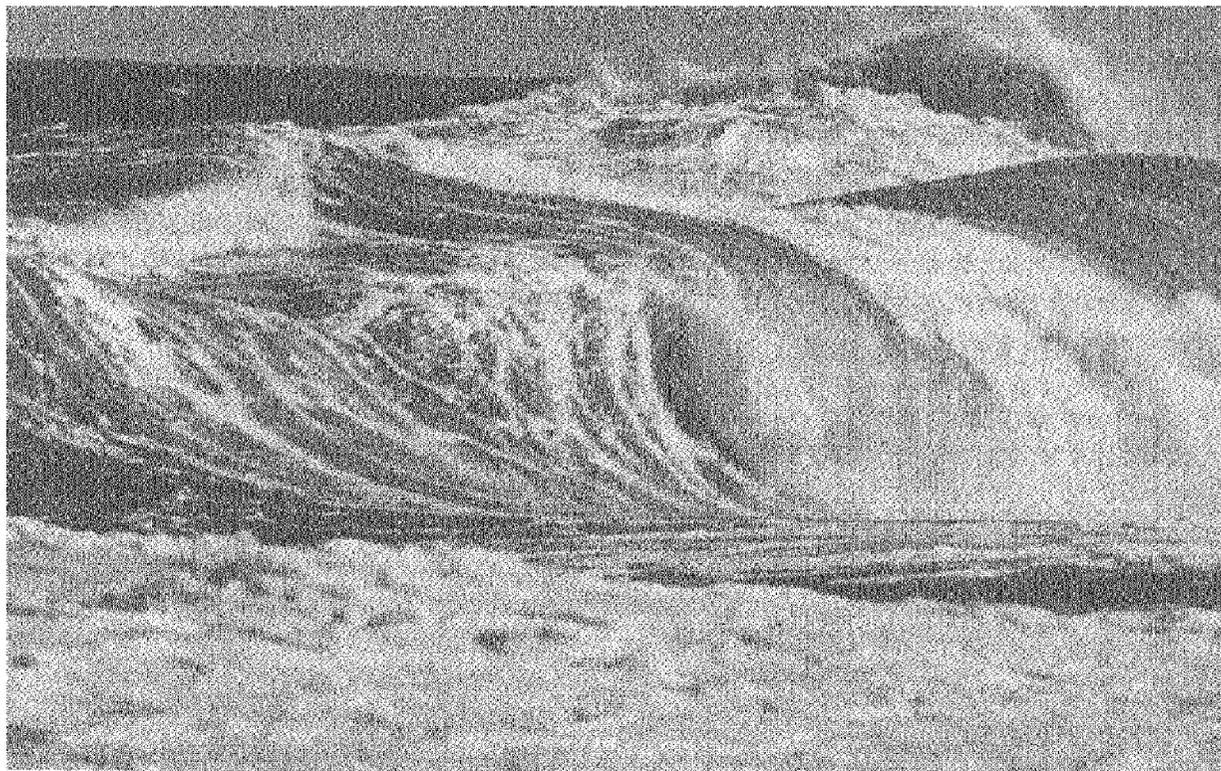

MAREMOTOS



Los maremotos, también conocidos como **Tsunamis**, son la consecuencia de un sismo tectónico bajo el fondo del océano; éste llega a mover el agua como si fuera empujada por un gran remo. Las olas provocadas se propagan a partir de los alrededores de la fuente del terremoto a través del océano hasta que llegan a la costa. Allí, su altura puede llegar a ser hasta de 30 metros, como sucedió en Japón a finales del siglo pasado.

ESCALAS DE INTENSIDAD Y MAGNITUD

Generalmente, al describir un gran sismo, además de su epicentro se mencionan valores de magnitud e intensidad; estos dos últimos términos representan fenómenos distintos.

La **intensidad** de un sismo está asociada a un lugar determinado y se asigna en función de los efectos causados en el hombre, en sus construcciones y en general, en el terreno en dicho sitio. Esta medida resulta un tanto subjetiva, debido a que la forma de medirse depende de la sensibilidad de cada persona y de la apreciación que se tenga de los efectos.

La primera escala de intensidad fue propuesta en 1883 por S. de Rossi y F. Forell, con grados de 1 al 10. Más tarde, G. Mercalli propone, en 1902, otra escala con doce grados, la que fue modificada por H. Hood y F. Newmann en 1931 para construcciones más modernas. Esta es conocida como **Escala de Mercalli Modificada**, la que ahora es ampliamente utilizada

Por otro lado, con el objeto de comparar el tamaño de los terremotos en todo el mundo, es necesaria una medida que no dependa, como la intensidad, de la densidad de población y del tipo de construcción. La manera de medir al

tamaño real de un sismo tiene que ver con la cantidad de energía liberada y es independiente de la localización de los instrumentos que lo registren.

Una escala estrictamente cuantitativa, aplicable a sismos ocurridos en regiones habitadas o no, fue desarrollada por Charles Richter, utilizando las amplitudes de las ondas registradas por un sismógrafo. Richter, en 1932, definió la escala de **Magnitud**, basado en la medición de un gran número de sismos en la costa de California. Hoy el uso de la magnitud ha sido más allá de estos modestos comienzos. La conveniencia de describir el tamaño de un terremoto por un número (la magnitud), ha requerido que el método se amplíe a otros tipos de sismógrafos por todo el mundo. Consecuentemente, se tiene una variedad de escalas de magnitud. Estas no tienen límite superior ni inferior, aunque el tamaño de un terremoto está, ciertamente, limitado en su extremo superior por la resistencia de las rocas de la litósfera.

