. Los movimientos anteriores al "sismo principal" son conocidos como premonitorios. Los movimientos posteriores se conocen como réplicas y son generalmente de menor magnitud que el sismo principal.

4) Hipocentro. Lugar de la corteza terrestre donde se suponen originados los sismos. También se le denomina como "foco" (Fig. 5).

De acuerdo al lugar del hipocentro, los sismos pueden clasificarse en :

- a) Superficiales: con profundidad menor o igual a 60 Km. afectan áreas reducidas y tienen una amortiguación rápida.
- b) Intermedios: con profundidad comprendida entre 60 y 300 Km.
- c) Profundos: localizados a profundidades mayores a 300 Km.

5) Epicentro. Es la proyección superficial del hipocentro.

6) Magnitud. Es un parámetro objetivo que mide la cantidad de energía liberada por un sismo en su foco (violencia intrínseca del sismo). Está definida por la amplitud máxima del sismograma --- obtenido. Richter lo midió con una escala abierta en su lado superior comenzando del 0 y sin haber, hasta la fecha alcanzado más allá del 9. Un grado es 10 veces superior al anterior. El terremoto de mayor magnitud registrado en la historia fué el de las islas Kurieles, en 1958, de magnitud 8.7 El de Lisboa, -- en 1755, se supone que alcanzó el 9 de Richter pero no está comprobado.

- 7) Intensidad. Parámetro subjetivo que se basa en los daños producidos en la superficie sobre los edificios. Es máximo en el epicentro y desciende al alejarse de él. Depende de la magnitud y la profundidad del hipocentro. Se mide con la escala de Mercalli Modificada, la cual consta de 12 grados. La intensidad de crece con la profundidad para una misma magnitud.

3.2 Origen de los Sismos.

La inmensa mayoría de los sismos provienen de la fractura de rocas, generados por el choque de dos placas geológicas; los sismos engendrados por el nacimiento de volcanes o hundimientos de cavernas, son sólo secundarios (locales).

La tectónica de placas explica la repartición de los epicentros, magnitud e intensidad. Sus energías son variables según que el proceso de fractura, sea por compresión o por tensión, siendo mayor la energía liberada para el primer caso.

La tectónica de placas explica la deriva de los continentes a partir de un continente original, la Pangea, del cual, debido a las dorsales oceánicas, comenzaron a crearse los continentes y con ellos movimientos, principalmente en las fallas transformantes, las zonas de subducción y las fosas abisales (Fig. 6). Es así como en las trazas donde se superponen dos placas se originan la gran mayoría de los sismos que estremecen el planeta y estas son tres zonas largas y relativamente angostas. La principal es el cinturón de tierras que bordean el Océano Pacífico, que sube por la costa de Sud y Norteamérica y baja por las costas de Asia.

Esta zona recibe el nombre de anillo de fuego o cinturón del Pacífico porque en ella se encuentra la mayoría de los volcanes del planeta.

La segunda zona corre de oeste a este a través de Europa y Asia, de España y el Norte de Africa cruzando Italia, Grecia, Turquía, la India y Birmania, para terminar en las Célebes uniéndose al anillo del Pacífico.

La tercera zona señala una línea de salientes (cordillera meso-oceánica) que está situada en los océanos del mundo por miles de kilómetros.

3.3 Escalas Sísmicas.

Las escalas de magnitud e intensidad se utilizan para cuantificar o medir los temblores. La escala de magnitud esta relacionada con el --- proceso mismo, mientras que la intensidad lo está con el impacto del evento en la población, las construcciones y la naturaleza.

En 1902, Mercalli propuso una tabla, que fue posteriormente modificada en 1931 y desde entonces se ha llamado escala Modificada de Mercalli (M . M .).

Consta de 12 grados como puede apreciarse en la tabla 2.

Existen otras escalas en que se comparan las aceleraciones con las intensidades, dentro de ellas la escala de Rossi - Forell (R.F.) de 10-- grados y la M.S.K. propuesta por los rusos en 1964, la cual consta también - de 10 grados.

Al comparar las intensidades de la escala de Mercalli Modificada (M. M.) con las aceleraciones, se llega a la tabla 3.

Estas escalas, sin embargo, pueden tener errores pues, no toman - en cuenta la duración del movimiento, y para ello deben estudiarse las grá-- ficas aceleración - tiempo y calcular las velocidades máximas de estructuras de un solo grado de libertad con diversos periodos naturales, para así crear espectros referidos a un eje que tenga como ordenadas las velocidades máximas y como abscisas los periodos naturales. El área bajo la curva entre 2 periodos naturales sirve para clasificar un sismo de acuerdo a la escala de Benioff y - Housner.

Para poder aplicar este último método, es indispensable contar con información precisa obtenida a través de acelerógrafos que debieran instalarse en todo edificio mayor de 6 niveles; sin embargo durante el sismo del 19 de --

septiembre se contó solo con 5, en toda la Ciudad de México, además de algunos otros instalados por particulares y cuyas lecturas no han sido del dominio público.

Para la correcta interpretación de resultados son significativos los valores de la intensidad, el período natural, el amortiguamiento y el tipo de terreno.

3.4 Ondas Sísmicas.

Las ondas sísmicas son de 3 tipos, las primarias, secundarias y las superficiales. Dentro de las superficiales se pueden encontrar las ondas Raleigh (R) y las ondas Love (L).

Las ondas primarias (P) son también conocidas como longitudinales o volumétricas pues deforman al medio en el sentido que avanzan. Son siempre las primeras en ser registradas en los sismógrafos.

Las ondas secundarias (S) son también conocidas como transversales, de cortante, de cizallamiento o distorsionales; son menos rápidas que las primarias y no se transmiten en fluidos. Producen movimientos perpendiculares a la dirección de propagación, pudiendo ser horizontales (Sh) o verticales (Sv). Las ondas longitudinales y transversales sufren reflexiones, refracciones y amortiguamientos al atravesar diferentes medios o estratos.

Las ondas superficiales se originan a partir de las ondas longitudinales o transversales. Se presentan en sismos superficiales y poseen una gran energía destructiva.

Las ondas Raleigh son de período largo, producen movimientos elípticos sobre planos verticales en sentido opuesto a la dirección de propagación; son más lentas que las transversales.

Las ondas Love se producen sólo en rocas y tienen muy baja velocidad.

En los estratos donde hay cambio de velocidad de las ondas es - precisamente donde existen las discontinuidades ya expuestas en el capítulo 1.

Las velocidades de las ondas son las siguientes:

$$6 < V_l < 13.6 \text{ Km/seg. (ondas longitudinales)}$$

$$3.7 < V_t < 7.2 \text{ Km/seg (ondas transversales)}$$

Los mecanismos para detectar los sismos fueron ideados a fines - del siglo pasado y perfeccionados a principios de éste; estos aparatos se -- llaman sismógrafos.

Existen sismógrafos verticales, que son los que registran la - - componente vertical del sismo, y los sismógrafos horizontales, que registran las componentes horizontales del sismo. El papel donde se inscriben los movi mientos del suelo se llama registro o sismograma.

3.5 Influencia de la Topografía.

Esta influencia es importante pues condiciona aleatoriamente la trasmisibilidad de la onda, su dirección, su refracción y su reflexión.

En el caso de terrenos planos el ángulo de incidencia de la onda (considerando que todos los estratos son paralelos entre sí) será constante - y la velocidad de la onda sera solo amortiguada por el tipo de terreno.

En el caso de terrenos plegados la onda se reflejará y refractará de muy diversas maneras, atendiendo a los ángulos con lo que incida sobre el medio y por ello podrá aleatoriamente, amortiguarse a amplificarse. Un -- caso más complicado de plegamientos se presenta en valles y cañones donde, -- también de manera aleatoria la dirección de llegada de la onda, la estratificación y la topografía se combinarán para reflejarlas y refractarlas con el - consiguiente amortiguamiento o amplificación.

3.6 Influencia del Terreno.

En el inciso anterior se expusieron las velocidades con las cuales se transmiten las diferentes ondas en un medio elástico, isótropo, homogéneo y sano; sin embargo, en la realidad nunca se encuentra este tipo de medio, -- las ondas son transmitidas dentro del terreno, suelo o roca a velocidad cambiante con la estratificación, alteración, contactos entre dos medios diferentes, accidentes topográficos, etc., donde la onda a su paso se va amortiguando y perdiendo capacidad destructora.

En las rocas sanas las velocidades promedio son mayores de --- 7 km./seg. (ver tabla 4).

De aquí que los efectos en las rocas, (si éste fuera el único factor que influenciara el efecto destructivo de los sismos) deberían ser más -- destructivos que en suelos ya que hay un menor amortiguamiento de la onda. -- Sin embargo, otro factor que afecta paralelamente es la capacidad de carga del suelo o roca y que impide que la estructura sobre él desplazada se desplace -- excesivamente aumentando por ende sus aceleraciones in situ.

Una roca sana permitirá el paso muy veloz de una onda y al mismo -- tiempo su capacidad de carga será muy alta; en cambio una roca alterada amortiguará el paso de la onda y su capacidad de carga será menor. (Fig. 7).

En el caso de suelos, los suelos duros no tienen mayor problema -- pues aunque transmiten la onda a velocidades medias del orden de 3 a 5 km/seg-- su capacidad de carga es en general satisfactoria. Los suelos aluviales y los suelos blandos son aquellos que presentan los principales problemas, especialmente cuando se encuentran saturados, produciéndose fenómenos del tipo de licuación. De lo anterior se puede decir que como regla muy general es recomendable construir estructuras rígidas sobre terreno suave y estructuras flexibles sobre terreno blando.

La influencia del suelo siempre está regida por otras variables y -- podrá suceder que un sismo cause daños a estructuras desplazadas sobre terreno rocoso y no aquellos construidos sobre terreno blando, en cambio algún otro

sismo de diferentes características podrá provocar daños inversos. (Ref. 7)

Gutenberg señala que la aceleración de un terreno blando con -- período $T=0$ puede alcanzar 5 veces los valores de la aceleración de un terreno rocoso producidos por un mismo sismo con epicentro lejano pero, para epicentros cercanos la aceleración del terreno blando es la mitad de la aceleración del terreno rocoso.

Es conocido que al pasar una onda de un medio con alto módulo -- de rigidez hacia otro de menor módulo, se amplifican los desplazamientos y - aceleraciones presentando así, para un mismo sismo, mayores intensidades en - un terreno blando que en uno firme.

Para suelos blandos (ejemplo, la Ciudad de México), además de las vibraciones excesivas se presentan hundimientos e inclinaciones de las estructuras, causadas estas últimas por los movimientos de volteo a la que la sometió el sismo.

La influencia de la topografía y la estratigrafía del subsuelo so bre los movimientos tectónicos de la tierra, son decisivas.

Respecto a la estratigrafía, puede ésta amortiguar o amplificar - las ondas y por tanto los movimientos sísmicos que hasta ellos llegan.

El efecto de las condiciones del suelo en el movimiento del terreno ha sido estudiado a través de diversos sismos ocurridos por medio del análisis regresional de datos. La importancia en cuanto amplificación y amortiguamiento de los movimientos en zonas de rellenos y en zonas de cortes, así - como en suelos heterogéneos, ha sido puesto en evidencia.

Todo esto es de particular importancia para la evaluación de riesgo sísmico, en la zonificación, planificación y prevención.

Las más afectadas, generalmente, son las estructuras muy largas, - como las presas, puentes, carreteras, acueductos, gaseoductos, edificios esbeltos, etc.

El efecto de un sismo puede ser amplificado o amortiguado de acuerdo

a varios factores, como: foco, trayectoria, condiciones locales, etc. sin embargo una parte de la sismicidad se basa en el entendimiento de las fallas y la propagación de ondas en la tierra.

Si bien el mecanismo generador del sismo o mecanismo a la fuente tiene importancia en el efecto, también el camino seguido por las ondas en su paso es de gran importancia. Dentro de este último deben considerarse: las propiedades mecánicas de los materiales térreos (rocas y suelos) irregularidades, heterogeneidades, fronteras, ángulos de incidencia onda - material, etc.

Algunas ondas al llegar a la interfase, son refractadas o reflejadas, dependiendo del material y del ángulo de incidencia.

Una onda se transmite en material sano, tipo roca no porosa; en cambio en aluviones o rocas porosas, se amortiguan; sin embargo, esto no significa que sus efectos en las construcciones que soporta desaparezcan; al contrario, se aumentan puesto que el suelo, que le otorga confinamiento al terreno, lo pierde y con ello, de la ecuación de Terzaghi de capacidad de carga para un cimiento:

$$q_c = cN_c + \gamma D_f N_q + 1/2 \gamma B N_\gamma$$

Hará disminuir el ángulo de fricción del material y con él los factores de capacidad de carga N_c , N_q , N_γ , y así con ello la resistencia del terreno.

En el caso de suelos puramente granulares esto es muy obvio, pero para los suelos cohesivos lo es menos; sin embargo, recordando el principio de los esfuerzos efectivos $\bar{\sigma} = \sigma - \mu$ en donde $\bar{\sigma}$ = esfuerzos efectivos que soporta un terreno, σ = esfuerzos totales y μ = presiones de poro.

De esto, recordando la teoría de la consolidación, se observa que para un tiempo inicial t_0 de aplicación de una carga, las presiones totales aumentan, pero quien soporta este aumento de carga, en su totalidad, es el agua, las presiones de poro μ y como además se conoce que el agua no ofrece resistencia al esfuerzo cortante, de ahí se observa el importante daño que las ondas sísmicas pueden llegarle a generar a los suelos.

3.7 Clasificación de Terrenos de Cimentación.

Los estudios de riesgo sísmico tienen por objeto analizar las sis

misidades local y regional de un sitio dando como resultado distribuciones de probabilidad de la aceleración y velocidades máximas del terreno ligadas siempre a un cierto período de recurrencia.

Otro de los parámetros que intervienen en el diseño sísmico, son las características del terreno de cimentación, ya que los movimientos sísmicos que se registran en un sitio son función, entre otras, de las características del terreno.

La clasificación de terrenos de cimentación se realiza atendiendo a su rigidez; se consideran tres tipos de terreno:

Tipo I. Terreno firme, tal como tobas sanas (popularmente conocidas como tepetates), arcilla muy compacta o suelos con características similares.

Tipo II. Suelo de baja rigidez, tal como arenas no cementadas o límos de mediana o alta compacidad, arcillas de mediana compacidad o suelos de características similares.

Tipo III. Arcillas blandas muy compresibles.

Este último tipo de suelo es peligroso, especialmente cuando su contenido de humedad w (%) es elevado y su grado de saturación, cercano al $G_w=100\%$.

En estos casos es el agua, quien recibe el impacto dinámico de una carga temporal o pasajera, como se expuso anteriormente (inciso 3.6).

Los terrenos cuyas propiedades se desconozcan se supondrán pertenecientes al tipo III.

Las arenas muy sueltas y especialmente aquellas cuya granulometría sea uniforme, así como aquellas que se encuentren saturadas, deberían también ser incluidas en este grupo debido al alto potencial de licuación que presentan.

3.8 Licuación de Arenas.

Este fenómeno se presenta sobre arenas sueltas, de manera general clasificadas como uniformes, saturadas y sometidas a una acción dinámica, tipo sismo. En estos casos la arena, al aumentar sus presiones de poro, pierde -- resistencia y permite generar mecanismos de falla de tipo punzonamiento, local o en ocasiones falla general. Las estructuras se ladean o se inclinan -- totalmente, en ocasiones las carpetas asfálticas llegan a destruirse total-- mente.

3.9 Zonificación Sísmica.

En base a todo lo anterior se puede determinar la "Intensidad -- sísmica" la cual, para el caso de la República Mexicana, se ha regionalizado en cuatro zonas, según se muestra en la figura 8.

La zona A es la de menor intensidad sísmica, y la D es la de ma-- yor intensidad.

En este trabajo no se mencionará ni el análisis ni el diseño de -- estructuras, sin embargo, se señala que éstas deberán ser revisadas bajo la acción de dos componentes horizontales ortogonales entre sí, actuantes sobre el plano del terreno, para todas las zonas de A a la D. En el caso de estar sobre las zonas C y D se deberá considerar, además, la acción de una componente vertical.

Las ondas actuantes sobre el plano del terreno, son las ondas de-- cortante (S), las que mayores destrozos causan a los edificios y estructuras por lo cual, para tomar en cuenta la influencia de las fuerzas laterales que-- el paso de esa onda genera, deberán estudiarse los desplazamientos horizontales, los verticales y los giros que se generen, sumándolos todos, así como sus efectos.

El diseño sísmico se realizará siempre en base a estudios proba-- bilísticos (estocásticos) acerca de la sismicidad de una región en estudio, clasificándose así las zonas de riesgos sísmicos.

De gran importancia es la información geotécnica ya que de la dureza, compactación, consistencia, porosidad y estado del material por el cual pasan las ondas sísmicas, dependerá la transmisión de las mismas.

De lo anterior se aprecia que la intensidad de un sismo varía de un punto a otro y la noción de " intensidad máxima al epicentro " es - poco precisa no obstante, el concepto de intensidad es vago y difiere, para el mismo sismo, de un lugar a otro; por ello, para mejor definir un sismo, se ha utilizado la cantidad de energía desarrollada en el foco del mismo, a la cual se le ha denominado magnitud. (ver definiciones en el inciso 3.1.).

Esta magnitud es calculada en base a sismógrafos estándares que registran la amplitud del movimiento del terreno a una distancia "d" dada - del epicentro; la magnitud "M" está ligada con la energía "E" liberada en - el foco por :

$$\text{Log. } E \approx 11.4 + 1.5 M. \text{ (Ref. 6)}$$

Y permite así comparar las energías liberadas en diferentes sismos a mayor magnitud, mayor superficie afectada.

4. MECANISMO DEL MACROSISMO

4.1 Generalidades.

Anualmente se presentan un sinnúmero de sismos, de muy diferentes magnitudes y en diversas regiones, ya muy conocidas. En el anexo I se presentan los sismos detectados en la República Mexicana durante el mes de Septiembre de 1985 y los principales sismos detectados en el mundo durante el mismo período. (Ref. 2).

La hora es la del Meridiano de Greenwich (Inglaterra), G.M.T. y la profundidad está dada en kilómetros. Para conocer el tiempo local de la Ciudad de México se tiene que restar 6 horas a la hora G.M.T. El país, perteneciente a la placa Norteamericana en su porción norte, está chocando continuamente contra las placas Pacífica y Cocos, la primera afecta a la Baja -- California y la segunda al centro del país, especialmente a las costas de -- Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y Chiapas. (Fig. 9).

Regresando a los sismos y de acuerdo a las escalas de Richter y Mercalli, ya enunciadas, hay sismos que pasan desapercibidos por el humano, -- los microsismos. Existen otros muchos que son sentidos por el hombre, los ma crosismos.

Observando la actividad sísmica mundial, se puede estimar el núme ro de temblores de cierta magnitud que ocurren en un año. Se ha visto que por lo menos ocurren dos grandes terremotos anualmente (ver tabla 5). Por otra parte, ocurren constantemente varios cientos de miles de temblores de magnitud inferior a 3, que pasan desapercibidos.

La superficie sobre la cual son resentidos depende de la energía desarrollada en su foco y la profundidad y distancia de éste. Para lograr re presentar las zonas sobre las que actuó un sismo, se utilizan las cartas de -- isosistas.

Las isosistas son curvas de igual nivel de intensidad del sismo y

limitan la zona donde fue sentido con la misma intensidad.

El epicentro macrosísmico se encuentra en el interior del área - pleitostista, delimitada por la isostista de mayor grado.

El estudio de las formas de las isostistas da una idea sobre la influencia de los diferentes tipos de suelo sobre la propagación del movimiento sísmico, ya que la intensidad es generalmente mayor sobre los terrenos suaves y aluviales.

Cuando estas curvas son alargadas y muy cerradas, muestran o señalan la existencia de un accidente tectónico (falla) . Su forma y separación es función del hipocentro.

Por otra parte, la generación de sismos es generalmente por rompimientos de bloques de roca. En el caso de la República Mexicana, la placa de Cocos cabalga sobre la placa de Norteamérica, aproximadamente 6.4 cm. por año y es una fuente generadora de sismos. Esto se puede apreciar a lo largo de una línea llamada trinchera, que se aprecia por una hondonada en el fondo oceánico (Ref. 11).

La placa de Cocos se introduce a través de segmentos, que corresponden a las regiones de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. La característica principal de estos segmentos es que se mueven independientemente, presentando una sismicidad muy característica con tiempos de recurrencia muy grandes para sismos de magnitud superior a 7.5. (Fig. 10).

Cuando ocurre un temblor grande, las placas no obtienen una posición de equilibrio inmediatamente; sino que poco a poco las diferentes áreas se van acomodando paulatinamente, a lo largo de toda la zona de ruptura, presentándose sismos menores por cada acomodado. Estos segmentos, aunque actúan independientemente; esto no es del todo absoluto, y la nueva posición del segmento genera menos esfuerzos en los segmentos contiguos.

De todo lo anterior se puede resumir que después de un sismo, se producen movimientos posteriores de acomodado llamados réplicas, que son menores que el principal. Por otra parte, la posibilidad de que ocurra un sismo --

grande en los segmentos vecinos contiguos aumenta ligeramente.

4.2 El sismo del 19 de Septiembre de 1985.

En los últimos años se habían intensificado los estudios en los sectores Guerrero y Michoacán principalmente, por su alto potencial sísmico y por la probabilidad de que presentara un sismo característico en esos sectores, por lo cual se habían colocado estaciones sismológicas y acelerométricas por tal motivo, como se aprecia en la fig.11, con ello se pudo registrar el sismo del 19 de septiembre de 1985; estos registros aparecen en la tabla 6. De acuerdo a datos preliminares presentados por el Instituto de Geofísica de la UNAM a unas horas de la catástrofe, se presentó a las 7:19 (tiempo de la Ciudad de México). Tuvo una magnitud $M_s = 8.1$ en la escala de Richter y afectó a más de dos terceras partes de la República Mexicana. El epicentro del sismo principal se localizó frente a las costas del Estado de Michoacán, con foco a los $18:02^\circ N$ y $102.75^\circ W$, a una profundidad de 18 Km. (Fig. 12). La intensidad máxima observada fue de IX en la escala de Mercalli en las poblaciones de Lázaro Cárdenas, Ixtapa y la Unión, todas cercanas al epicentro; sin embargo, fue en la Ciudad de México y en Ciudad Guzmán, Jal; en que las intensidades variaron entre VIII y IX donde se presentaron los mayores daños. En la Ciudad de México, los daños observados fueron: 3,000 muertos; 40,000. heridos, 50,000. damnificados; 412 edificios derrumbados y 3,124 con serios daños; suspensión del servicio de agua potable en un 50%; de energía eléctrica en un 40%; de comunicación telegráfica en 60 %; de la comunicación telefónica de larga distancia, tanto nacional como internacional, en un 99% y la comunicación local en un 60%; por otro lado, Ciudad Guzmán reportó el 60% de sus edificaciones destruidas y por lo menos 10,000. damnificados.

En los Estados de México y Morelos fueron reportados daños de menor proporción, consistentes en la suspensión del servicio de agua, energía y comunicación telefónica; derrumbes en vías de comunicación; cuarteaduras en edificaciones y derrumbe de bardas. Posteriormente el servicio sismológico, con datos corregidos por la red de sismográfica nacional así como por estaciones en el extranjero proporcionó las características del macrosismo. Este informe se presenta más adelante, en el inciso 4.4 .

Antes de él se presenta un panorama general de la sismicidad y tectónica del Valle de México que permitirá entender con mayor facilidad las intensidades y características del movimiento del suelo en el Distrito Federal (México).

4.3 Sismicidad y Tectónica de la Cuenca del Valle de México.

Las principales características de la sismicidad en la Cuenca del Valle de México, son las siguientes:

- a) Agitación microsísmica muy amplia
- b) Temblores locales frecuentes.
- c) Relaciones de daños inesperados como efecto de microsismos mexicanos distantes.

Estas características son consecuencia de las propiedades del suelo, que son muy desfavorables, principalmente en las zonas de lago y de transición. (Ref. 12).

La Cuenca del Valle de México se formó, y aún continúa bajo la acción de un extraordinario vulcanismo de grandes esfuerzos tectónicos y de procesos hidrológicos, climáticos, etc, y debido a ello se han originado fracturas, fallas, montañas, volcanes erupciones y barreras. Además su situación geográfica, corresponde a la porción central del Eje Volcánico transmexicano.

Es bien conocido en geología que las erupciones volcánicas suelen ocurrir por fracturas, como en la Cuenca del Valle de México. La mayoría de los depósitos son de origen volcánico, y todas las eminencias están formadas -- tando por volcanes individuales como por la superposición de productos de varios de ellos; es de suponerse, además, que existan una gran cantidad de fracturas y fallas si bien la mayoría están cubiertas por los mismos productos -- volcánicos.

El lugar donde la Cuenca del Valle de México está asentada ha sufrido el impacto de esfuerzos tectónicos que han roto y fracturado sus formaciones, se supone

que los esfuerzos a que fue sometida la corteza terrestre fuera de tensión, - ya que estos son los que con más facilidad permiten la salida del magma a la superficie. La tectónica del lugar la establecen dos líneas; primero la línea "Chapala - Acambay" (ramaldela conocida falla de San Andrés) y la línea de -- fracturamiento Clarión.

1) Línea Chapala - Acambay.

Esta es una línea bastante ancha considerando que actualmente ocupa una extensión de unos 65 Km, su borde meridional lo definen los siguientes puntos:

- a) Borde norte de Monte Bajo
- b) Cima de la sierra de Guadalupe
- c) Borde norte de la Sierra Nevada.

El borde septentrional se define por:

- a) Elevaciones escarpadas de Pachuca

2) Falla Clarión.

Esta línea atraviesa México de oeste a este, su recorrido queda - señalado por el alineamiento de grandes volcanes:

Volcán de Colima, Cerro de Tancitaro, Nevado de Toluca, Popocatepetl y Pico de Orizaba.

La falla Clarión es de reciente formación, el ancho de la zona fracturada es - reducido ya que mide al sur de la Cuenca unos 20 Km.

Las primeras manifestaciones volcánicas de la Fractura Clarión, -- fueron ardientes avalanchas que dieron origen al Tepozteco. Posteriormente apa recen los volcanes del Ajusco y los conos que constituyen los pies del Iztacci huatl y el Ventorrillo. Las lavas basálticas dan lugar a la Sierra del Chichinautzin, la cual viene a obstruir definitivamente el drenaje y la Sierra de las Cruces, creando la cuenca cerrada del Valle de México. A consecuencia de dicha obstrucción se acumuló el enorme relleno de origen aluvial, fluvial y lacustre al pie norte de la Sierra del Chichinautzin.

En la Sierra del Chichinautzin se distinguen 2 alineamientos de los conos vol-

cánicos. El primero con alineamientos dirigidos de oeste a este insinúan la existencia de fracturas y fallas importantes ocultas bajo las lavas. El segundo alineamiento tiene conos dirigidos de suroeste a noreste. A este alineamiento pertenecen los conos del Tenango y la Sierra de Santa Catarina.

Como conclusión se puede decir que la actual conformación de la Cuenca del Valle de México obedece principalmente a :

- a) Surgimiento de la línea Chapala - Acambay, que da lugar a las formaciones en la parte norte de la Cuenca.
- b) Surgimiento de la línea de fracturamiento Clarión, la cual da origen a la Sierra del Chichinautzin al sur de la Cuenca.
- c) Surgimiento de numerosas fallas y fracturas secundarias como consecuencia de las 2 anteriores.

La zona de la Cuenca del Valle de México es una zona altamente volcánica, y en ella está presente la influencia tanto de la falia de San Andrés como del Cinturón Volcánico Circumpacífico.

Las gráficas obtenidas en el sismógrafo de Tacubaya muestran que la agitación microsísmica es continua y de notable amplitud en razón directa con el tránsito en la Ciudad de México, e influida por fenómenos meteorológicos. Esta agitación microsísmica es todavía más amplia en la " zona del lago ", donde predominan terrenos blandos.

En la Cuenca del Valle de México, especialmente en determinadas zonas de la Ciudad de México, debido a los acomodamientos del suelo se originan sismos locales.

En la Cuenca también se han presentado macrosismos originados a distancias en que la energía sísmica llega normalmente atenuada.

En la referencia 6 se presentan algunos de estos macrosismos, a los que se les han trazado sus respectivas isosistas. En dicha referencia se presenta un resumen y clasificación de los movimientos sentidos en la Cuenca del Valle de México hasta 1970 y, además, se detalla una relación de macrosismos originados en la Cuenca del Valle de México y en otras zonas de la República cuyas intensidades corresponden al Distrito Federal, de 1460 a 1970.

4.4 Características del Macrosismo.

El sector Michoacán se encuentra ubicado en la costa de México y se extiende desde 101.5° hasta 103.0° longitud Oeste, o sea desde Zihuatanejo, Gro. hasta Maruata, Michoacán. A este sector se le conoce como Brecha de Michoacán (Michoacán Gap). A esta Brecha se le había denominado zona de quietud o calma sísmica, porque no había ocurrido ningún sismo característico desde 1800; es decir durante más de 180 años, en contrapartida con las regiones del sur del país, donde los períodos de recurrencia de sismos es del orden de 32 a 56 años.

Por tal motivo aquí se presentan dos situaciones, primero que la brecha de Michoacán se considerara asísmica o que presentase períodos de recurrencia mayores que las regiones del sur del País. Lo cual muestra que una zona de quietud que se encuentra en un área de Subducción sísmica activa, está generando una acumulación de energía, que tendrá que ser liberada en forma de sismos. Esto fue lo que dio origen al macrosismo del 19 de septiembre de 1985.

Sus principales distintivos fueron:

a) Epicentro y Magnitud. El epicentro del terremoto fue localizado por el Servicio Sismológico Nacional a 17.68° N y 102.47° W, en el Océano-Pacífico frente a la desembocadura del Río Balsas. Su hora de origen fue a las 07:17:48.5 horas local del día 19 de septiembre de 1985; su magnitud fue de 7.8 (Ms) o de 8.1 (Mw). La profundidad focal fue de 33.Km.

Este sismo originó un maremoto o Tsunami, con una altura máxima de ola en Lázaro Cárdenas de un poco más de 2 metros, no causando mayores daños ni víctimas; cabe señalar que es el primer maremoto que se haya registrado y observado científicamente en México.

b) Intensidades. Las intensidades en la Ciudad de México variaron entre VI y IX dependiendo de la zona. En la periferia del Valle de México, zona de lomas, fue de VI mientras que en el centro de la Ciudad (zona de lago) fue de VIII o IX.

El inicio del sismo fue muy leve, con intensidades de II a III, pero poco a poco se fue incrementando hasta llegar a un movimiento oscilatorio, con períodos del orden de 2 segundos, que duró más de 2 minutos.

Las zonas que más daños sufrieron fueron las que están situadas en el centro de la Ciudad de México.

En la tabla 7 se presentan algunas intensidades que se registraron en ciertas ciudades de la República.

c) Cálculo de la magnitud. Se presenta en el anexo III. (Ref. 11).

d) Movimiento del Suelo en el Distrito Federal.

El movimiento del terreno en el D.F., presentó las siguientes características en los diferentes lugares donde se tienen acelerógrafos.

- 1) En los Viveros de Coyoacán, las aceleraciones alcanzan el 44% de la gravedad, situados en la zona de transición.
- 2) En Ciudad Universitaria, la aceleración fue de 40% de la gravedad, y en 1957 fue de sólo 2.5, el suelo en este sitio está sobre roca y el período predominante fue de 2 segundos.
- 3) En el Observatorio Sismológico de Tacubaya, las aceleraciones máximas alcanzaron hasta el 34% de la gravedad, el suelo en este sitio es terreno firme.
- 4) En el centro SCOP, se alcanzaron aceleraciones del 18% de la gravedad, contra el 6% en el sismo de 1957, es decir el triple; en terreno blando, presentándose un período de 2 segundos.
- 5) En la central de abastos la aceleración del terreno marcó 10% de la gravedad, y el período de 3 segundos. En 1957, no se tenía acelerógrafo en este sitio, por lo cual no es posible la comparación.

En la figura 13 se localizan los ocho acelerógrafos, de la Ciudad -

de México que registraron el sismo, de los cuales 3 están en Ciudad Universitaria.

En la figura 14 de muestran los acelerogramas ya corregidos que se registraron en los Viveros de Coyoacán. El acelerograma ya corregido obtenido en Tacubaya aparece en la (Fig. 15) y el registrado en el centro SCOP se muestra en la (fig. 16).

Las figuras 17 y 18, se muestran las aceleraciones, velocidades y desplazamientos registrados en el centro SCOP en las direcciones EW y NS. En las figuras 19, 20 y 21 se muestran las aceleraciones velocidades y desplazamientos, registrados en la Central de Abastos, en las direcciones NS, - EW y la componente vertical.

Un resumen de las características de los movimientos registrados por los diferentes acelerógrafos durante el sismo del 19 de septiembre de -- 1985, se presenta en la tabla 8.

e) Estudio de las Réplicas.

De las réplicas registradas hasta el día 23 de septiembre a las 13 horas (GMT) se desprende el siguiente análisis. De los registros de campo, se observa que la mayor parte de la actividad sísmica ocurre en el mar.

En la figura 22 se delimita la zona de réplicas, entre las líneas A y E. Los segmentos achurados B, C y D, muestran, las regiones en donde han ocurrido la mayoría de las réplicas, también con estrellas se indican los epicentros del evento principal y la réplica mayor. El área probable de réplicas abarca desde Zihuatanejo, Gro. hasta Puerto Maruata, Mich. (Sector Michoacán). En la fig. 23 se localizan las principales réplicas del macrosismo y en la - Fig. 24 se muestran todos los sismos del mes de septiembre de 1985. La distribución del número de réplicas de 80 segundos, registradas en el sísmógrafo de Iguala, Gro, se presenta en la Fig. 25, para distintos valores de tiempo Sg - Pn, donde Sg es la onda transversal directa y Pn la onda Longitudinal. En la parte inferior de la figura se ha estimado la distancia equivalente; multiplicando las diferencias de tiempo por el factor 8.5 Km/seg; también se incluyen los límites A y E, y los agrupamientos de réplicas denominadas B, C y D que se mostraron en la Fig. 22. Con el fin de diferenciar las regiones de recurrencia de las réplicas del evento principal y la réplica mayor en la Fig. 26, se muestra una distribución idéntica a la anterior, pero antes de la r

plica mayor.

Como se aprecia, las réplicas ocurren principalmente entre las regiones C y D, incluyendo éstas; los del evento principal ocurren muy cerca de Lázaro - Cárdenas, la región B corresponde a réplicas asociadas a la mayor del 20 de septiembre, muy cerca de Zihuatanejo.

La Fig. 27, presenta un histograma del número de réplicas cada 6 horas, en el que se aprecia como el número de éstas disminuyen con el tiempo. Después del evento principal decrece en número, pero después de la réplica mayor aumenta temporalmente, para después disminuir, a medida que transcurre el tiempo.

Como conclusión se puede decir que el evento principal y la réplica mayor prácticamente liberaron la mayor parte de la energía acumulada en la Brecha sísmica de Michoacán. Esto no implica que la actividad sísmica en la zona haya cesado. Podrán seguir habiendo movimientos que irán siendo menores a lo largo del tiempo hasta prácticamente volver a llegar a una zona de calma y años después volverá a incrementarse la actividad para producir un nuevo -- sismo característico (macrosismo).

Las características del sismo del 19 de septiembre, concuerdan, con las que se pensaba que podía ocurrir en la Brecha de Michoacán, * aunque sus efectos en el Distrito Federal, a 400 Km de distancia, superaron con mucho lo se podía esperar. Aparentemente las causas por las que se produjeron tantos daños se deben a dos razones, la primera es la forma en que se radió la energía desde el epicentro, y la segunda, es la especial estructura y composición del Valle de México. (Estratigrafía, Valle cerrado, subsuelo, etc.)

Supuestamente, la ruptura se propagó en dirección nordeste produciendo efectos direccionales con rumbo a la Cd. de México, esto provocó que llegaran al Valle de México ondas elásticas, con una cantidad de energía mayor que la normal, esto contribuyó a que las aceleraciones fuesen mucho mayores que las de sismos anteriores.

Por otra parte, el movimiento del terreno en la zona blanda de la Ciudad de México, tuvo una semejanza con un movimiento armónico, lo que provocó que las estructuras entraran en resonancia, lo que explica su destructividad.

* Otra zona de calma de la placa de Cocos donde se prevé un macrosismo del mismo tipo del 19 de septiembre es en Costa Rica.

La amplificación del movimiento en la zona blanda de la Ciudad de México fue muy alta, como se puede ver en las Figs. 17 a 21 relativas a los desplazamientos, por eso es que fue muy dañada.

4.5 La réplica del 20 de Septiembre.

Este sismo presenta las siguientes características.

Ocurrió a las 19:38 horas con una magnitud $M_s=7.3$, con coordenadas epicentrales de 17.4 latitud Norte y 102.0 longitud Oeste.

Se sintió en la Ciudad de México, con una intensidad variable - entre VI y VIII; dependiendo de la zona. Los daños que ocasionó fueron sobre las construcciones dañadas por el primer sismo.

5. EFECTOS EN LA CIUDAD DE MEXICO

En el presente capítulo, se analizán los principales daños que se presentaron en la Ciudad de México, donde cabe mencionar que hay zonas - más susceptibles que otras para los efectos sísmicos, como se pudo apreciar en el sismo del 19 de septiembre que fue mas violento en unos sitios que en otros.

A continuación se presenta la zonificación de la Ciudad de México en base a criterios de Mecánica de Suelos.

5.1 Zonificación de la Ciudad de México. (Ref. 17).

La Ciudad se ha dividido en tres zonas según la estratigrafía - del subsuelo; estas zonas son las siguientes; del Lago, de Lomas y de transición.

La zona del Lago está localizada en la antigua área lacustre, - está constituida por arcillas blandas de alta compresibilidad, con gran contenido de agua.

La zona de Lomas se encuentra al poniente y al sur del Valle de México, se compone de rocas porosas, lahares, materiales aluviales gruesos y colados de lava, que dan buen apoyo a las construcciones.

La última zona, es la de transición, compuesta por materiales arcillosos de poco espesor. (Fig. 28).

5.2 Tipos y Distribución de Daños.

Los diferentes tipos de daños observados pueden clasificarse como sigue:

- a) Colapso total o parcial de la construcción
- b) Daños estructurales extremadamente graves
- c) Daño estructural severo
- d) Daños menores.

En el primer caso, se presentan los edificios que se derrumbaron debido a fallas estructurales, fallas de cimentación o fallas provocadas por una construcción vecina.

En el segundo caso, se incluyen aquellos edificios que se vieron muy afectados en la estructura, a tal grado que se tengan que demoler.

En el tercer caso, se incluyen a las estructuras que técnicamente pueden repararse.

En el cuarto y último caso, se refiere a estructuras dañadas en elementos no estructurales.

Se puede definir, un área donde se presenta una alta densidad de colapsos y daños extremadamente severos, siendo aproximadamente de 22 Km²; y otra zona en que la densidad de estos daños es menor, teniendo aproximadamente 65 Km². (Fig. 29).

Hay que hacer hincapié, en que la zonificación anterior, se relaciona con el número de construcciones dañadas, y no con la cantidad de edificios existentes en la zona; por ejemplo, hay zonas de la Ciudad donde no se ven daños apreciables y se debe a que no existen edificios de los que fueron más afectados y no porque la intensidad del sismo fuese menor.

Existe una relación entre la zona más afectada y el tipo de suelo, en donde el área dañada se encuentra en la zona de terreno compresible de la Cuenca del Valle de México; (zona del lago) fuera de esta zona sólo se tuvieron daños leves en algunos edificios altos cuyo período de oscilación era de 2 segundos o cercano a 2 y que coincidió con el período del macrosismo.

La zona de mayor daño, fué la localizada en el poniente de la zona compresible, donde la primera capa dura se localiza entre los 26 y 32 m. y la profundidad de la segunda capa está entre 30 y 46 m.

Otras zonas con severos daños, sobre todo en construcciones tipo casa habitación unifamiliar fueron Mixquic, Xochimilco, Tlahuac y la colonia - Escuadron 201, en su zona vecina al río Churubusco.

5.3 Características de las Construcciones Dañadas.

Para realizar un estudio de las construcciones dañadas, se definieron algunas características de las construcciones afectadas y éstas son las --

siguientes:

- a) El número de niveles
- b) La fecha de construcción
- c) El sistema estructural

a) Con relación al número de niveles, se observa que la mayor cantidad de fallas se presentan en edificios que tienen entre 6 y 15 pisos. Esto se debe a que en la zona de terreno compresible, el movimiento del terreno tuvo períodos dominantes muy largos que afectaron poco a las estructuras relativamente rígidas, con períodos naturales cortos, como son en general las construcciones de pocos pisos. El daño mayor se presentó en los edificios de mediana altura cuyo período está muy cerca al dominante del terreno aproximadamente (2.0). Los edificios de gran altura son muy flexibles y tienen períodos naturales muy superiores a los del terreno y por eso sufrieron pocos daños.

b) Con lo que respecta a la edad, se clasificaron según los correspondientes a los períodos de vigencia de los distintos Reglamentos de Construcciones en la ciudad. Antes de 1957, no existía ninguna reglamentación al diseño sísmico; entre 1958 y 1976 tuvieron vigencia las normas de emergencia y el reglamento que contenían requisitos detallados de diseño sísmico. Después de esta fecha entró en vigor el reglamento actual.

El número de fallas de edificios posteriores a 1976, supone una mejora en la calidad de las edificaciones; por otra parte, el número de fallas también anteriores de 1957 se deba a los pocos edificios altos construidos antes de esa fecha.

c) Con lo que respecta a esta característica, o sea el sistema estructural; se afectaron estructuras de concreto a base de columnas y losa reticular de concreto, estructuras de columnas de acero y vigas de perfiles laminados o de alma abierta de acero, y estructuras a base de muros de carga de mampostería.

Se pueden apreciar muy pocas edificaciones con fallas, construidas a base de mampostería, a pesar de su gran cantidad; pero por su poca altura y su rigidez quedan incluidas dentro de un intervalo de períodos

de vibración, donde los efectos del movimiento del terreno en zona compresible fueron menores. Con relación a los otros sistemas estructurales, es difícil determinar una conclusión. Probablemente se deba a la cantidad de edificios construidos con esos sistemas dentro del intervalo de número de pisos que fue más afectado por el sismo (de 6 a 15 pisos).

Las estructuras de acero que presentan fallas, corresponden a construcciones bajas y antiguas, que no constituían marcos propiamente dichos. La mayor parte de los daños en edificios de losa reticular, se presenta en años recientes y para alturas intermedias, con lo que se demuestra que este sistema constructivo fue muy usado en años recientes.

Observaciones Adicionales.

Las estructuras más afectadas en un sismo son las que tienen una gran relación de esbeltez, sea vertical u horizontal. El primer caso concierne a edificios altos, el segundo a acueductos, tuberías, líneas de conducción, metro.

Estas últimas construcciones, dada su alta rigidez con respecto al terreno que las rodea, concentran esfuerzos hacia sí y , aunque ellos sí los puedan resistir, reflejan la acción hacia sus vecinos que no siempre pueden salir bien librados.

Esto sería también aplicable a edificios pesados o a grandes concentraciones de edificios, tipo SCOP o Centro Médico, o Tlatelolco, donde hay una alta concentración de esfuerzos, que puede afectarlos a ellos y a sus vecinos por reflexiones de onda.

5.4 Daños en Servicios Públicos.

1. Agua Potable.

El primero fue el abastecimiento y la distribución del agua potable. De un suministro total de 35 m³/seg. se perdieron 7.6 m³/seg. por causa de varias fracturas que sufrió el acueducto Tláhuac Xochimilco. También las redes

de distribución interna del abastecimiento que sufrieron daños de consideración; en la red primaria se presentaron 93 fugas en tuberías de 36 a 48 pulgadas de diámetro, en la red secundaria se detectaron 1822 fugas.

2) Drenaje.

El drenaje profundo sufrió daños mínimos; entre ellos se encuentran el de río de la Piedad, que es drenaje superficial, pero afortunadamente no llovió en esos días y no se presentaron inundaciones.

3) Sistema de Transporte Colectivo (Metro).

Las estructuras del metro soportaron perfectamente; sólo se presentaron desperfectos superficiales en algunas estaciones. En la estación - Pino Suárez se corrigieron los daños estructurales, a causa de que le cayeron encima las torres D y E del conjunto. Algunas estaciones del centro suspendieron el servicio unos días por cuestiones de seguridad.

4) Edificios Públicos.

Se han encontrado en muchos edificios de Gobierno que no debían de estar sobrecargados, tenían toneladas de papel en los pisos superiores, - en contra de todas las normas de seguridad. En otros casos se cambió de uso o se hicieron modificaciones sin tomar en cuenta el diseño estructural y las cargas de proyecto.

5.5. Edificios Afectados.

Se considera preliminarmente que fueron al menos 300 edificios afectados que tendrán que demolerse, entre ellos tenemos.

Edificios públicos	23
Escuelas	116
Centros de Salud	7
Particulares	104
Cines y Teatros	46
Deportivos	3
Centro Mobiliario Urbano	1

En el anexo V se presenta la lista de algunos edificios derrumbados.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los sismos del 19 y 20 de septiembre dejaron muchas lecciones -- que se deben asimilar y tomar en cuenta para el mejoramiento del diseño y -- construcción en zonas sísmicas.

Una de las razones principales por las que el sismo del 19 de -- septiembre fue tan destructivo, se debió a la combinación intensidad-tiem- po tan grande, superando con mucho las normas de diseño y construcción vi- gentes en el Distrito Federal, los que se creían ofrecían una seguridad -- razonable antes del 19 de septiembre de 1985.

Con base en esta experiencia, es recomendable se modifiquen las -- normas en lo que respecta a la magnitud de las fuerzas sísmicas para las -- que deberá protegerse a las construcciones. Aunque a este respecto surge -- una reflexión interesante: el modificar los actuales reglamentos, elevar -- factores de seguridad, coeficientes etc. redunda en un aumento importante- del costo de construcción.

El sismo que se presentó fue, como ya se vio, algo excepcional -- por ser un sismo característico con recurrencia de más de 70 años. Su Mag- nitud en el epicentro fue $M_S = 8.1$, muy elevada pero lo dañino no fue eso, sino la combinación de reflexiones y refracciones de onda seguidos hasta -- llegar a la Ciudad de México, donde el fenómeno se amplificó dadas las preca- rias condiciones de algunas zonas del suelo y los hundimientos totales y di- ferenciales que ya existían en muchas estructuras que resultaron dañadas.

La reflexión viene a lo siguiente: ¿ valdrá la pena encarecer aún más los costos de construcción para prevenir un fenómeno tan aleatorio como el que se presentó el 19 y 20 de septiembre?.

Si bien hubo colapsos, estos fueron mínimos con relación al núme- ro de edificios existente en el área afectada.

Muchos edificios efectivamente, quedaron inservibles pero, lo que es muy im- portante, quedaron en pie, Esto prueba que el reglamento era adecuado y --

que si extraordinariamente se rebazaron todas las previsiones hechas hasta la fecha, los edificios, aunque hayan quedado inservibles y deban demolerse, resistieron al cataclismo.

Los efectos observados en la ciudad, causados por dicho macrosismo, afectaron predominantemente a miembros estructurales como: columnas, trabes y losas planas; las estructuras tipo más afectadas fueron edificios con planta baja libre y profusión de muros en el resto de sus niveles, edificios de esquina; las cimentaciones más dañadas fueron aquellas sobre pilotes de fricción y estructuras previamente dañadas por hundimientos diferenciales y sismos anteriores; hubo asimismo un número elevado de daños severos por choque entre estructuras colindantes y a incrementos de cargas con respecto a las consideradas en el proyecto, debido al cambio de uso de la construcción y ampliaciones de la misma sin una adecuada revisión tanto estructural como de cimentación.

El mantenimiento (falta de él) fué otra de las causas de catástrofes, por lo cual se sugiere que en el próximo reglamento se incluya la verificación periódica de los edificios.

Por otra parte, deberá considerarse que la seguridad de las edificaciones depende también del control de calidad que se ejerza en la construcción de la obra misma, luego de haber sido cuidadosamente diseñada; por ello y para que las recomendaciones de diseño, la cimentación y demás instalaciones sean ejecutadas como se indica en las memorias de cálculo, se sugiere que el nuevo reglamento deba contener disposiciones relativas a la supervisión de obra por los mismos que las calculen.

El otorgamiento de licencias de peritos también deberá ser cuestionado exigiéndose el conocimiento de diseño sísmico tanto en estructuras como en cimentaciones.

Una de las actividades concretas que se deben realizar son las de:

- 1) Ampliar la red de acelerógrafos en el área metropolitana del Valle de México, para determinar el riesgo sísmico.

Los registros instrumentales sugieren que las sollicitaciones dinámicas del temblor principal excedieron a las especificadas en el Reglamento de Construcciones en vigor. Por lo cual se hace necesaria la-

revisión del mismo por métodos estocásticos y de otro tipo relacionada con la sismicidad en el Valle de México. Debe tomarse en cuenta que en temblores futuros es posible que las características de la excitación dinámica sean diferentes de las de sismos anteriores y que, por tanto, sea diferente la distribución de intensidades en el Distrito Federal.

- 2) Analizar el comportamiento de los suelos blandos del Valle de México ante excitaciones grandes.
- 3) Estudiar los daños que ocasionó el temblor y proponer soluciones o criterios de análisis y diseño para evitarlas en el futuro.
- 4) Instalar acelerógrafos y elaborar reglamentos de construcción para otras ciudades del país, especialmente las localizadas en zonas de alto potencial sísmico (Fig. 8).
- 5) Vigilar que se cumplan adecuadamente los criterios de control de calidad de materiales, y que los reglamentos se cumplan debidamente.

Con las inspecciones que se han efectuado a algunos edificios dañados, se pueden exponer algunas condiciones sobre el comportamiento de las estructuras:

Se podría decir que la causa principal de las fallas, se debe atribuir a la excesiva duración del movimiento sísmico y la amplificación de intensidades en una zona determinada de la Ciudad, lo que ocasionó que las construcciones se vieran sujetas a sollicitaciones muy superiores a las especificadas en el reglamento de construcciones vigente hasta la fecha. Esto, a su vez, puede ser, -- con mucho, atribuible a la combinación de topografía, condiciones del subsuelo, condiciones estructurales del inmueble al momento del sismo (Refs. 17 a 21).

Las estructuras que colapsaron debido a fallas en la cimentación fueron muy escasas. Se presentó en edificios esbeltos con movimientos de volteo alto, con cimientos por losas, cajones o con pilotes de fricción. También hubo casos más frecuentes pero difíciles de precisar, en donde se presentaron fallas en la cimentación, pero que ésta no fue la causa principal del colapso --

del edificio. Otro número importante de edificios que se vieron afectados - por haber sufrido reducción de su capacidad estructural, a causa de hundimiento diferencial excesivos antes del sismo. Estos casos podrían subdividirse en 2 grupos, según la causa del hundimiento excesivo; primero la carga de la propia estructura o asentamiento regional del Valle y el segundo grupo ocurriría en sitios de la ciudad con subauelo muy irregular en estratigrafía, o en casos de edificaciones contiguas con tipos de cimentación diferente.

Dentro de los casos considerados como daños severos reparables, - ocurrieron unos en que la falla incipiente de cimentación fue la causa del - daño dominante, y el daño consistió en la inclinación del edificio si éste - es esbelto o en su hundimiento casi uniforme si no lo es. Se observa en estos casos que antes del sismo el edificio tenía ya hundimiento excesivo.

En ocasiones las causas de fallas de las estructuras se deben a una deficiencia de diseño o construcción, en otras será el cambio de uso del inmueble para el cual se diseñó; en ciertos casos las sobrecargas no previstas en el proyecto como la acumulación de archivos, libros o muebles pesados. Se debe mencionar que otras causas de fallas, fueron en el suelo de cimentación provocadas por un movimiento sísmico.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. J. M. Bolivar
Geología
División de Estudios de Posgrado
Facultad de Ingeniería,
U.N.A.M.
2. Z. Jiménez
Sismos y Sismología
Instituto de Geofísica
U.N.A.M.
3. Revista Información Científica y Tecnológica
Vol. 11, No. 33, 15 de Noviembre de 1980
CONACYT.
4. Revista Time
No. 39,30 Septiembre de 1985
5. E. Rosenblueth, N. Newmark
Earthquake Engineering.
Ed. John Wiley
6. R. Morales
Apuntes sobre Sismicidad
Curso de Geotenia I.
Facultad de Ingeniería
U.N.A.M.
7. E. Rosenblueth
Tiraje especial de la Revista Ingeniería
México, 1957
8. Manual de Diseño de Obras Civiles
Comisión Federal de Electricidad
Partes C. 1.3 y B.1.4
9. R. Morales
Influencia del suelo en el riesgo sísmico
Trabajo escrito para concurso de oposición
para Profesor Titular "C" de tiempo completo
Facultad de Ingeniería
U.N.A.M. 1985
10. J. Figueroa
Carta Sísmica de la República Mexicana
Instituto de Geofísica
U.N.A.M. , 1959

11. Revista Ingeniería
No. 3, 1985
Facultad de Ingeniería
U.N.A.M.
12. J. Figueroa
Sismicidad en la Cuenca del Valle de México
Instituto de Ingeniería, No. 289
U.N.A.M., 1971
13. J. Prince, et all
Acelerogramas de Ciudad Universitaria, 19/9/85
Instituto de Ingeniería
U.N.A.M.
14. E. Mena, et all
Acelerogramas del Centro SCOP. 19/9/85
Instituto de Ingeniería
U.N.A.M.
15. R. Quass, et all
Acelerogramas de la Central de Abastos, 19/9/85
Instituto de Ingeniería
U.N.A.M.
16. J. Prince, et all
Acelerogramas de Viveros de Coyoacán y Tacubaya.
Instituto de Ingeniería
U.N.A.M.
17. R. Marzal y M. Mazari
El Subsuelo de la Ciudad de México
2ª Edición
U.N.A.M., 1968.
18. Revista Información Científica y Tecnológica
Vol. 1, No. 2, 30 de Julio de 1979
CONACYT
19. F. Sánchez, E. Rosenblueth
Ground Motion al Canyons of Arbitrary
Shape under incident. Sh. Waves
Instituto de Ingeniería
U.N.A.M., 1980
20. S. Ruíz
Influencia de las Condiciones locales en las
Características de los Sismos
Instituto de Ingeniería, No. 387
U.N.A.M., 1977
21. S. Ruíz, L. Esteva
Análisis Probabilístico de la Respuesta Sísmica
de Estructuras sobre varios apoyos en Suelos Blandos
Instituto de Ingeniería, No. 432
U.N.A.M., 1980.

22. Boletín Informativo Mensual, Septiembre 1985
Instituto de Geofísica
U.N.A.M.
23. Revista Información Científica y Tecnológica
Número Especial
Vol. 7, No.110, Noviembre de 1985
CONACYT
24. Modificaciones de Emergencia al Reglamento
de Construcciones para el Distrito Federal
D.D.F.
25. A. Beiser
La Tierra
Colección de la Naturaleza
Time Life, 1982.
26. F. Alcaraz Lozán
Que hacer en caso de un sismo
Ingeniería Integral,
27. Ier. Simposium Internacional
Estudio Estadístico de Daños en inmuebles en el
Distrito Federal ocasionados por los sismos de sep
tiembre de 1985.
Secretaría General de obras del Departamento del D.F.
México, Septiembre 1986.

A N E X O S

A N E X O I

1985

Sismos detectados en el mes de septiembre de 1985

FECHA	HORA	EPICENTRO		REGION	PRDF	MAG	NO
SEP							
2	19 28	55.0	15.18N	92.37W COSTA DE CHIAPAS	33	4.8	4
3	10 57	41.3	18.00N	102.35W COSTA DE MICHOACAN	9		9
3	21 26	49.9	19.55N	99.69W EJE VOLCANICO CENTRAL	5		10
4	01 38	01.5	16.54N	98.36W CERCA COSTA GUERRERO-OAXACA	33		12
4	13 27	48.5	17.36N	101.70W COSTA DE GUERRERO	33		13
6	12 00	21.5	15.67N	98.37W FRENTE A COSTA DE OAXACA	15		15
6	13 17	13.5	15.88N	98.30W FRENTE A COSTA DE OAXACA	9		16
7	00 16	10.0	15.81N	99.88W FRENTE A COSTA DE GUERRERO	33		17
7	15 54	41.0	18.49N	102.76W COSTA DE MICHOACAN	9		18
8	06 29	10.5	16.20N	96.28W OAXACA	33		20
8	15 30	02.3	14.75N	92.10W CERCA COSTA MEXICO-GUATEMALA	90		21
9	08 54	56.0	17.48N	94.19W ISTMO DE TEHUANTEPEC	33		22
9	18 26	34.0	15.28N	97.16W FRENTE A COSTA DE OAXACA	33		23
10	00 18	18.0	15.59N	95.54W GOLFO DE TEHUANTEPEC	33		24
10	01 51	43.0	15.70N	95.63W GOLFO DE TEHUANTEPEC	33		25
11	02 06	54.7	16.70N	98.27W CERCA COSTA GUERRERO-OAXACA	16		27
11	23 43	17.0	16.04N	98.12W CERCA COSTA GUERRERO-OAXACA	9		29
12	23 49	12.5	13.53N	92.79W FRENTE COSTA MEXICO-GUATEMALA	60		30
13	14 47	43.4	17.41N	101.54W COSTA DE GUERRERO	33		31
14	23 39	30.5	17.64N	101.22W COSTA DE GUERRERO	33		32
15	07 57	53.8	17.75N	97.28W OAXACA	56	5.5	33
16	02 42	04.6	16.68N	95.27W OAXACA	105		35
16	17 12	34.5	14.35N	92.60W CERCA COSTA MEXICO-GUATEMALA	33		36
17	10 39	29.5	13.56N	91.15W FRENTE A COSTA GUATEMALA	33	4.7	37
19	00 06	27.0	16.81N	101.72W FRENTE A COSTA DE GUERRERO	33		38
19	13 17	44.5	18.02N	102.75W COSTA DE MICHOACAN	18	8.1	39
19	13 39	16.7	16.59N	102.34W FRENTE A COSTA DE GUERRERO	33		40
19	14 15	19.0	17.87N	103.51W FRENTE A COSTA DE MICHOACAN	33		41
19	14 49	34.7	17.38N	102.75W FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		42
19	15 26	59.0	17.63N	102.06W FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	16		43
19	15 50	45.2	17.71N	102.13W FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33	4.8	44
19	16 02	21.7	17.90N	101.96W COSTA DE GUERRERO	16		45
19	16 06	38.0	18.07N	102.77W COSTA DE MICHOACAN	16	3.9	46
19	16 38	27.7	17.33N	102.04W FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		47
19	16 45	51.7	17.49N	102.00W COSTA DE GUERRERO	16		48
19	17 19	41.5	18.86N	103.04W COSTA DE MICHOACAN	33		49
19	17 51	47.0	16.81N	101.88W FRENTE A COSTA DE GUERRERO	9		50
19	17 57	49.0	16.42N	102.10W FRENTE A COSTA DE GUERRERO	16		51
19	18 12	35.4	17.81N	102.59W FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	16		52
19	18 26	20.3	18.16N	102.77W COSTA DE MICHOACAN	33	4.2	53
19	18 29	26.8	17.24N	101.98W COSTA DE GUERRERO	33	5.0	54
19	18 43	33.0	17.55N	101.77W COSTA DE GUERRERO	33		55
19	19 19	48.7	17.65N	102.21W FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		56
19	19 22	51.0	16.68N	102.01W FRENTE A COSTA DE GUERRERO	33		57
19	19 40	21.5	17.80N	102.73W FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		58
19	19 51	44.1	17.69N	103.26W FRENTE A COSTA DE MICHOACAN	33		59
19	21 10	47.4	17.21N	103.11W FRENTE A COSTA DE MICHOACAN	33		60
19	21 41	39.6	17.09N	102.04W FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		61
19	22 59	13.5	17.67N	102.11W FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33	3.6	62
19	23 44	50.3	17.59N	101.92W COSTA DE GUERRERO	16		63
20	01 32	20.2	17.73N	102.05W FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	12		64
20	03 34	48.0	17.14N	102.25W FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	16	4.7	65

1985

SUMARIO DE SISMOS REGIONALES

FECHA	HORA	EPICENTRO	REGION	PROF	MAG	NO
SEP						
20	03 42 30.5	17.60N 102.50W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33	4.5	66
20	04 54 19.0	17.87N 102.08W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		67
20	05 19 40.0	18.85N 102.33W	COSTA DE MICHOCAN	12		68
20	05 30 07.5	17.97N 102.92W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		69
20	06 54 00.5	17.72N 102.36W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	16		70
20	07 38 15.0	17.32N 102.53W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33	4.3	71
20	08 14 48.5	17.34N 102.16W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33	3.8	72
20	08 27 18.5	17.72N 103.60W	FRENTE A COSTA DE MICHOCAN	33		73
20	09 02 25.0	14.77N 97.92W	FRENTE A COSTA DE OAXACA	16	4.9	74
20	09 20 27.5	16.29N 100.71W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO	16		75
20	09 51 45.0	17.53N 102.45W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	9		76
20	09 56 41.8	17.12N 102.77W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		77
20	10 54 58.5	18.01N 102.32W	COSTA DE MICHOCAN	9		78
20	11 10 29.0	17.57N 102.34W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	5		79
20	11 57 24.5	16.96N 102.01W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO	33		80
20	12 57 49.5	17.41N 101.91W	COSTA DE GUERRERO	16	4.0	81
20	13 02 16.0	17.34N 102.21W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		82
20	13 19 12.0	17.73N 102.26W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		83
20	14 21 02.0	17.55N 102.22W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		84
20	14 51 18.5	17.82N 102.22W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		85
20	19 22 00.0	17.44N 102.31W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	5		86
20	19 30 02.0	17.80N 102.31W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33	4.8	87
20	20 03 41.5	17.83N 101.63W	COSTA DE GUERRERO	33	3.7	88
20	20 51 21.0	16.90N 102.93W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO	15		89
20	21 55 37.5	17.00N 102.09W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		90
20	23 10 53.5	17.40N 102.17W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		91
21	00 07 16.0	17.18N 102.18W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		92
21	01 37 11.5	17.58N 101.74W	COSTA DE GUERRERO	16	7.5	93
21	02 27 22.8	16.95N 101.79W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO	33		94
21	02 37 52.5	17.60N 102.50W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		95
21	03 06 20.5	16.34N 101.37W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO	33		96
21	03 24 22.0	17.68N 101.96W	COSTA DE GUERRERO	33		97
21	04 14 18.5	17.53N 102.28W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		98
21	04 32 25.2	17.41N 101.96W	COSTA DE GUERRERO	33		99
21	04 40 46.0	17.05N 102.02W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	9		100
21	04 48 36.0	15.62N 97.98W	FRENTE A COSTA DE OAXACA	33		101
21	05 03 47.0	17.60N 102.50W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		102
21	06 09 38.0	17.67N 102.10W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	16		103
21	06 11 42.0	16.21N 99.91W	COSTA DE GUERRERO	9		104
21	06 38 01.5	17.53N 102.13W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	9		105
21	07 13 39.0	17.45N 102.76W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	16		106
21	08 05 32.5	17.47N 102.17W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		107
21	09 05 01.5	16.41N 101.64W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO	33		108
21	09 11 38.0	17.59N 102.38W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	9		109
21	09 56 04.0	16.67N 102.50W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO	5		110
21	10 12 59.0	15.91N 102.36W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO	33		111
21	10 34 19.0	16.86N 101.48W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO	9		112
21	11 00 03.5	17.50N 101.90W	COSTA DE GUERRERO	33		113
21	11 23 23.0	17.18N 101.88W	COSTA DE GUERRERO	33		114
21	11 34 23.0	17.46N 101.91W	COSTA DE GUERRERO	33		115
21	11 41 34.0	17.02N 102.05W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		116
21	11 58 59.1	17.11N 102.41W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	9		117

1985

SUMARIO DE SISMOS REGIONALES

FECHA	HORA	EPICENTRO	REGION	PROF	MAG	NO
SEP						
21	12 32 24.5	17.43N 102.02W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	16		118
21	12 39 31.8	16.69N 99.88W	COSTA DE GUERRERO	16		119
21	12 40 39.5	16.21N 101.94W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO	33		120
21	12 53 02.0	17.60N 101.92W	COSTA DE GUERRERO	5		121
21	13 39 19.0	17.95N 102.67W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	16		122
21	14 05 29.0	16.48N 101.01W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO	33		123
21	14 13 33.0	18.04N 102.37W	COSTA DE MICHUACAN	33		124
21	14 25 08.0	17.60N 102.50W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		125
21	14 44 46.5	17.58N 101.88W	COSTA DE GUERRERO	33		126
21	15 13 32.5	17.21N 101.85W	COSTA DE GUERRERO	16		127
21	15 42 00.5	16.65N 101.99W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO	33		128
21	16 03 27.0	17.68N 102.50W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	9		129
21	16 57 15.7	17.88N 101.90W	COSTA DE GUERRERO	16		130
21	17 22 27.0	17.24N 102.32W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		131
21	17 24 30.8	16.27N 100.35W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO	33		132
21	17 56 48.5	17.38N 101.94W	COSTA DE GUERRERO	16		133
21	18 15 20.0	17.81N 102.36W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	16		134
21	20 38 45.0	17.70N 102.14W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		135
21	21 09 19.8	16.64N 101.27W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO	33		136
21	22 21 38.5	17.31N 102.21W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		137
21	22 43 43.0	17.06N 101.54W	COSTA DE GUERRERO	33		138
21	23 31 05.0	18.34N 103.05W	COSTA DE MICHUACAN	33		139
22	01 18 21.0	16.67N 101.44W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO	33		140
22	01 20 12.2	16.78N 101.50W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO	9		141
22	01 32 12.2	17.26N 101.82W	COSTA DE GUERRERO	33		142
22	04 21 11.0	18.48N 103.37W	COSTA DE MICHUACAN	16		143
22	05 38 42.7	17.03N 101.49W	COSTA DE GUERRERO	16		144
22	06 19 26.5	17.55N 102.29W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		145
22	07 30 19.5	17.16N 101.92W	COSTA DE GUERRERO	33		146
22	07 48 51.5	17.06N 102.34W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	5		147
22	09 53 44.5	17.37N 101.61W	COSTA DE GUERRERO	33		148
22	10 48 16.0	17.91N 101.87W	COSTA DE GUERRERO	5		149
22	11 06 46.5	18.11N 101.96W	RIO BALSAS INFERIOR	9		150
22	13 10 32.0	17.08N 102.22W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		151
22	14 56 49.0	16.82N 102.01W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO	33		152
22	16 19 27.0	18.22N 102.28W	COSTA DE MICHUACAN	5		153
22	16 28 48.0	17.18N 102.00W	COSTA DE GUERRERO	33		154
22	17 28 24.5	17.74N 102.41W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		155
22	19 44 58.5	17.52N 102.22W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		156
22	20 17 39.5	18.39N 102.39W	COSTA DE MICHUACAN	33		157
22	21 16 48.0	17.93N 102.47W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	16		158
23	01 53 36.5	16.73N 101.51W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO	33		159
23	04 30 53.5	16.55N 101.71W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO	33		160
23	07 11 01.0	19.23N 103.24W	JALISCO-COLIMA	33		161
23	09 45 06.0	17.71N 102.97W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	16	3.7	162
23	11 48 36.0	17.85N 102.36W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		163
23	11 58 42.0	17.40N 102.36W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		164
23	19 31 20.5	17.06N 102.33W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		165
24	00 06 49.0	16.59N 102.79W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO	33		166
24	00 25 19.5	17.59N 101.94W	COSTA DE GUERRERO	33		167
24	07 03 02.0	17.79N 102.94W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH	33		168
24	13 28 12.0	17.75N 103.88W	FRENTE A COSTA DE MICHUACAN	33		169

SUMARIO DE SISMOS REGIONALES

1985	SUMARIO DE SISMOS REGIONALES						
FECHA	HORA	EPICENTRO		REGION	PROF	MAG	NO
SEP							
24	15 05	29.0	17.02N 101.98W	COSTA DE GUERRERO		33	170
24	18 35	48.0	16.83N 102.58W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO		33	171
24	22 12	29.0	16.16N 101.63W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO		33	172
24	22 37	22.0	17.67N 102.69W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH		33	173
25	00 04	30.0	16.20N 101.45W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO		33	174
25	02 00	25.0	17.41N 102.62W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH		33	175
25	03 06	16.5	16.83N 102.02W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO		33	176
25	03 54	36.5	16.63N 101.86W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO		33	177
25	07 02	56.0	17.10N 103.22W	FRENTE A COSTA DE MICHOCAN		33	178
25	07 44	06.0	18.01N 102.26W	COSTA DE MICHOCAN		16	179
25	07 54	11.0	18.58N 103.30W	COSTA DE MICHOCAN		33	180
25	07 56	50.5	17.84N 103.36W	FRENTE A COSTA DE MICHOCAN		33	181
25	08 01	29.0	18.15N 103.41W	COSTA DE MICHOCAN		33	3.0 182
25	08 14	38.0	17.09N 101.78W	COSTA DE GUERRERO		33	183
25	08 18	22.0	16.59N 101.89W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO		33	184
25	08 40	47.5	17.94N 103.23W	FRENTE A COSTA DE MICHOCAN		33	185
25	09 11	24.5	16.76N 102.02W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO		33	3.0 186
25	20 08	58.0	17.24N 101.66W	COSTA DE GUERRERO		33	188
26	07 56	04.0	17.54N 101.58W	COSTA DE GUERRERO		33	190
26	08 26	00.0	17.23N 102.23W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH		33	191
26	08 55	38.0	17.28N 103.53W	FRENTE A COSTA DE MICHOCAN		33	192
26	13 04	21.6	18.35N 103.43W	COSTA DE MICHOCAN		9	193
27	00 29	08.8	17.15N 102.28W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH		33	194
27	06 31	52.0	17.15N 101.93W	COSTA DE GUERRERO		33	195
27	06 58	14.5	18.70N 102.63W	COSTA DE MICHOCAN		33	196
27	09 16	50.0	16.94N 102.37W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO		33	197
27	11 16	22.0	17.83N 102.43W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH		33	198
27	12 41	08.8	17.56N 102.51W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH		33	199
27	15 44	56.0	17.41N 103.03W	FRENTE A COSTA DE MICHOCAN		33	200
27	16 45	08.0	17.35N 102.68W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH		33	201
27	20 43	45.0	17.14N 102.21W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH		33	202
28	03 19	31.0	17.95N 100.88W	GUERRERO		70	203
28	03 52	38.0	17.04N 101.77W	COSTA DE GUERRERO		16	5.6 204
28	05 38	46.0	17.09N 101.88W	COSTA DE GUERRERO		33	205
28	05 59	21.0	16.15N 102.54W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO		33	206
28	08 52	07.0	16.66N 101.96W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO		33	207
28	09 30	01.0	17.10N 102.18W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH		33	208
28	14 41	06.5	15.90N 99.85W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO		33	209
28	20 56	46.0	16.80N 102.16W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO		33	210
29	02 22	29.0	17.19N 102.24W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH		5	211
29	06 56	33.0	18.96N 103.37W	COSTA DE MICHOCAN		33	212
29	08 59	30.0	15.31N 100.50W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO		33	213
29	12 24	02.0	16.87N 102.52W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO		33	214
29	17 43	59.0	15.52N 100.48W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO		33	215
30	03 36	43.0	18.14N 103.21W	COSTA DE MICHOCAN		33	216
30	03 58	12.0	19.46N 105.07W	COSTA DE JALISCO		33	217
30	06 24	59.0	17.20N 102.10W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH		33	218
30	07 59	33.0	17.09N 101.58W	COSTA DE GUERRERO		33	219
30	09 08	08.0	17.06N 101.51W	COSTA DE GUERRERO		33	220
30	17 36	24.0	17.44N 101.86W	COSTA DE GUERRERO		33	221
30	19 12	00.0	15.86N 101.47W	FRENTE A COSTA DE GUERRERO		33	222
30	22 14	13.0	17.81N 102.32W	FRENTE A COSTA GUERRERO-MICH		33	223

SUMARIO DE TELESISMOS

1985

FECHA	HORA	EPICENTRO			REGION	PROF	MAG	NO
SEP								
1	01 00	55.2	19.77N	75.31W	CUBA	9	5.1	1
3	00 28	45.2	10.29N	85.62W	COSTA RICA	33	4.7	7
3	08 28	25.8	6.77N	76.50W	NORTE DE COLOMBIA	32	4.9	8
3	23 32	47.0	1.42N	128.12E	HALMAHERA	116	5.7	11
8	03 22	08.0	12.64N	90.89W	FUERA COSTAS DE GUATEMALA	33		19
10	06 39	01.4	27.21N	139.81E	REGION ISLAS BONIN	499	5.8	26
11	17 47	35.7	15.38S	173.60W	ISLAS TONGA	69	5.7	28
15	17 31	01.3	16.66S	174.05W	ISLAS TONGA	85	5.7	34
25	12 09	55.3	9.11N	84.04W	FUERA COSTAS CENTRO AMERICA	33		187

A N E X O I I

QUE HACER EN CASO DE SISMO

(Ref. 26)

Un edificio está formado por losas soportadas por columnas o muros. Al iniciarse un sismo, no sabemos cuál será su magnitud, puede ser suave o catastrófico.

EN EL PEOR DE LOS CASOS PUEDE DERRUMBARSE LA CONSTRUCCION. AL CAER LOS PISOS, QUEDAN SEPARADOS UNO DEL OTRO DEBIDO A LOS MUEBLES, DEJANDO ALGUNOS PEQUEÑOS ESPACIOS VITALES (" POSICIONES SEGURAS ") QUE PUEDEN SER SUFICIENTES PARA SOBREVIVIR, UNA " POSICION SEGURA " PUEDE SER CUALQUIER LUGAR JUNTO A UN MUEBLE (CAMA, ESCRITORIO, SOFA, VARIAS SILLAS ALINEADAS, BUTACAS, BANCAS, MESAS, ETC.) ENTRE MAS ROBUSTO MEJOR.

En cualquier caso, " TODOS " debemos conservar la calma, pase lo que pase y veamos u oigamos lo que sea y seguir sencillas reglas, que se describen a continuación:

1) QUE HACER ANTES DE UN SISMO:

1.1.) ES MUY IMPORTANTE PREPARARSE Y NO IMPROVISAR, SE RECOMIENDA PENSAR Y ASIGNAR " POSICIONES SEGURAS " Y HACER SIMULACROS DEL SISMO TANTO ENTRE SUS FAMILIARES EN LA CASA, COMO ENTRE SUS COMPAÑEROS DE TRABAJO, en los diferentes lugares habituales de cada quien, para que llegando el caso - todos sepan dónde colocarse y qué actitud asumir.

1.2.) Todos deben CONOCER DONDE CERRAR LAS LLAVES DEL GAS Y DEL AGUA Y LOS SWITCHES ELECTRICOS.

1.3.) TENER SIEMPRE A LA MANO LO SIGUIENTE:

1.3.1) UN RADIO de pilas, CON PILAS sin poner.

1.3.2) UNA LAMPARA sorda, CON PILAS sin poner.

1.3.3) REFRESCOS enlatados.

1.3.4) Una buena provisión de DULCES.

1.3.5) Un BOTIQUIN.

1.4.) Quitar aquellos objetos sueltos que puedan caer sobre -
"POSICIONES SEGURAS"

2) QUE HACER DURANTE EL SISMO.

2.1.) CALMARSE, EVITAR EL PANICO, mostrarse sereno para tranquilizar a los demás.

Si nos sentimos al borde de la histeria, respiremos hondo tres veces, hay tiempo para ello, esto nos relajará y nos permitirá obrar con cordura.

2.2.) EVITAR ESCAPAR O SALIR A LA CALLE; una vez iniciado el - sismo, normalmente no hay tiempo de salir antes que éste termine, es mejor - usar el tiempo en llegar a una " POSICION SEGURA ". Por otra parte, la calle es peligrosa en un sismo porque pueden caer piedras, vidrios, partes de fachadas, postes, árboles, cables de alta tensión etc.

2.3.) NO USAR ELEVADORES NI BAJAR POR ESCALERAS, ya que generalmente son las primeras en caer.

2.4.) NO SE META EN CLOSETS NI BAJO MUEBLES.

2.5.) ACUESTESE BOCABAJO, CON LAS MANOS SOBRE LA CABEZA, EN UNA " POSICION SEGURA"; PROCURE ESTAR LEJOS DE VENTANAS, ESPEJOS Y VITRINAS, pero si no tiene otra alternativa, acuéstese de manera que su cabeza quede lo más lejos posible de los vidrios; si es posible cúbrase con cobijas (de noche por ejemplo) pero si no las tiene a la mano: no las busque, ¡acuéstese así!

2.6.) Si tiembla EN UN LUGAR MUY CONCURRIDO (iglesia, teatro, cine, escuela, etc.) no pierda la calma y tranquilice a los demás (con voz pausada y no a gritos), mantenga su lugar (SI LO EMPUJARAN, DEJESE LLEVAR PROCURANDO ZAFARSE EN CUANTO PUEDA), y a la primera oportunidad acuéstese - junto a muebles o entre las butacas, las bancas, las mesas o los pupitres,-

lejos de los vidrios, NO SE ACUESTE EN EL POSIBLE PASO DE LA GENTE, pues lo pueden aplastar.

2.7.) Si por casualidad, está Ud. en una hacienda o en un edificio muy viejo con muros de gran espesor, entonces es muy saludable colocarse bajo el dintel de una puerta o de una ventana; en cualquier otra construcción es uno de los lugares más peligrosos. CUIDADO, PARARSE BAJO UN DINTEL ES UNO DE LOS MITOS MAS DIFUNDIDOS.

2.8.) Si el sismo lo sorprende en la calle, acuéstese junto a un automóvil, del lado de la banqueta, atrás o adelante, procurando que el coche no esté frente a un edificio, ni bajo cables de alta tensión. Si hay un espacio abierto (plaza o jardín),vaya al centro, lejos de cualquier construcción.

2.9.) Si está en su coche, deténgase suavemente, lejos de construcciones altas (si es posible), deje los vidrios como estén y acuéstese en el piso del coche.

3) QUE HACER DESPUES DEL SISMO.

3.1.) Si queda atrapado ya sea entre los escombros, en algún cuarto, en un elevador, en un coche, etc., espere pacientemente a que lo rescaten.

Si oye ruido, grite para que lo ayuden; procure establecer contacto con otros atrapados. Recuerde que la llamada universal de Auxilio (S.O.S.), en clave Morse, es: tres golpes seguidos, tres espaciados, tres seguidos.

Si puede moverse, que sea lo menos posible y con mucho cuidado, no provoque más derrumbes. Recuerde que tarde o temprano vendrán a salvarlo, -- ahorre energía hasta que lleguen; procure descansar. Piense que hay otros con menos suerte que Ud.; rece.

3.2) Si no queda atrapado, NO prenda cerillos. No intente prender o apagar luces, busque ventilar el local.

3.3.) Si el edificio resultó dañado, o estaba en la calle, vaya hacia un lugar seguro en cuanto pueda, no lleve nada consigo, excepto alguna --- medicina vital, su vida es más valiosa.

3.4.) Si el edificio no resultó dañado, permanezca ahí.

3.5.) Procure no usar el teléfono inmediatamente, para no congestionar el servicio.

3.6.) Trate de oír noticias, por radio o televisión, para normar su criterio.

3.7.) Si es posible, procure ayudar a los que tuvieron menos suerte que Ud.

A N E X O III

CALCULO DE LA MAGNITUD DEL SISMO DEL 20 DE SEPTIEMBRE DE 1986

A continuación se presenta un ejemplo del cálculo de la magnitud del sismo del 20 de septiembre de 1986

$$M_s = \log A_{\max} - \log T + 1,66 \log \Delta + 3,3$$

M_s = Magnitud del sismo.

A_{\max} = Amplitud máxima

T = Período

Δ = Distancia epicentral en grados.

A partir de los datos de la estación AKU, en Islandia, se muestra a continuación cómo se calcula la magnitud del sismo del viernes 20 de septiembre. (Ref. 11).

La hora G.M.T. (Greenwich Meridian Time) era 1:37 del 21 de septiembre.

El sismograma indica una amplitud de onda sísmica, que está muy cerca del período del 20 seg.

$$A_{\max} = 320 \text{ micras}$$

$$T = 24 \text{ seg (período aproximado)}.$$

$$\Delta = 80^\circ \text{ (distancia epicentral de la estación AKU)}$$

Sustituyendo esos valores en la fórmula se obtiene.

$$M_s = \log 320 - \log 24 + 1,66 \log 80 + 3,3$$

$$M_s = 7,6 \text{ Magnitud Richter del temblor del 20 de septiembre}$$

NOTA: este dato corresponde a una sola estación; para obtener un valor más preciso, se debe promediar con los valores obtenidos en las estaciones sismológicas de todo el mundo.

A N E X O IV

INTENSIDAD DE DAÑOS EN INMUEBLES EN EL DISTRITO FEDERAL

(Ref. 27)

A continuación se presenta una relación estadística de daños ocurridos a los inmuebles en el Distrito Federal, ocasionados por los sismos del mes de Septiembre de 1985.

La zona más afectada fue la delimitada por: al Norte; el Eje 1 Norte, Guerrero, Ricardo Flores Magón, Paseo de la Reforma y Eje 2 Norte. Al Oriente; Av. Congreso de la Unión, Circunvalación, Eje 3 Oriente, Eje 3 Sur, Calzada de la Viga y Presidente Plutarco Elías Calles. Al Sur; Eje 5 - Sur., Al Poniente; Insurgentes, Filadelfia, Puente de la Morena, Revolución, J. Vasconcelos, Melchor Ocampo e Instituto Técnico Industrial.

Con base a la información recopilada, se detectaron 5,025 inmuebles dañados; estos inmuebles se clasificaron de la siguiente forma.

- a) Número de inmuebles dañados según su altura (Fig. 30)
- b) Uso al que se destinaban los inmuebles dañados (Fig. 31)
- c) Estado en que se encontraron los inmuebles dañados según la primera inspección (Fig. 32)
- d) Recomendación según la inspección preliminar (Fig. 33)

En la tabla 9, se enumeran los inmuebles dañados de 4 niveles o menos según a la colonia a la que pertenecen; hay que hacer mención que en el centro de la Ciudad, donde se ubicaron una gran cantidad de inmuebles dañados, y cuya extensión fue grande, se dividió en cuatro secciones tomando como ejes las calles de Isabel la Católica y Allende, en dirección Norte Sur, y las de Colón, 5 de Mayo y Moneda, en dirección Oriente Poniente. En la tabla, los sectores se identifican con los números romanos del I al IV, para los sectores NO, NE, SE Y SO, respectivamente.

En este estudio se eliminaron varias colonias, ya que los daños que sufrieron no fueron significativos; la mayoría de estas colonias corresponden a la Delegación Xochimilco.

En la tabla 10 se presentan los inmuebles dañados mayores de 5 ó más niveles, también por colonias.

A N E X O V

RELACION DE ALGUNOS EDIFICIOS DAÑADOS EN LA CIUDAD

- | | |
|--|--|
| 1. Edificio Astor. Isabel la Católica | 29. Centro Médico |
| 2. Bancomer. Bolívar | 30. 20 de Nov. e Izazaga |
| 3. Manzanares y Corregidora | 31. Izazaga e Isabel la Católica |
| 4. Sría, de Comunicaciones y Transportes | 32. Hotel Continental Insurgentes y Reforma |
| 5. Bancomer. Regina y 20 de Noviembre | 33. Vidal Alcocer y Anillo de Circunvalación |
| 6. Estacionamiento. Isabel la Católica y Uruguay | 34. Cine Atlas Fray S. T. de Mier y 20 de Nov. |
| 7. Nafinsa, Isabel la Católica y Uruguay | 35. Tomatlán No. 40 |
| 8. Eje Central y Uruguay | 36. Tienda Bond. Metro Sn. Antonio Abad |
| 9. Guadiana y Reforma | 37. Fray Servando y Pino Suárez |
| 10. Berlín y Bruselas | 38. Aeropuerto Ciudad de México. |
| 11. San Luis Potosí y Tonalá | 39. Edificio Nuevo León. Tlatelolco |
| 12. Conjunto Pino Suárez | 40. Escuela Apartado y Argentina |
| 13. Topeka Calz. Tlalpan y Chabacano | 41. Paraguay y Palma |
| 14. CECYT. Mesones y las Cruces | 42. Palma y Ecuador |
| 15. Eje Central y Uruguay | 43. Mercado. Lagunilla No. 37 |
| 16. Lecumberri No. 16 | 44. Plaza Garibaldi. Edificio San Camilo |
| 17. 2ª Callejón Mixcalco | 45. Ofic. SEP. Belisario Domínguez y Palma |
| 18. Tehuantepec col. Roma | 46. Palma y Tacuba |
| 19. Hotel Regis | 47. Edif. Lot. Nal. Justo Sierra y Carmen |
| 20. Eje Central y Victoria | 48. Edif. SEP. Calle Nacozari |
| 21. Empanan y Puente de Alvarado | 49. Asegur. Mex. Insurgentes Sur No. 9 y Reforma |
| 22. Tlatelolco | 50. Hotel Winst. Abraham González y Barcelona |
| 23. Tacuba No. 45 | 51. Edif. Canal 5. Niños Héroes No. 27 |
| 24. Hospital Juárez San Pablo No. 13 | 52. Lecumberri y 2ª Calle Mixcalco |
| 25. Escuela Constancia y Av. del Trabajo | 53. Hosp. Gral. Av. Cuauhtémoc y Dr. Balmis |
| 26. Televisa Chapultepec y Río de la Loza | 54. Zacatecas y Monterrey |
| 27. Proc. Consumidor Niños Héroes y Lavista | 55. Hotel Montreal. Tasqueña y Tlalpan |
| 28. Salinas y Rocha Av. Juárez y Alameda Central | 56. Televiteatros 1 y 2. Av. Cuauhtémoc |

57. Bco. del Atlántico. Chapultepec y Tolsá
58. Tlatelolco
59. Altos Hornos. Monumento a la Revolución
60. Sría. de Marina. Luis Moya e Independencia
61. Sría. de Marina. Independencia
62. Alfonso Herrera y Serapio Rendón
63. Av. Juárez y Humboldt
64. José Ma. Marroqui y Av. Juárez
65. Eje Central e Independencia
66. Uruguay No. 14
67. Eje Central y Plaza Vizcainas
68. Sría. de Programación. Izazaga No. 29 y 38
69. Medellín No. 52
70. Orizaba No. 172. y San Luis Potosí
71. Orizaba y Zacatecas
72. Querétaro y Tonalá
73. Hospital Durango. Durango e Insurgentes
74. Central Quirúrgica. Yucatán y Medellín
75. Insurgentes y Sinaloa
76. Uruapan No. 189
77. Sría. de Agricultura. Insurgentes y Monterrey
78. Calle Morena y Casas Grandes
79. Montevideo y Av. Inst. Polit. Nal.
80. Televisa. Dr. Vertiz
81. Allende No. 59.
82. Lecumberri No. 4
83. Díaz de León No. 47
84. Miguel Alemán No. 32
85. Edif. Sría. de Agricultura.
86. Bolívar No.145. Tienda ISSSTE.
87. Zacatecas No. 144
88. Banca Serfín Insurgentes y Alvaro Obregón
89. Durango No. 158
90. Monterrey No. 87
91. Venustiano Carranza No. 150
92. Hotel Principal. Calle J. M. Iglesias
93. Paraguay No. 36
94. Hotel Alameda. Av. Juárez
95. Allende No. 57
96. Pino y Eligio Ancona
97. Humboldt. No. 31
98. Tel. de México Central Victoria
99. Humboldt y Artículo 123
100. Edificio Jalisco Junto a la Lotería Nal.
101. Hotel Alfer. Revillagigedo e Independencia
102. Hotel Bamer. Av. Juárez
103. Hotel Cancún. Calle Donato Guerra
104. Morelos No. 93
105. Restaurant Super Leche. Eje Central
106. José Ma. Marroqui No. 11
107. Independencia y José Ma. Marroqui
108. Aldama No. 178.
109. Reforma y Donato Guerra. Canaco
110. Edificio H. Steele. Calle Balderas
111. Mesones y Pino Suárez
112. Costa Rica No. 128

- | | | | |
|------|---|------|--|
| 113. | Reforma y Ecuador | 141. | Puebla e Insurgentes |
| 114. | Lafragua No. 8 | 142. | Allende y Donceles No. 16 |
| 115. | Bucareli No. 20 | 143. | Guaymas y Puebla |
| 116. | República de Perú No. 48 | 144. | Edif. Sría. de Trabajo y Prev. Soc. |
| 117. | Florida No. 33 | 145. | Proc. del Consumidor. Av. Chapultepec |
| 118. | Florida Nos. 14, 25, 34, 35 y 36 | 146. | Fray Servando y 5 de Febrero |
| 119. | Florida No. 21 | 147. | Procuraduría del D.F. |
| 120. | Florida No. 17 | 148. | Hotel del Prado Av. Juárez |
| 121. | Iturbide y Juárez | 149. | Subdeleg. de Desarrollo Soc. Durango No. 138 |
| 122. | Violeta y Vicente Rivapalacio | 150. | Pino y Eje 1 Norte |
| 123. | Tlaxcoaque y San Antonio Abad | 151. | Clinica Tlatelolco. IMSS |
| 124. | Argentina No. 58. | 152. | Sría de Relaciones Exteriores |
| 125. | Paraguay No. 36 | 153. | Donceles y Eje Central |
| 126. | Granados No. 46 | 154. | Mercado de Granaditas |
| 127. | Bolívar No. 480. | 155. | José T. Cuellar y San Antonio Abad |
| 128. | Antonio Plaza y Hdz. y Dávalos | 156. | Plomo y Santa Rosa |
| 129. | Bolívar No. 468. | 157. | Cine Diana. Av. Reforma |
| 130. | Hernández y Dávalos No.76 | 158. | Edif. Hacienda. Joaquín Herrera No. 5 |
| 131. | Calz. San Simón y Eje 1 Pte. | 159. | Mina No. 189 |
| 132. | Edificio IMSS. Insurgentes y Alvaro Obregón | 160. | Camelia No. 248. |
| 133. | Escuela. Medellín y Alvaro Obregón | 161. | Camelia No. 148 |
| 134. | Berlín y Liverpool. | 162. | Pedro Moreno No. 206 |
| 135. | Yucatán y Guanajuato | 163. | Violeta N., 109 |
| 136. | Sría. de Industria y Comercio | 164. | Guerrero No, 148 |
| 137. | Edificio Radio Fórmula | 165. | Tokio No. 13 |
| 138. | Fray Serv. Teresa de Mier y Jesús María | 166. | Hotel Plaza Florencia |
| 139. | Chilpancingo No. 116. | 167. | Edif. Frente Hotel Presidente Amberes |
| 140. | Dolores y Av. Juárez | 168. | Av. Chapultepec y Sevilla |

169. Insurgentes No. 78
170. Atlixco No. 111
171. Vizcainas y Eje Central
172. Victoria y Eje Central
173. Ayuntamiento y Eje Central
174. Edif. a un lado Proc. del Consumidor
175. Av. Chapultepec y Av. Cuauhtémoc
176. Escuela. Versalles y Bruselas
177. Arcos de Belem y Revillagigedo
178. Tonalá y Alvaro Obregón
179. Escuela. Medellín y Alvaro Obregón
180. Bajío y Monterrey
181. Reclusorios. Edison y Martín del Castillo
182. Guillermo Prieto No. 76
183. Serapio Rendón No. 96
184. Bolaños Cacho No. 31
185. Reforma No. 689.
186. Reforma No. 185. y Río Marne
187. Reforma y Río Támesis
188. Río de la Plata No. 56
189. Libertad entre Jesús Carranza y Peralvillo
190. Jesús Carranza No. 37
191. Tenochtitlán No. 29
192. Fray Bartolomé No. 21
193. Toltecas No. 86
194. Rivero No. 37
195. Mecánicos No. 105
196. Caridad No. 40 y 42

197. Berriozábal No. 20
198. 2ª Cerrada de Rivero No. 11 y 18
199. Jesús Carranza No. 22
200. Amores No. 27
201. González Ortega No. 61
202. Calz. de Tlalpan No. 584.
203. Xocongo No. 171 y 173.
204. Pedro Moreno No. 81
205. Magnolia No. 56
206. Farmacia del D. D. F. Zaragoza e Hidalgo
207. Anexo Banco de México. Valerio Trujano
208. Héroes No. 46
209. Insurgentes Norte No. 78
210. Lerdo No. 20
211. Multifamiliar Juárez
212. Oriente 65 No. 2812
213. Xola y Castilla
214. Universidad y Dr. Barragán
215. Universidad y Casas Grandes
216. Universidad y Xola
217. Amores No. 26
218. Sánchez Azcona No. 239
219. Sánchez Azcona y Monterrey
220. Xola y Eje Central
221. Diagonal San Antonio y Rebsamen
222. Administración Fiscal Regional. Cuauhtémoc
223. Av. Universidad y Morena
224. Xola entre I. la Católica y Andalucía

225. Xola No. 87
226. Esperanza y Dr. Vértiz
227. Noé y Calz. de Guadalupe
228. Escuela. Norte 74-A y Henry Ford
229. Norte 72 No. 5611 y 5613
230. Norte 66-A No. 3649
231. Norte 66-A No. 3644
232. Norte 66-A No. 3643
233. Calz. de Guadalupe y Samuel
234. Calz. de Los Misterios y Ochoa de Miranda
235. Calz. de Guadalupe y Callejón del Transito
236. Oriente 103 No. 3314
237. Norte 64 No. 3636
238. Oriente 81 y Norte 70
239. Norte 54-A y Henry Ford
240. Norte 70-A No. 5809
241. Norte 70-A No. 5643
242. Oriente 107 No. 3319
243. Norte 64 No. 5415
244. Insurgentes y Poniente 112
245. Hortelanos No. 36
246. Corregidora entre Sta. Escuela y San Carlos
247. Escuela. Calle Cobre y Cananea
248. Hojalatería Nos. 24,40,41, 46, 47
249. Mercado de Jamaica . Nave 4
250. Calle 45 y Av. 6
251. Irapuato No. 93
252. Circunvalación y Alarcón
253. Labradores Nos. 12,16 y 53
254. San Antonio Tomatlán No. 78
255. Carniceros y Sastrería

T A B L A S

T A B L A I

LOS SISMOS MAS MORTIFEROS OCURRIDOS EN EL MUNDO

FECHA	LUGAR	MUERTOS	RICHTER
28 de julio, 1976	China	242,000.	8.0
22 de Mayo, 1927	China	200,000.	8.3
16 de Diciembre, 1920	China	180,000.	8.6
1 de Septiembre, 1923	Japón	143,000.	8.3
28 de Diciembre, 1908	Italia	75,000.	7.5
26 de Diciembre, 1932	China	70,000.	7.6
31 de Mayo, 1970	Perú	66,794.	7.8
24 de Enero, 1939	Chile	30,000.	8.3
31 de Mayo, 1935	India	30,000.	7.5
13 de Enero, 1915	Italia	29,970.	7.0

T A B L A 2

ESCALA DE INTENSIDADES SISMICAS

Escala de Mercalli modificada en 1931
por Harry O. Wood y Frank Neuman.

- I. Sacudida sentida por muy pocas personas en condiciones especialmente favorables.
- II. Sacudida sentida sólo por pocas personas en reposo, especialmente en los pisos altos de los edificios. Los objetos suspendidos pueden oscilar.
- III Sacudida sentida claramente en los interiores, especialmente en los pisos altos de los edificios, muchas personas no la asocian con un temblor. Los vehículos de motor estacionados pueden moverse ligeramente. Vibración como la originada por el paso de un carro pesado. - Duración estimable.
- IV. Sacudida sentida durante el día por muchas personas en los interiores, por pocas en el exterior. Por la noche algunas despiertan. Vibración de vajillas, vidrios de ventanas y puertas; los muros crujen. Sensación como de un carro pesado chocando contra un edificio, - los vehículos de motor estacionados se balancean claramente.
- V. Sacudida sentida casi por todo mundo; muchos despiertan. Algunas piezas de vajillas, vidrios de ventanas, etcétera, se rompen; pocos casos de agrietamiento de aplanados; objetos inestables caen. Se observan perturbaciones en los árboles, postes y otros objetos altos. Detención de relojes de péndulo.
- VI. Sacudida sentida por todo mundo; muchas personas atemorizadas huyen - afuera. Algunos muebles pesados cambian de sitio; pocos ejemplos de caída de aplanados o daño en chimeneas. Daños Ligeros.

- VII. Advertido por todos. La gente huye al exterior. Daños sin importancia en edificios de buen diseño y construcción. Daños ligeros en -- estructuras ordinarias bien construidas; daños considerables en las débiles o mal planeadas; ruptura de algunas chimeneas. Estimado por las personas conduciendo vehículos en movimiento.
- VIII. Daños ligeros en estructuras de diseño especialmente bueno; considerable en edificios ordinarios con derrumbe parcial; grande en estructuras débilmente construidas. Los muros salen de sus armaduras. Caída de chimeneas, pilas de productos en los almacenes de las fábricas, columnas, monumentos y muros. Los muebles pesados se vuelcan. Arena y lodo proyectados en pequeñas cantidades. Cambio en el nivel del agua de los pozos. Pérdida de control en las personas que guían carros de motor.
- IX. Daño considerable en las estructuras de diseño bueno; las armaduras de las estructuras bien planeadas se desploman; grandes daños en los edificios sólidos, con derrumbe parcial. Los edificios salen de sus cimientos. El terreno se agrieta notablemente. Las tuberías subterráneas se rompen.
- X. Destrucción de algunas estructuras de madera bien construidas; la mayor parte de las estructuras de mampostería y armaduras se destruyen -- con todo y cimientos; agrietamiento considerable del terreno. Las vías del ferrocarril se tuercen. Considerables deslizamientos en las márgenes de los ríos y pendientes fuertes. Invasión del agua de los ríos -- sobre sus márgenes.
- XI. Casi ninguna estructura de mampostería queda en pie. Puentes destruidos. Anchas grietas en el terreno. Las tuberías subterráneas quedan -- fuera de servicio. Hundimiento y derrumbes en terreno suave. Gran torsión de vías férreas.
- XII. Destrucción total. Ondas visibles sobre el terreno. Perturbaciones de las cotas de nivel. Objetos lanzados en el aire hacia arriba.

T A B L A 3

COMPARACION DE LA ESCALA DE MERCALLI MODIFICADA CON LAS ACELERACIONES

INTENSIDAD (1)	ACELERACION (cm/seg^2)	VELOCIDAD (cm/seg)
V	12 - 25	10 - 20
VI	25 - 50	21 - 40
VII	50 - 100	41 - 80
VIII	100 - 200	81 - 160
IX	200 - 400	161 - 320
X	400 - 800	320 - 640

T A B L A 4

VELOCIDAD DE PROPAGACION DE ONDA EN ALGUNAS ROCAS Y MINERALES

MINERALES	V_1 (m/s)
Biotita	5150
Yeso	5200
Muscovita	5800
Feldespató sódico	5800
Cuarzo	6050
Feldespató potásico	6250
Vidrio básico	6500
Calcita	6660
Augita	7200
Anfibola	7200
Magnetita	7400
Epidota	7450
Dolomita	7500
Pirita	8000
Olivino	8400
Granate	8500

Tipos de Rocas	V_1 (m/s)
Granitos	5500-6000
Areniscas y cuarcitas	6000
Caliza	6000-6500
Basaltos	6500-7000
Gabros	7000
Calizas dolomíticas	6500-7500

T A B L A 5

PROMEDIO ANUAL DE TEMBLORES

MAGNITUD	NUMERO	PROMEDIO
8		2
7		20
6		100
5		3000
4		15000
3		150000

T A B L A 6

ACELERACIONES MAXIMAS REGISTRADAS POR LA RED DE ACELEROGRAFOS EN EL ESTADO DE GUERRERO.

Estación	Aceleraciones Máximas (gals)		
	N-S	E- W	Vertical
Caleta de Campos	138	141	89
La Villita	125	122	58
La Unión	166	148	129
Zihuatanejo	103	161	104
Papanao	(110)	(100)	(80)
El Suchil	(90)	(70)	(40)
Atoyac	53	59	60
El Cayaco	41	48	24
Coyuca	(40)	(35)	(20)
El Ocotito	(30)	(50)	(20)
La Venta	18	21	16
Cerro de Piedra	(25)	(15)	(15)
Las Mesas	22	18	19
Teacalco	49	24	27
Xaltianguis	(25)	(18)	(20)

T A B L A 7

INTENSIDADES REGISTRADAS EN ALGUNAS CIUDADES DE LA REPUBLICA

C I U D A D	I N T E N S I D A D
Lázaro Cárdenas, Mich.	VIII-IX
Playa Azul, Mich.	IX
Zihuatanejo, Gro.	VII
Ixtapa, Gro.	VII
Acapulco, Gro.	VI
Manzanillo, Col.	VI
Ciudad Guzmán, Jal.	VIII-IX

T A B L A 8

CARACTERISTICAS DE LOS MOVIMIENTOS REGISTRADOS POR DIFERENTES ACELEROGRAFOS DURANTE EL SISMO DEL 19 DE SEPTIEMBRE DE 1985

No.	Localización	Aceleración (cm/sec ²)			Velocidad (cm/sec)			Desplazamiento (cm)		
		N-S	E-W	Vert.	N-S	E-W	Vert.	N-S	E-W	Vert.
1	Mesa Vibratoria, Facultad de Ingeniería, U.N.A.M.	28	39	20	9	11	8	6	4	5
2	Jardín del Instituto de Ingeniería de la U.N.A.M.	32	35	22	10	9	8	6	8	7
3	Laboratorio del Instituto de Ingeniería, U.N.A.M.	28	33	22	10	9	8	6	7	7
4	Secretaría de Comunicaciones y Transportes.	98	168	37	39	61	9	19	22	8
5	Central de Abastos (campo libre)	81	95	27	25	38	9	15	19	8
6	Central de Abastos (oficinas)	69	80	36	35	42	11	25	25	9
7	Viveros de Coyoacán	44	42	18	11	12	6	9	7	7
8	Observatorio de Tacubaya	34	33	19	14	10	8	12	9	8
9	Zacatula (cerca de Lázaro Cárdenas, Mich.).	271	382	145	30	14	11	18	9	10

T A B L A 9

INMUEBLES DAÑADOS SEGUN LA COLONIA A LA QUE PERTENECEN
(INMUEBLES DE 4 NIVELES O MENOS)

1o. de Mayo	2	Emiliano Zapata y Martires R.	54	Obrera	179
7 de Noviembre	4	Espartaco	1	Panamericana	1
20 de Noviembre y Ampli.M.	18	Estrella y Gpe. Tepeyac	7	Parque San Andrés	2
25 de Julio	2	Ex. Hipodromo de Peralvillo	14	Paulino Navarro	5
Agrícola Oriental	11	Faja de Oro	8	Pensil	1
Alamos	158	Federal	1	Peñón de los Baños	1
Algarín	27	Felipe Angeles	1	Popotla	3
Alianza Popular R.	2	Felipe Pescador	1	Portales	10
Américas Unidas y Periodista	2	General Anaya	4	Postal	18
Anáhuac	10	Gertrudis Sánchez	9	Potrero del LLano	2
Angel Zimbrón	3	Granjas México	9	Prado Churubusco	1
Aragón	35	Guerrero (Buenavista)	68	Pro. Hogar	2
Artes Gráficas y Aarón S.	12	Hipodromo condesa	21	Ramos Millán	4
Asturias	15	Ignacio Zaragoza	6	Reforma Iztaccihuatl	9
Atenor Salas	2	Independencia	4	Revolución	14
Atlampa	1	Industrial Tepeyac Insurg.	11	Roma	351
Atzacapotzalco	4	Jamaica	2	Romero Rubio	3
Bondojoito	14	Janitzio	17	San Andrés Tetepilco	6
Buenos Aires	26	Jardín Balbuena	10	San Fco. Culhuacán	4
Cacama	1	Jardines de Coyoacán	1	San Pedro (Iztapalapa)	2
Caracol	1	Josefa Ortiz de Domínguez	3	San Rafael	15
Casas Alemán	7	Juárez	68	San Simón	3
Casas Alemán Ampliación	1	Lindavista	6	Sta. María la Ribera	11
Centro I	36	López Mateos y Merced Balb.	5	Sector Popular	1
Centro II	126	Lorenzo Boturíni	35	Sifón	6
Centro III	102	Magdalena Mixhuca	9	Tablas de San Agustin	1
Centro IV	71	Marte Militar	1	Tacuba	3
Cipreses Los.	2	Maza	1	Tránsito	23
Cuauhtémoc	18	Mexicaltzingo	1	Tres Estrellas	4
Chapultepec Niños Héroes	21	Moctezuma	31	Tres Mosqueteros	2
Del Gas	1	Moderna	6	Valle Gómez	41
Del Carmen Ma.	5	Morelos	129	Vallejo	28
Doctores	227	Narvarte	127	Viaducto Piedad	62
E. Carranza	18	Nativitas	6	Villa de Cortés	26
El Arenal 2a.	3	Nicolas Bravo	1	Vista Alegre	56
El Reloj	1	Nueva Sta. María	2		

T A B L A 10

INMUEBLES DAÑADOS SEGUN LA COLONIA A LA QUE PERTENECEN
(INMUEBLES DE 5 O MAS NIVELES)

1.	Alamos	17
2.	Centro	206
3.	Doctores	51
4.	Emiliano Zapata	30
5.	Guerrero	12
6.	Hipódromo Condesa	59
7.	Juárez	88
8.	Narvarte	49
9.	Obrera	23
10.	Roma	273
11.	San Rafael	7
12.	Tránsito	22.

FIGURAS

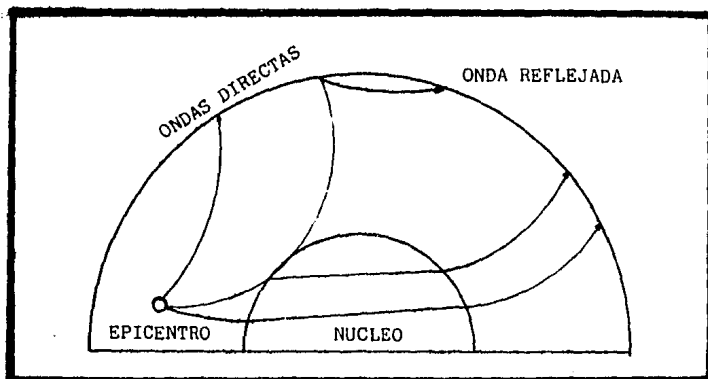


FIG. 1 Reflexión y refracción de las ondas sísmicas en la tierra.

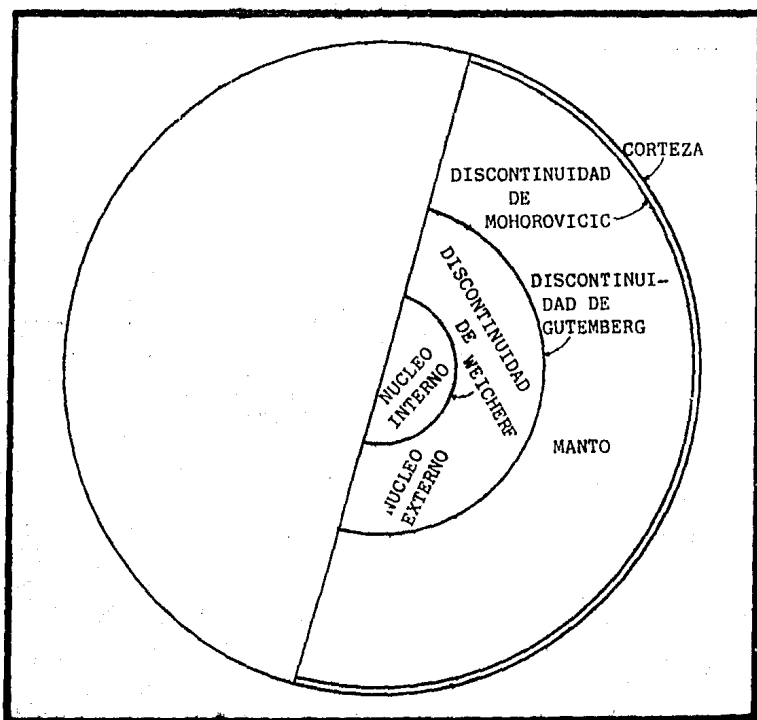


FIG. 2 Estructura interna de la tierra.

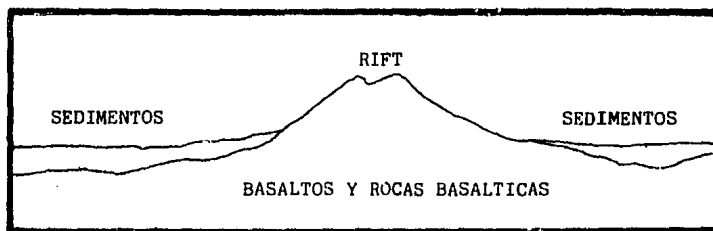


FIG. 3 Corte transversal de una dorsal

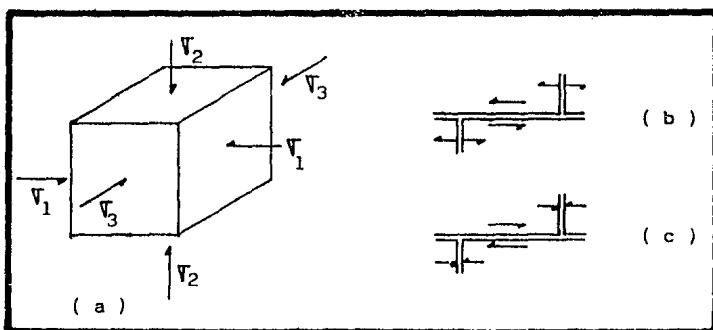


FIG. 4 Distintos tipos de fallas transformantes.

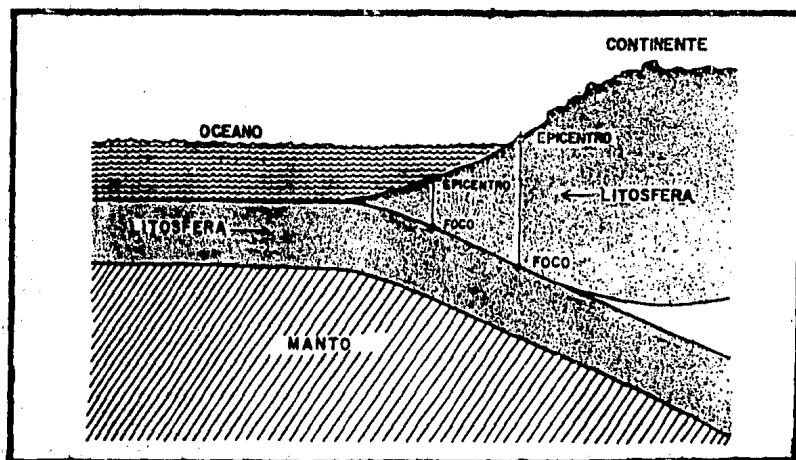


FIG. 5 Localización y origen de los sismos.

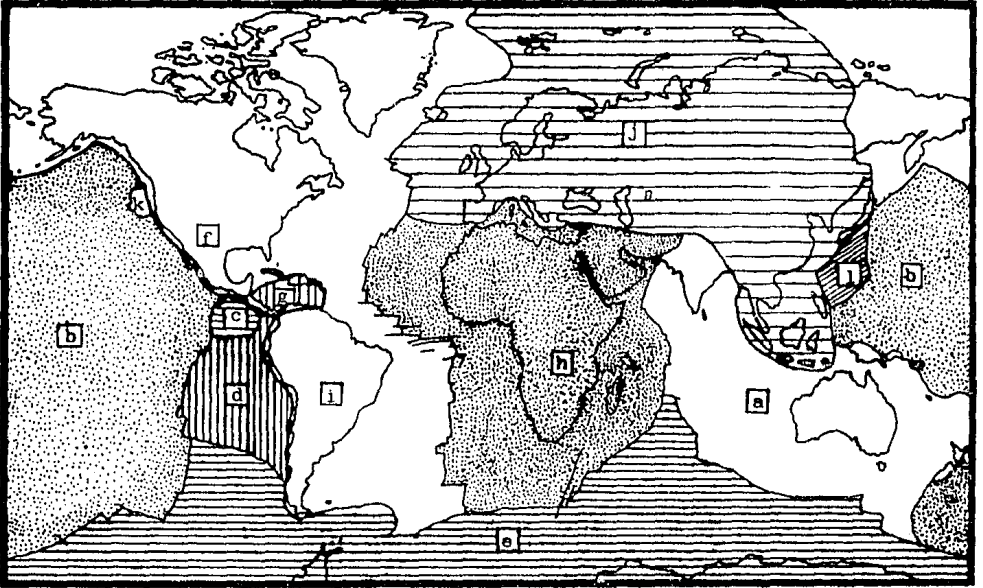


FIG. 6 Tectónica de placas.

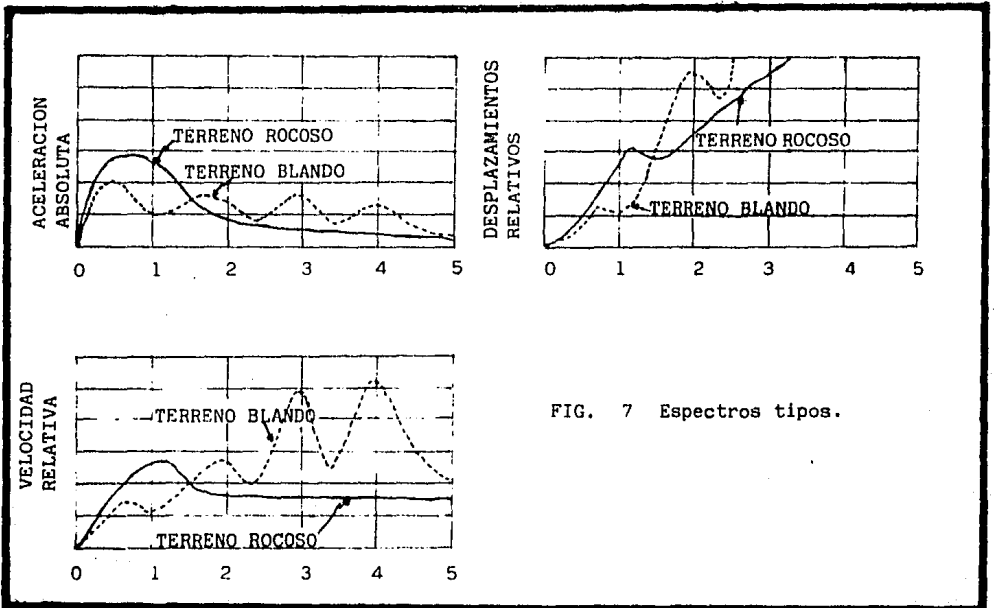


FIG. 7 Espectros tipos.

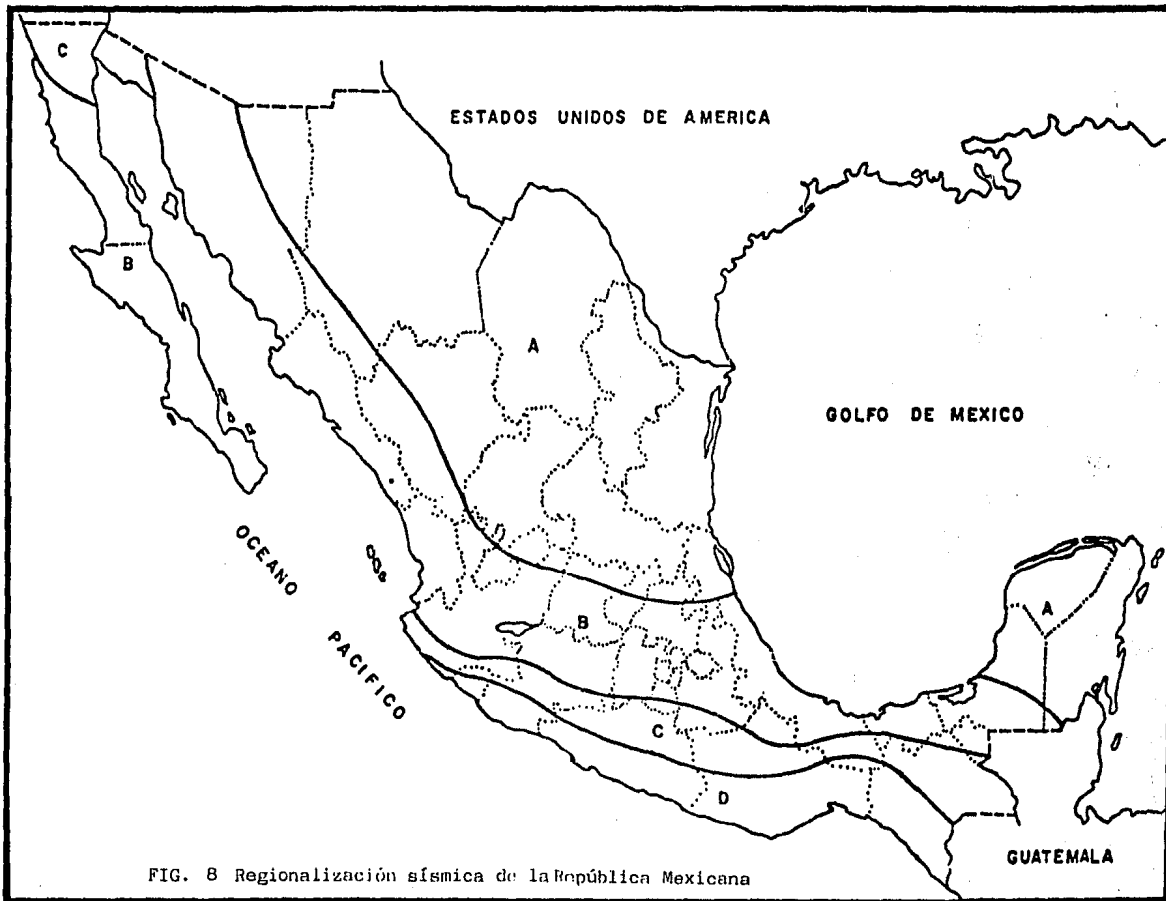


FIG. 8 Regionalización sísmica de la República Mexicana

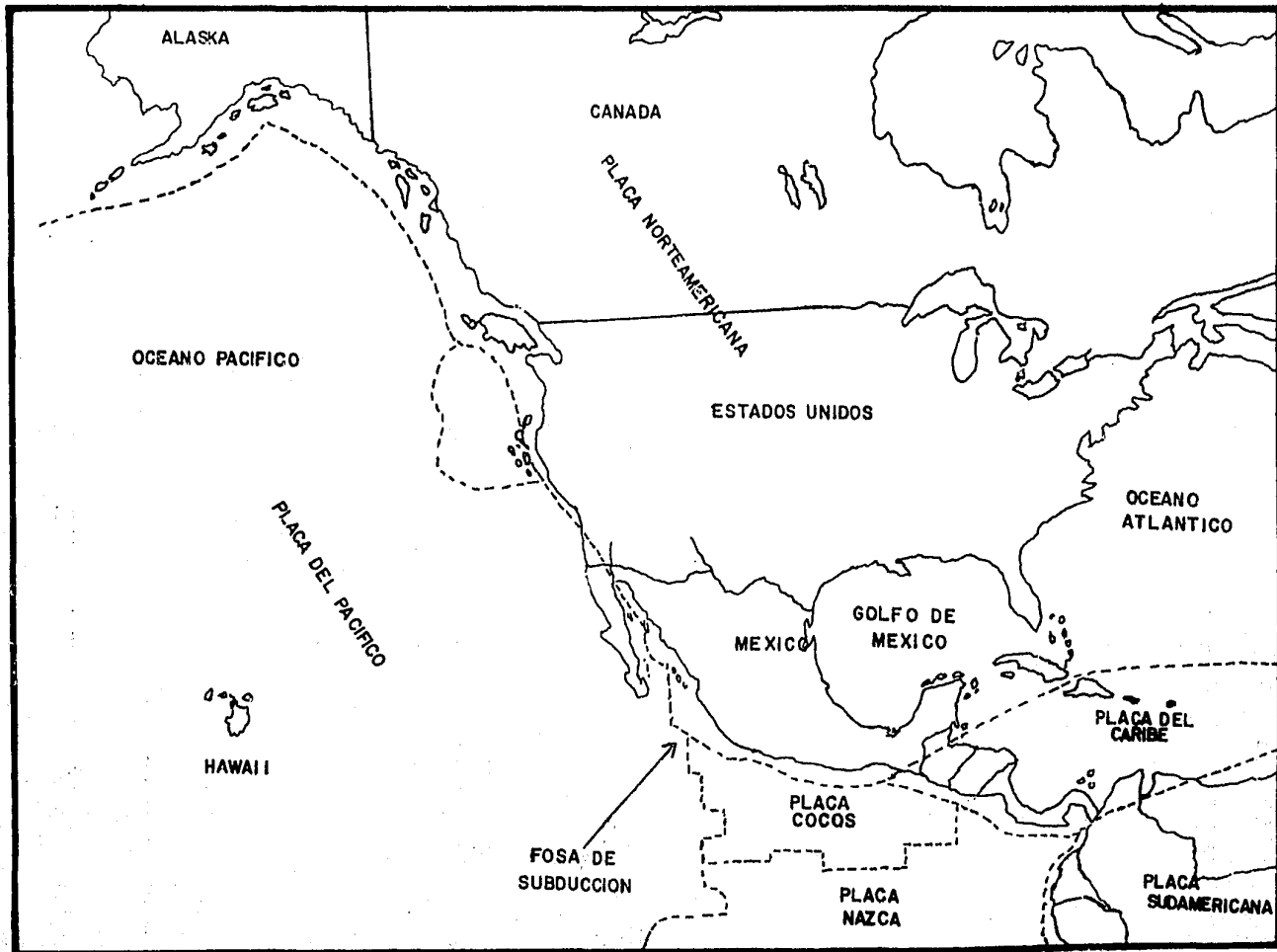


FIG. 9 Localización de las placas cercanas a la República Mexicana.

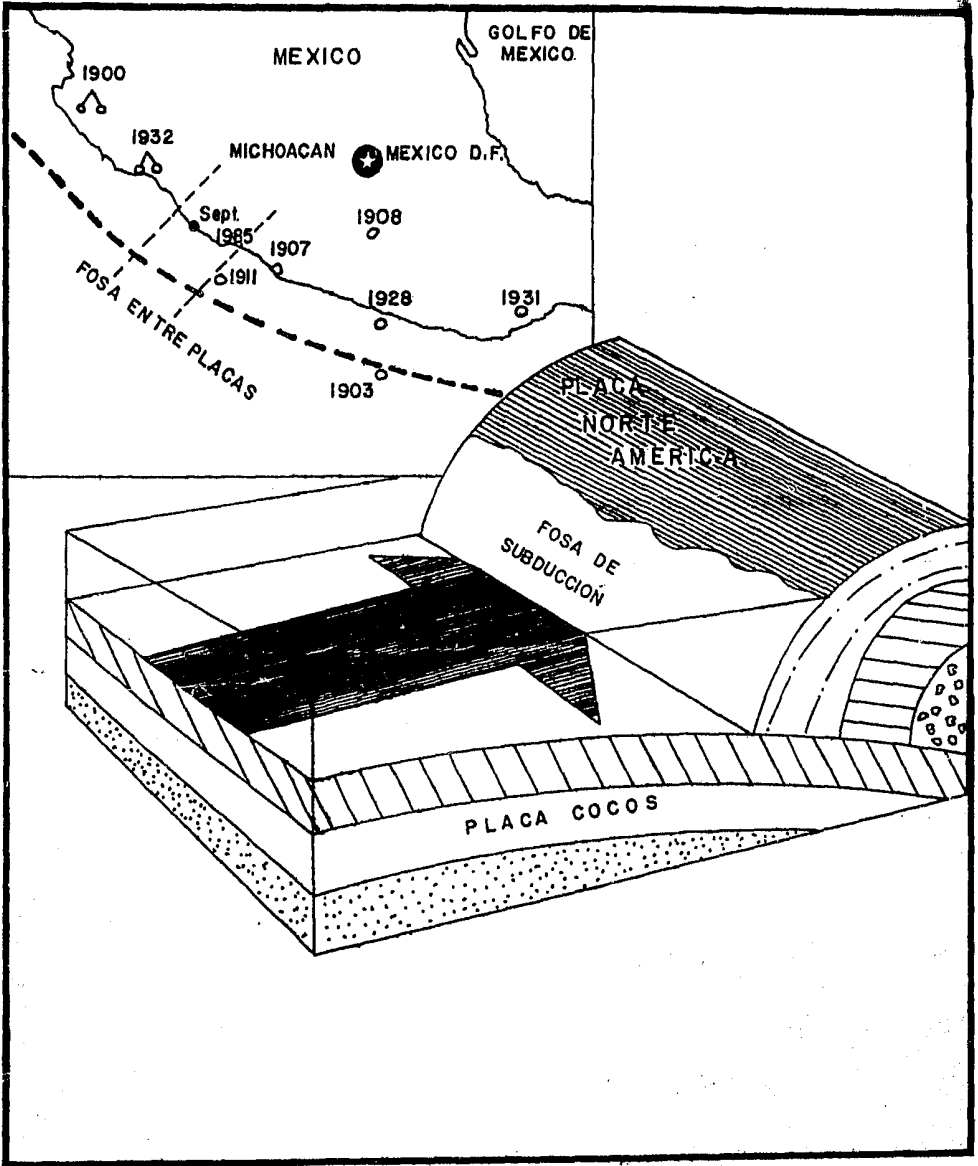


FIG. 10 Zona de subducción entre las placas Norteamérica y Cocos.

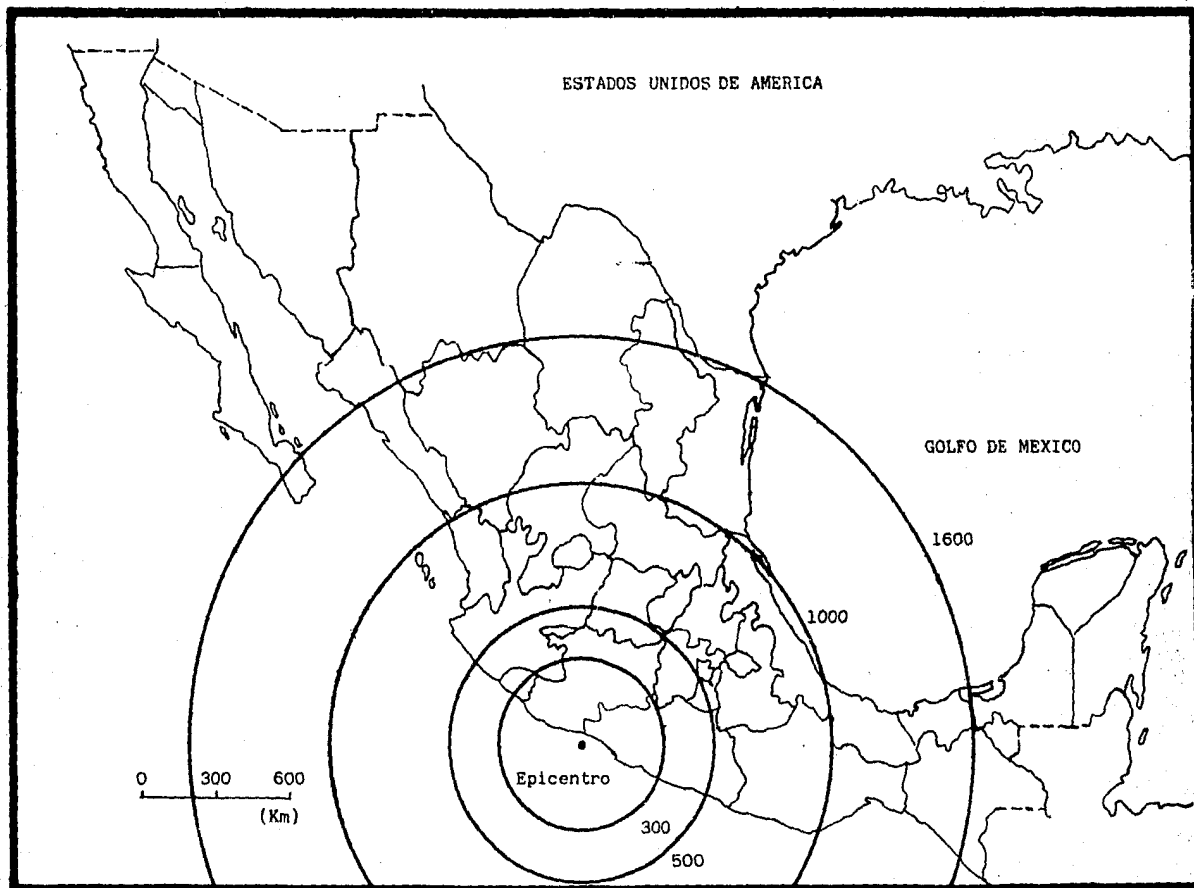


FIG. 12 Localización del Epicentro del sismo del 19 de Septiembre de 1985

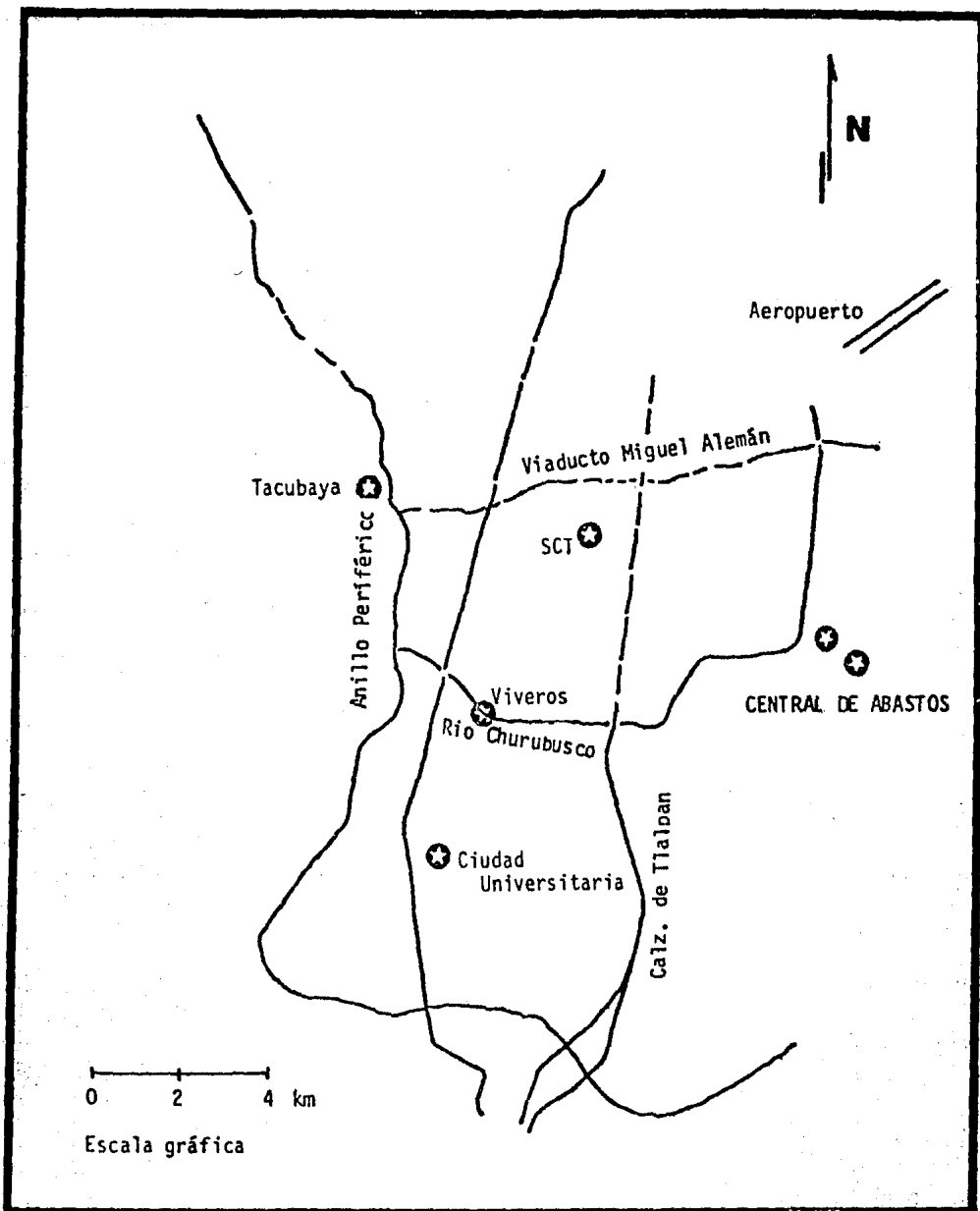


FIG. 13 Localización de acelerógrafos en la Ciudad de México.

GRAFICA DE TRES ARCHIVOS DE ACELERACION (gals)					
Archivo:	SXVIB50919AL.T	SXVIB50919AV.T	SXVIB50919AT.T		
Stano:	GRO-MICH	GRO-MICH	GRO-MICH		
Hora:	13:19:43	13:19:43	13:19:43		
Componente:	N00E	VERT	N00E		
Distanola:	400	400	400		
Max.Min:	36.35. -44.11	15.27. -18.15	42.42. -33.64		

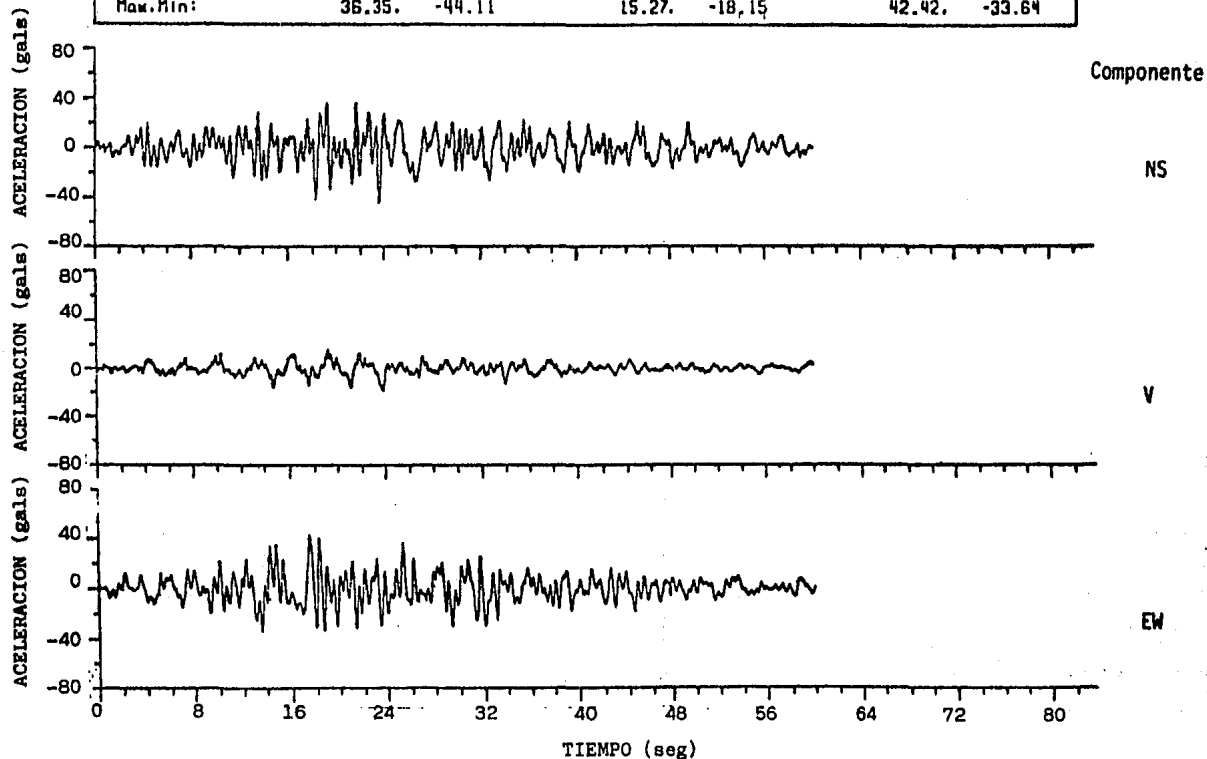


FIG. 14 Acelerograma obtenido en los Viveros de Coyoacán en México, D.F.

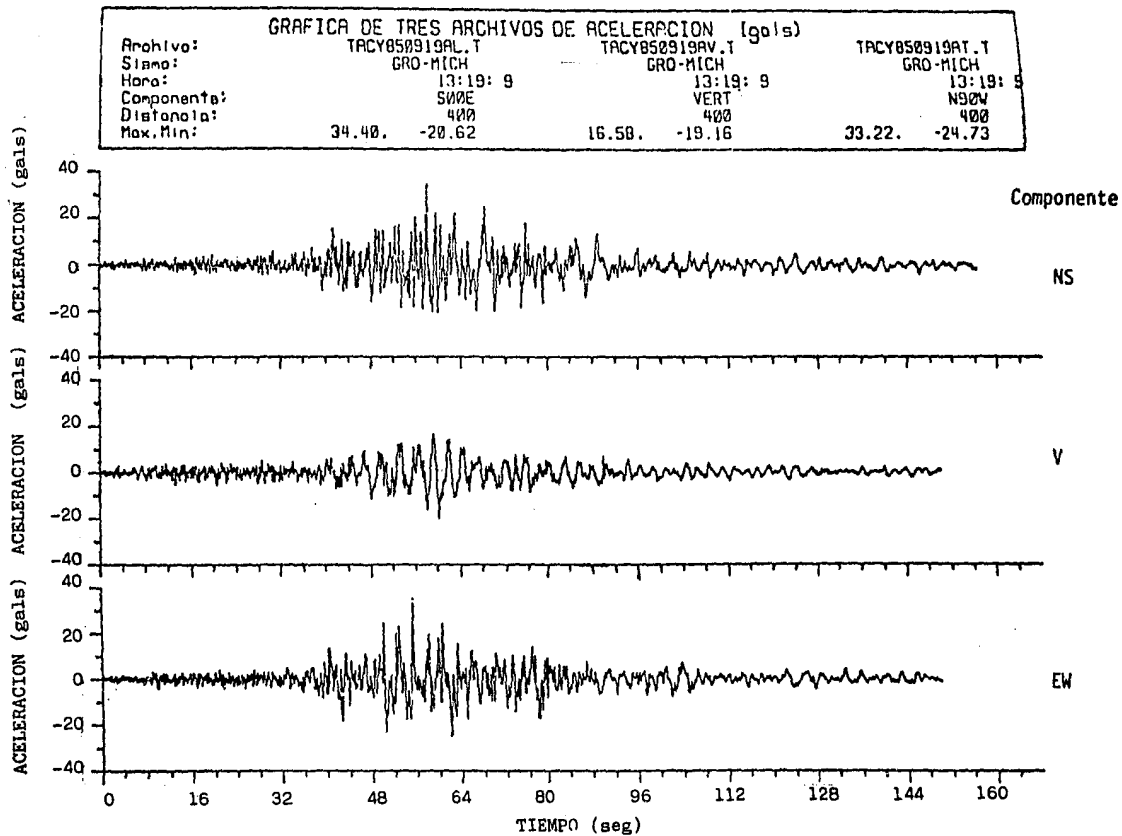


FIG. 15 Acelerograma obtenido en el Observatorio sismológico de Tacubaya en México, D.F.

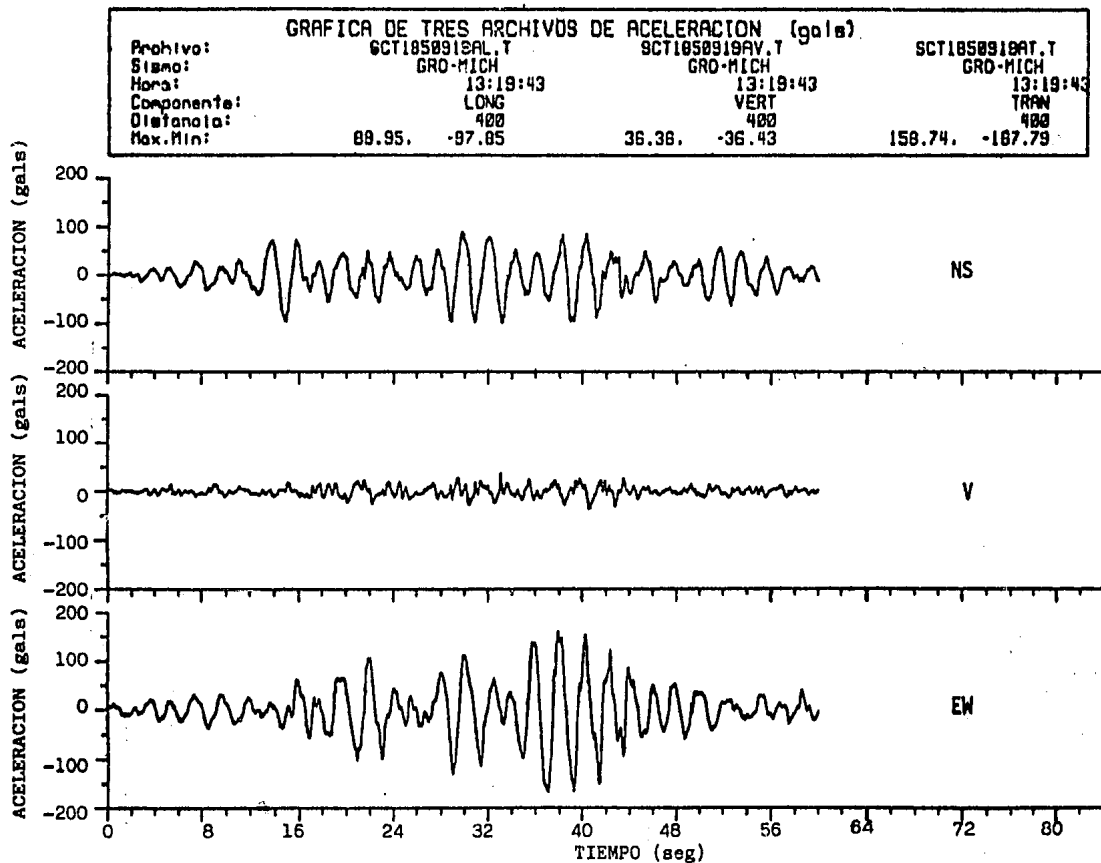


FIG. 16 Acelerograma obtenido en el centro SCOP en México, D.F.

SISMO	GRO-MICH	REGISTRO	SCT1850919AT.T	CORRECCION
DATOS	IDEI	ESTA	SCT1	CALTECH.
FECHA	850919	INST	03-144	FILTRO 0.070 0.100 23.0 25.0
HORA	13:19:44	COMP	TRAN	ΔT 0.010
EPIC	17.680 102.470	HORA	13:19:43	MAX ACEL 158.74. -167.79
M	7.0	DUR	59.99	MAX VEL 56.62. -61.47
H	33	DIST	400	MAX DESP 21.24. -20.88

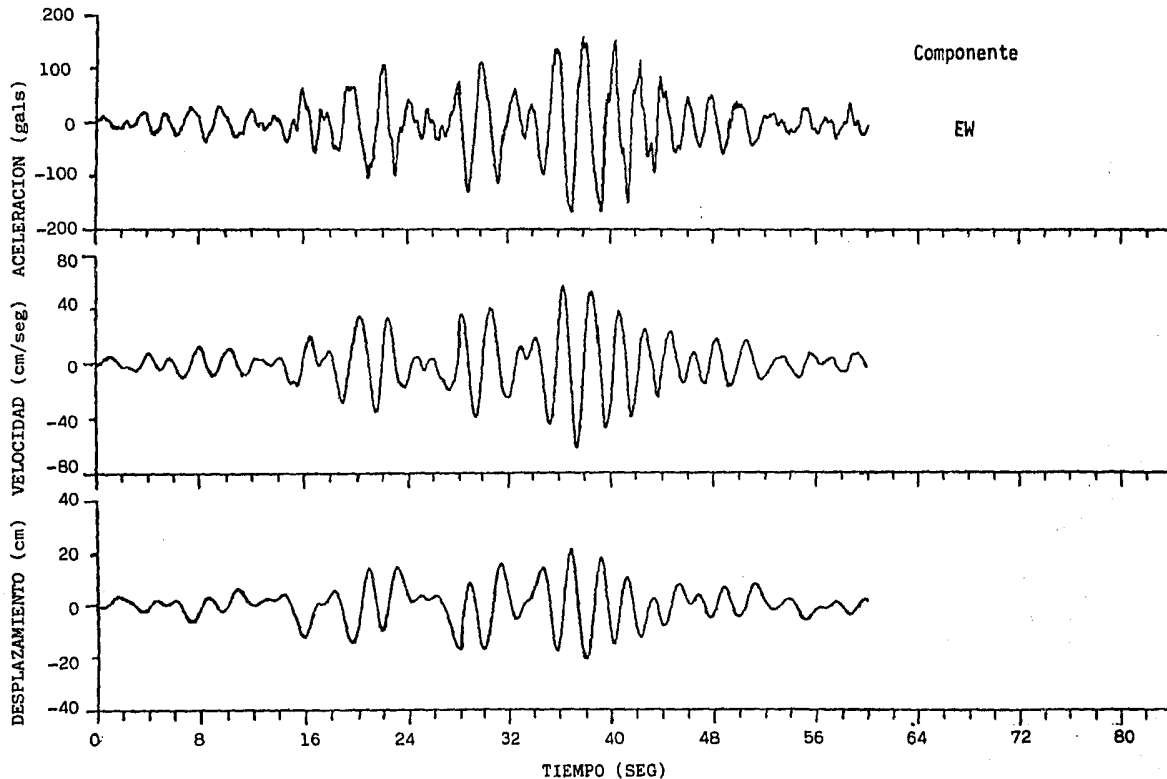


FIG. 17 Aceleración, velocidad y desplazamiento de la componente EW en el Centro SCOP

SISMO	GRO-MICH	REGISTRO	SCT1850919AL.T	CORRECCION
DATOS	IDEI	ESTA	SCT1	METODO CALTECH.
FECHA	850919	INST	03-144	FILTRO 0.070 0.100 23.0 25.0
HORA	13:19:44	COMP	LONG	ΔT 0.010
EPIC	17.600 102.470	HORA	13:19:43	MAX ACEL 69.95, -97.85
M	7.0	DUR	59.99	MAX VEL 38.68, -33.75
H	33	DIST	400	MAX DESP 17.40, -14.29

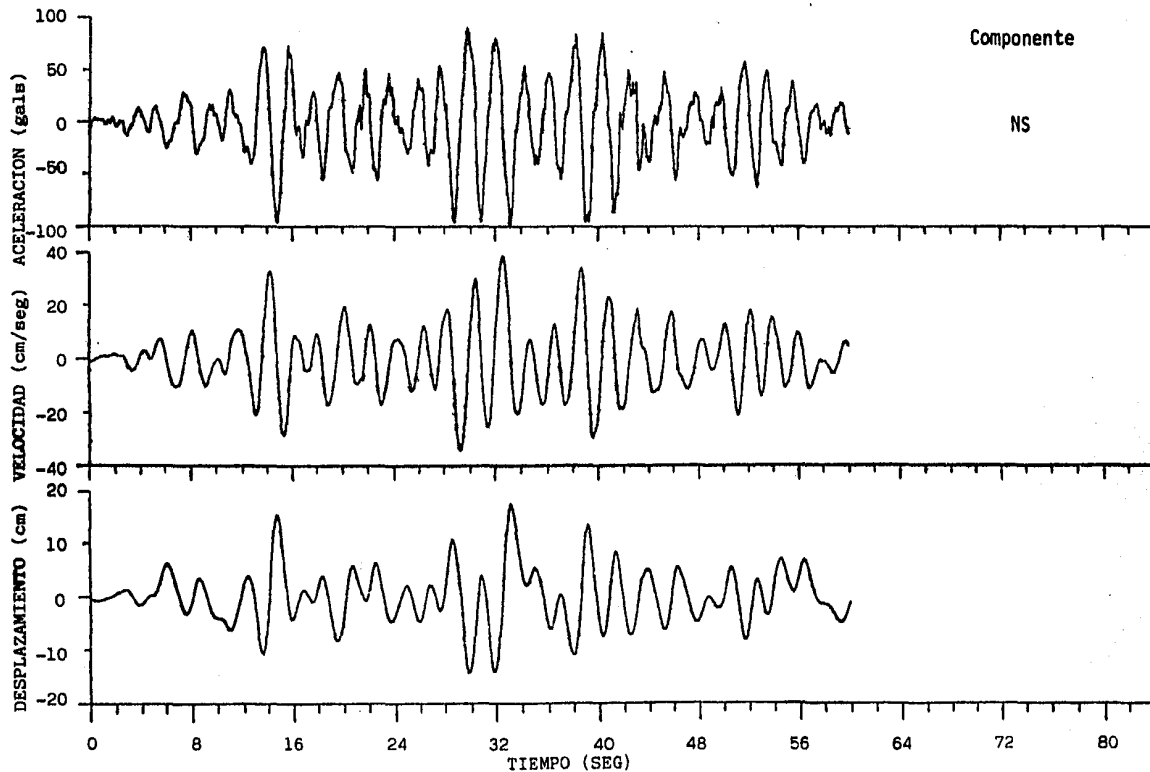


FIG. 18 Aceleración, velocidad y desplazamiento de la componente NS en el Centro SCOP.

SISMO	GR0-MICH	REGISTRO	COR0850919AL.T	CORRECCION
DATOS	IDEL	ESTA	COAO	METODO CALTECH.
FECHA	850913	INSI	03-115	FILTRO 0.050 0.070 10.0 13.0
HORA	14:34:50	COMP	N00E	ΔT 0.020
EPIC	17.800 102.470	HORA	14:34:40	MAX ACEL 65.84. -60.05
M	7.0	DUR	179.89	MAX VEL 31.24. -35.02
H	33	DTST	400	MAX DESP 19.57. -25.00

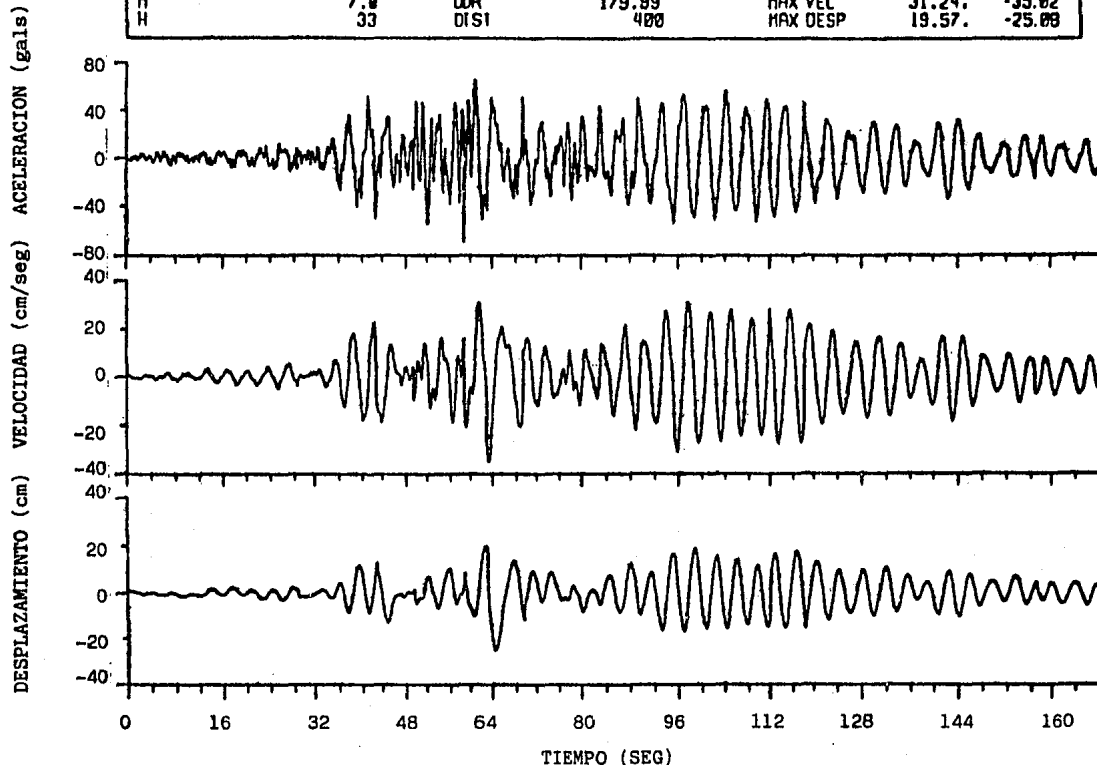


FIG. 19 Aceleración, velocidad y desplazamiento de los 3 minutos iniciales de la componente NS del acelerograma registrado en la oficina principal de la Central de Abastos en México, D.F.

SISMO	GRO-MICH	REGISTRO	COA0850919AT.T	CORRECCION	
DATOS	IDEI	ESTA	COAJ	METODO	CALTECH.
FECHA	850915	INST	03-115	FILTRO	0.050 0.075 10.0 13.0
HORA	14:34:52	COMP	N90E	ΔT	0.020
EPIC	17.680 102.470	HORA	14:34:48	MAX ACEL	68.43. 80.33
M	7.0	DUR	179.99	MAX VEL	41.88. 32.91
H	33	DIST	400	MAX DESP	21.74. 24.64

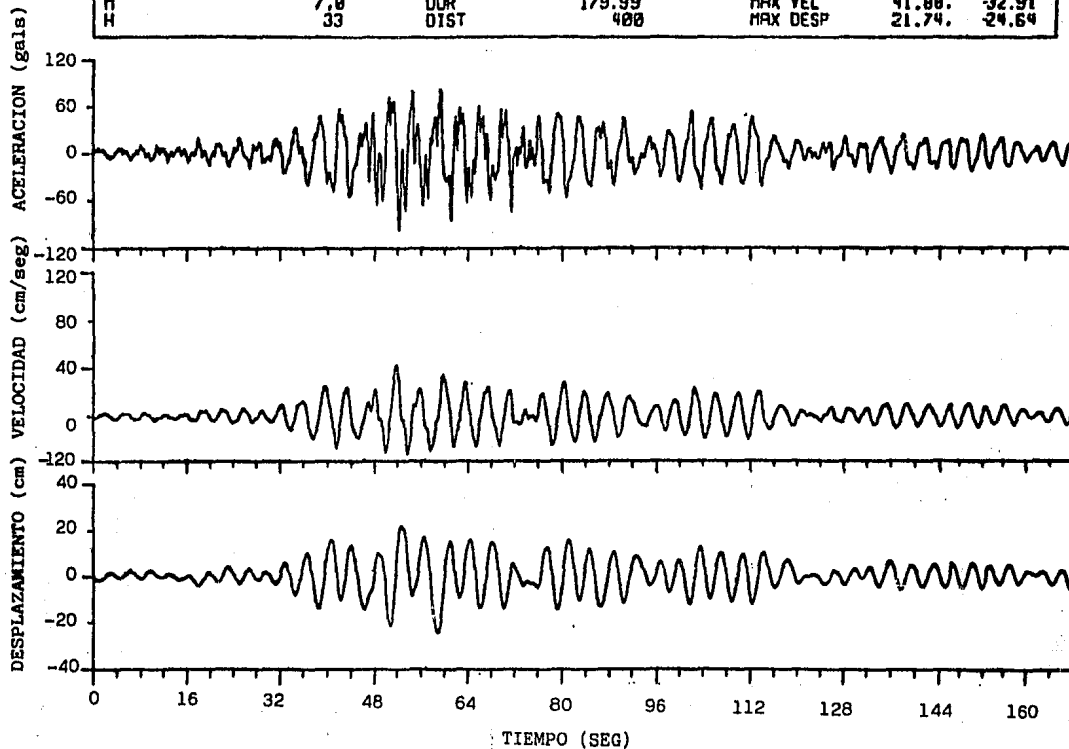


FIG. 20 Aceleración, velocidad y desplazamiento de los 3 minutos iniciales de la componente EW del acelerograma registrado en la oficina principal de la Central de Abastos en México, D. F.

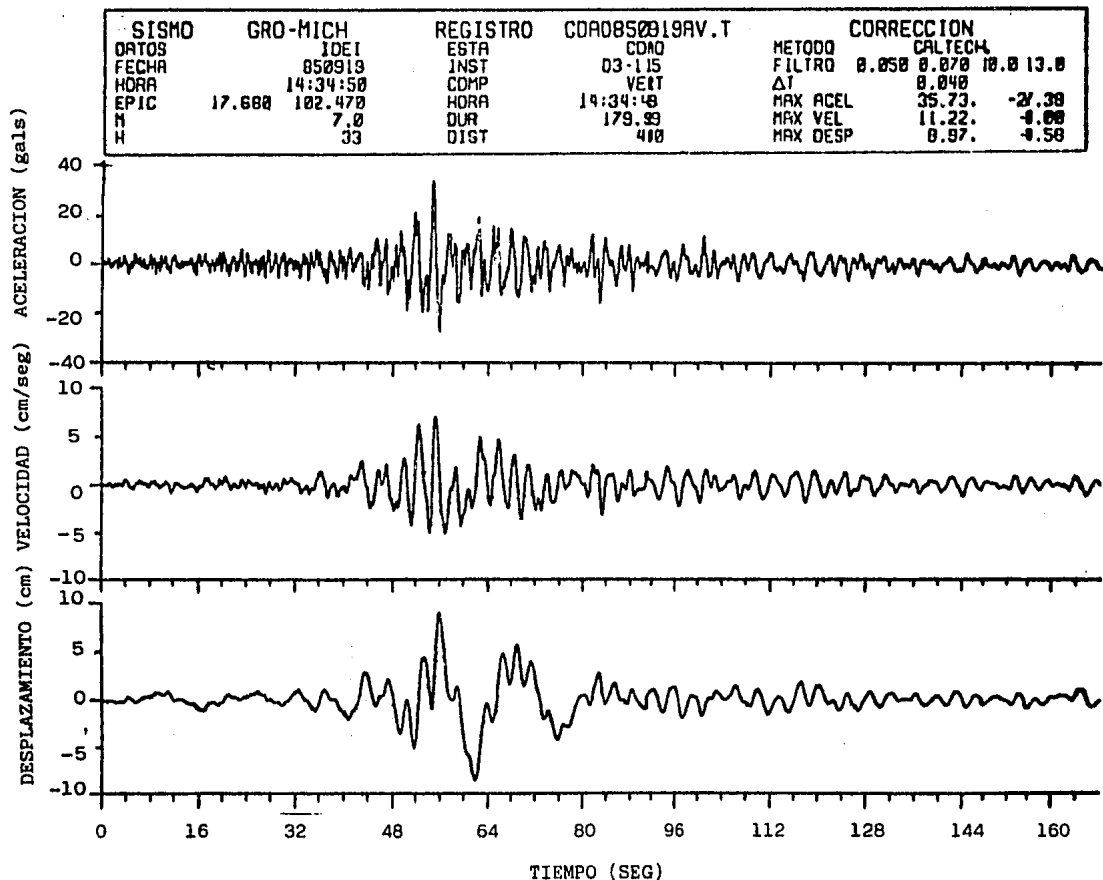


FIG. 21 Aceleración, velocidad y desplazamiento de los 3 minutos iniciales de la componente V del acelerograma registrado en la oficina principal de la Central de Abastos en México, D.F.

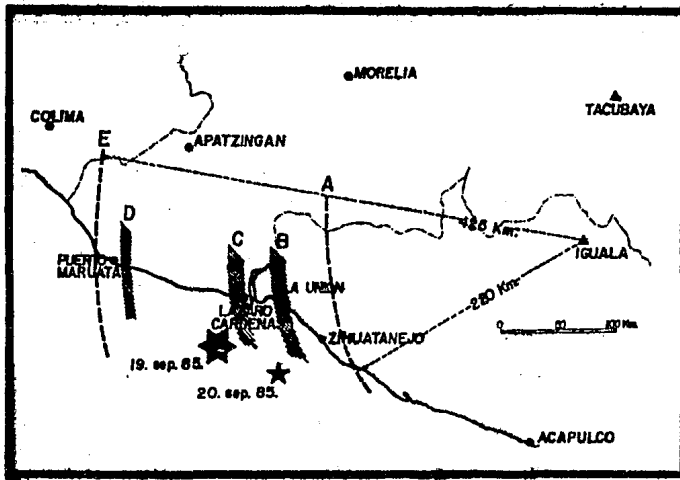


FIG. 22. Localización de la zona de réplicas.

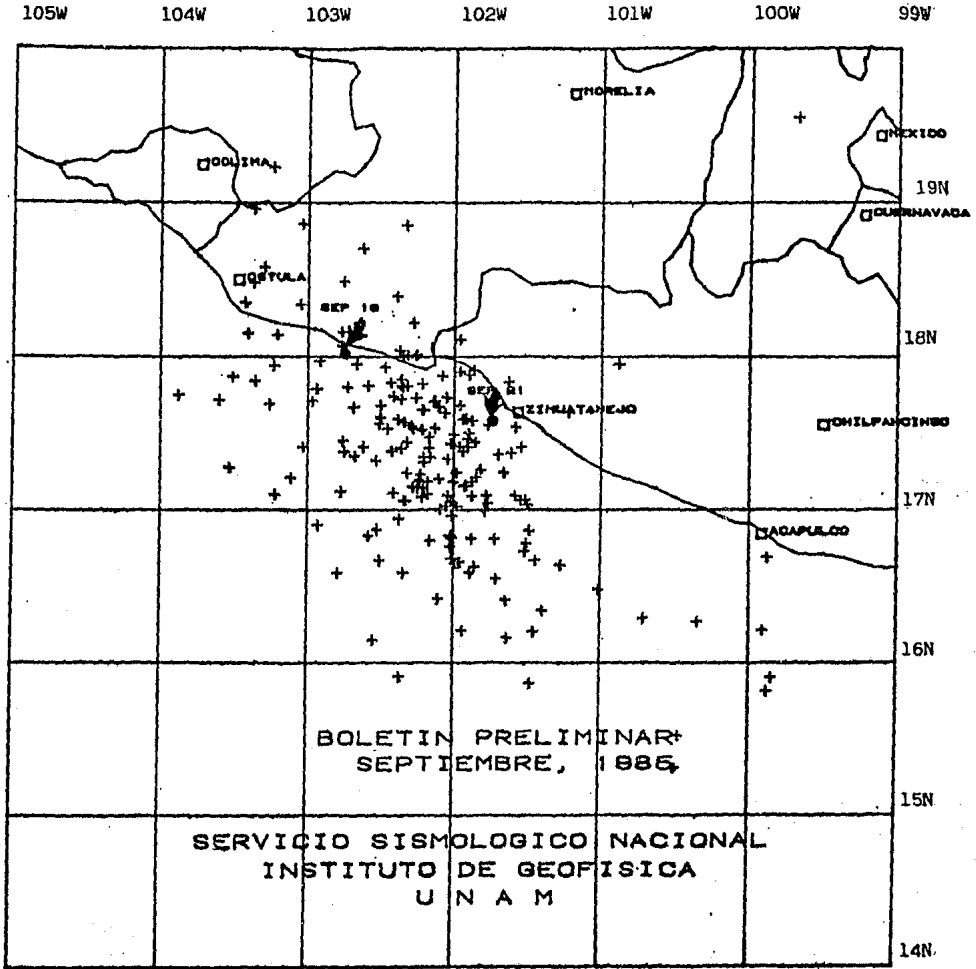


FIG. 23 Localización de las principales réplicas del macrosismo del 19 de Septiembre de 1985.

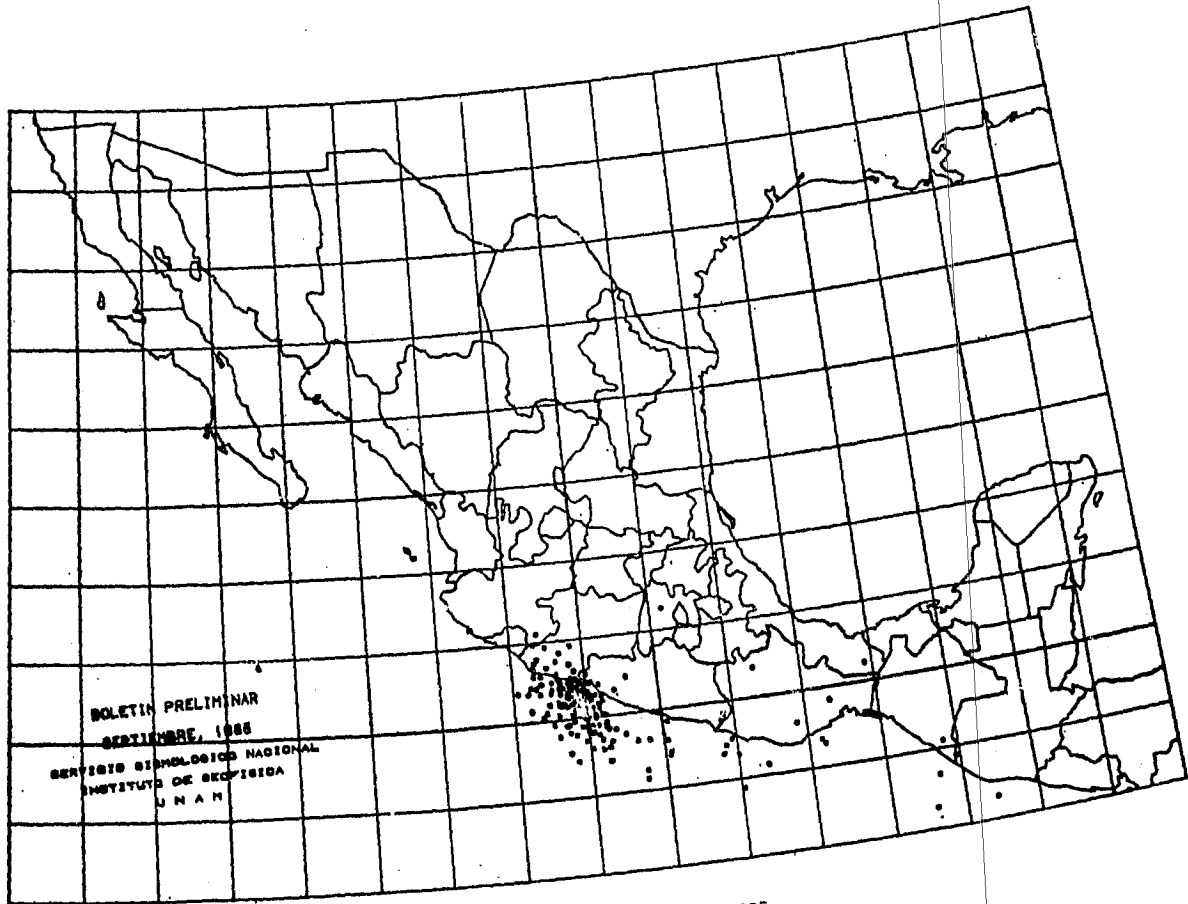


FIG.24 Localización de los sismos del mes de septiembre de 1985

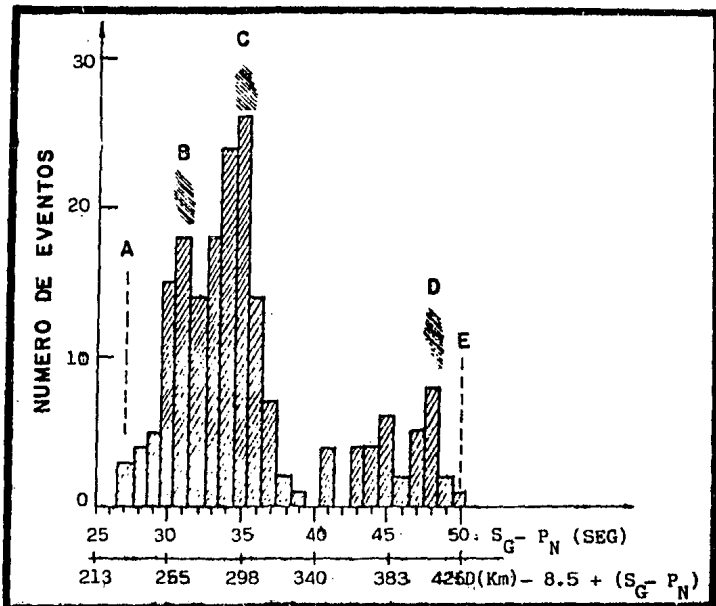


FIG. 25 Distribución del número de réplicas de 80 segundos, registradas en el sismógrafo de Iguala, Gro.

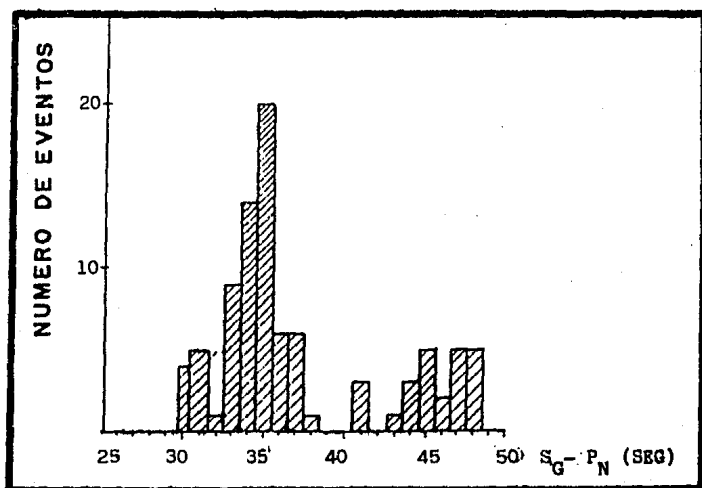


FIG. 26 Distribución del número de réplicas de 80 segundos, antes de la réplica mayor, registradas en el sismógrafo de Iguala, Gro.

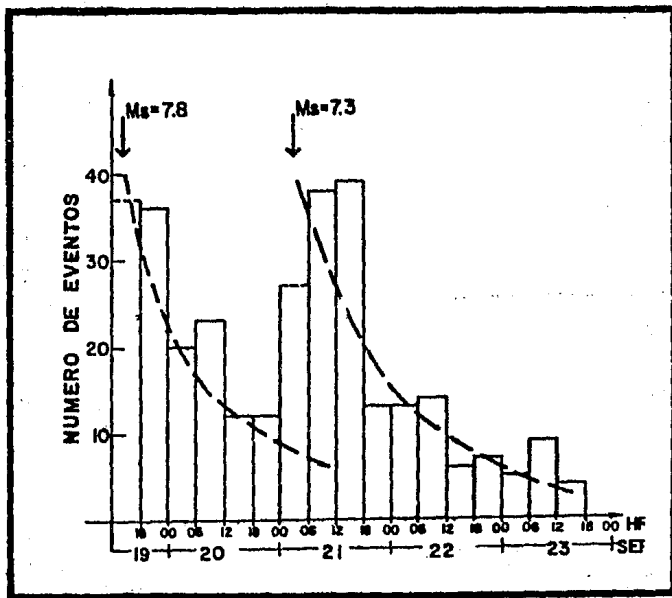


FIG. 27 Histograma del número de réplicas cada 6 horas.

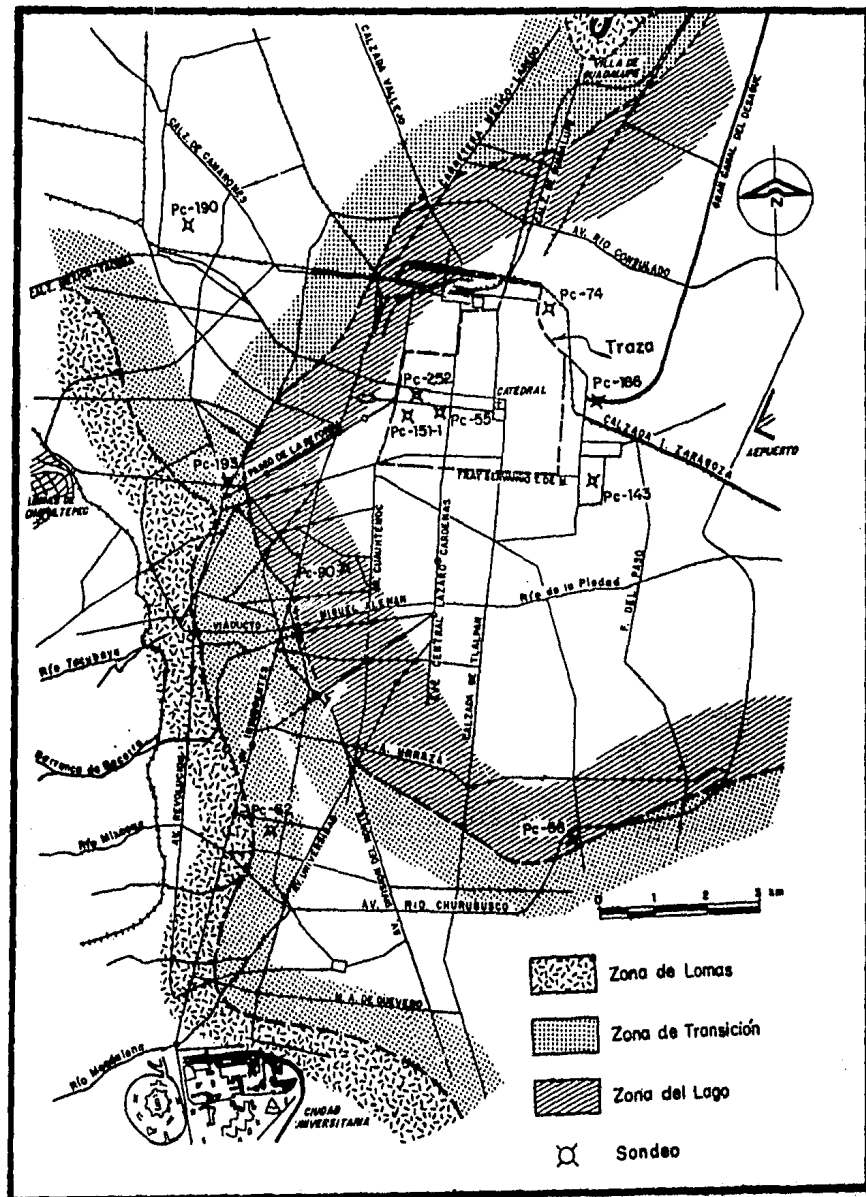


FIG. 28 Zonificación estratigráfica de la Ciudad de México

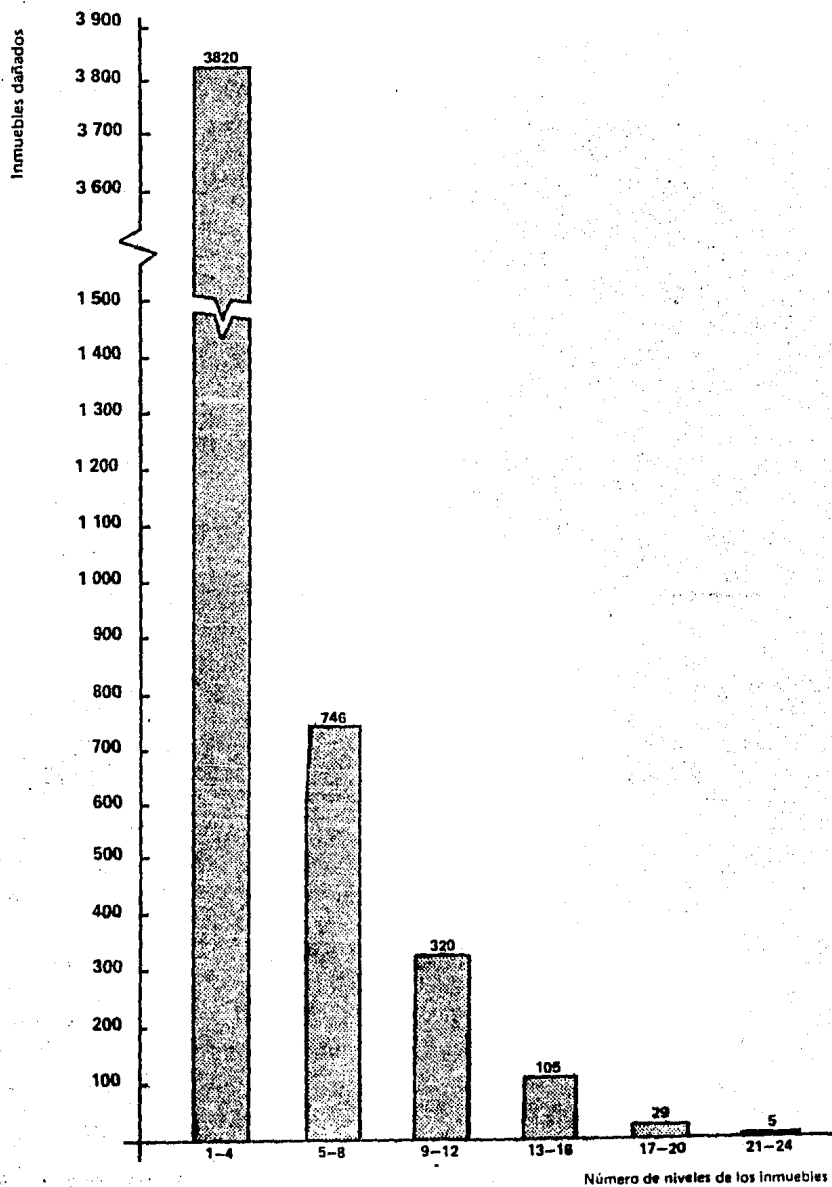


FIG. 30 Número de Inmuebles dañados según su altura en niveles.

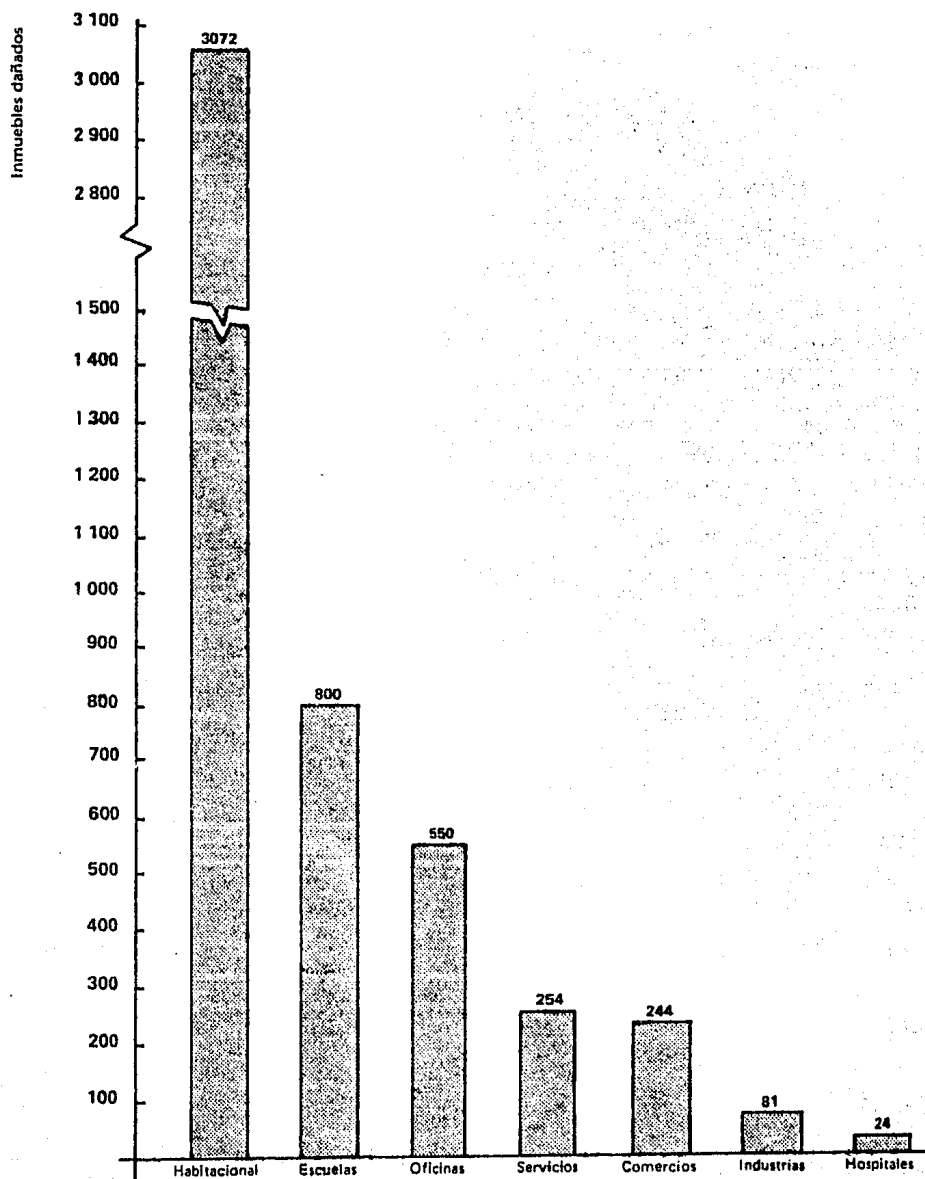


FIG. 31 Uso al que se destinaban los inmuebles dañados

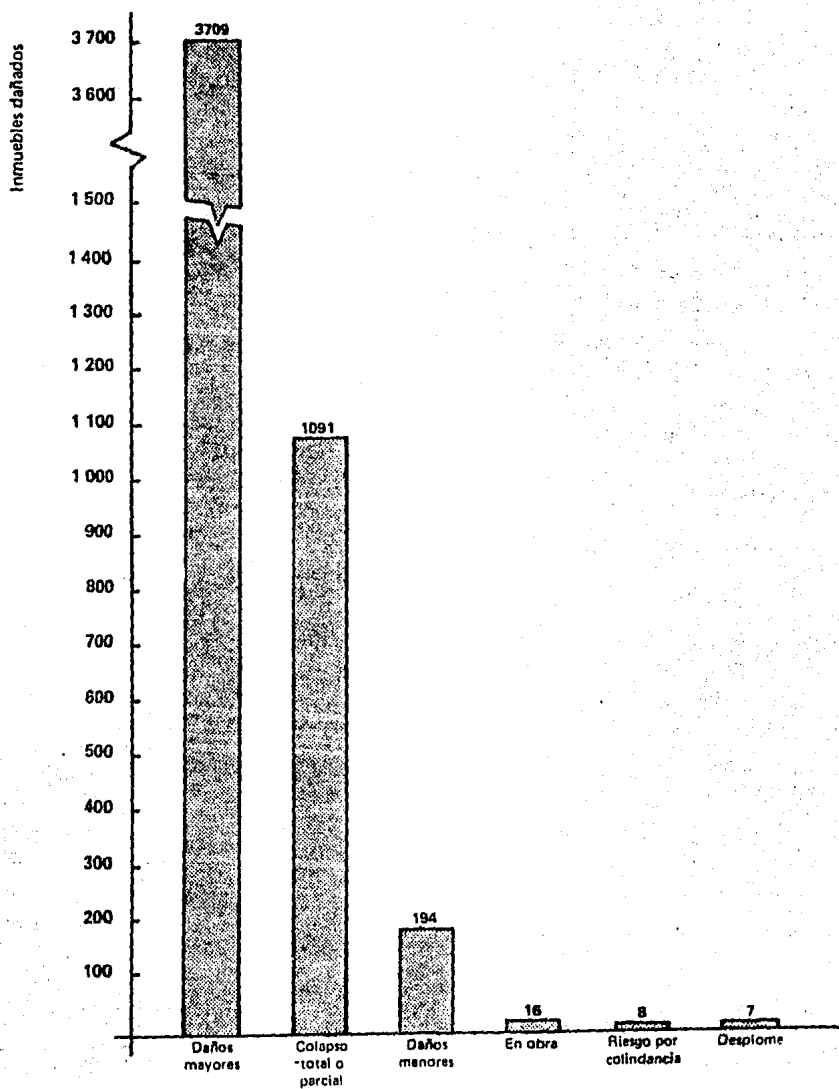


FIG. 32 Estado en que se encontraron los inmuebles dañados según la primera inspección.

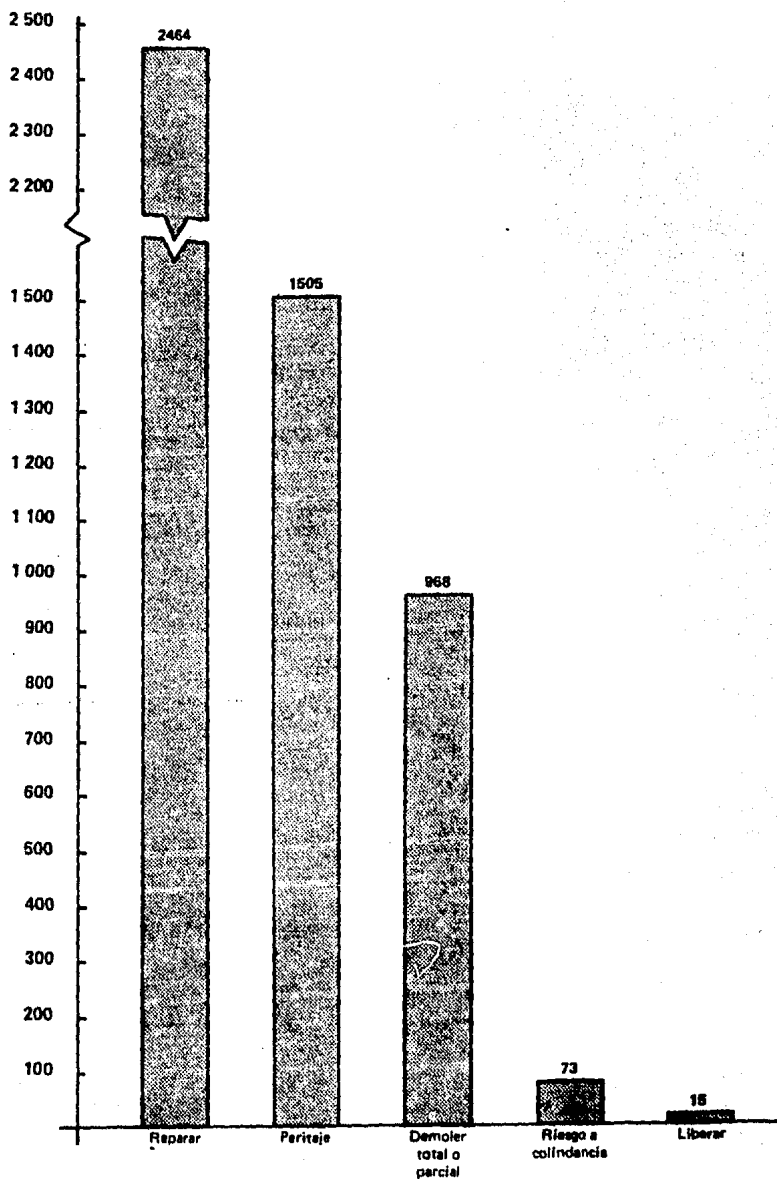
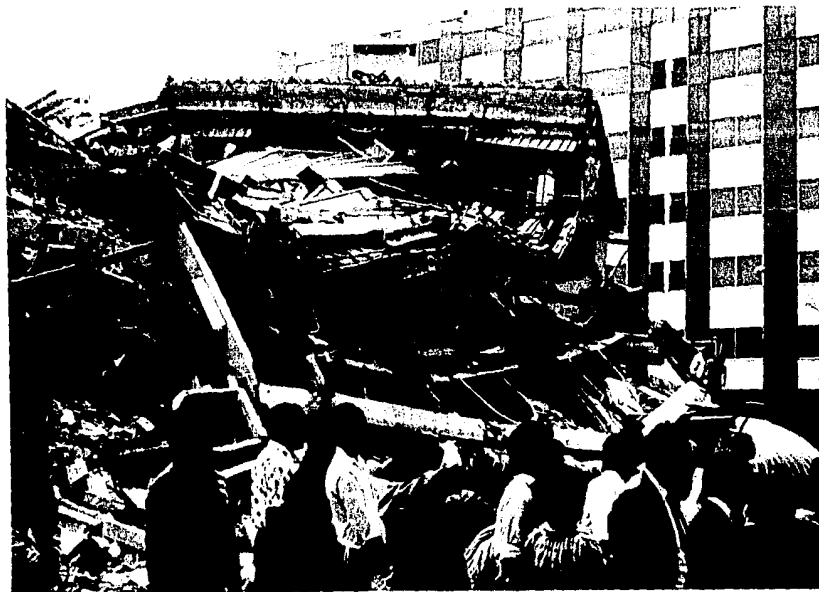


FIG. 33 Recomendación según la inspección preliminar

FOTOGRAFIAS



Fotografía 1 Edificio en Avenida Niños Héroes



Fotografía 2 Vista posterior del Edificio de la Fotografía 1.



Fotografía 3 Labores de Rescate.



Fotografía 4 Auditorio DIF,
Dr. Olvera y Vertiz



Fotografía 5 Altos Hornos de México y Hotel de Carlo en Plaza de la República.



Fotografía 6 Calle Lafragua, vista desde la Plaza de la República



Fotografía 7 Edificio en la Colonia Juárez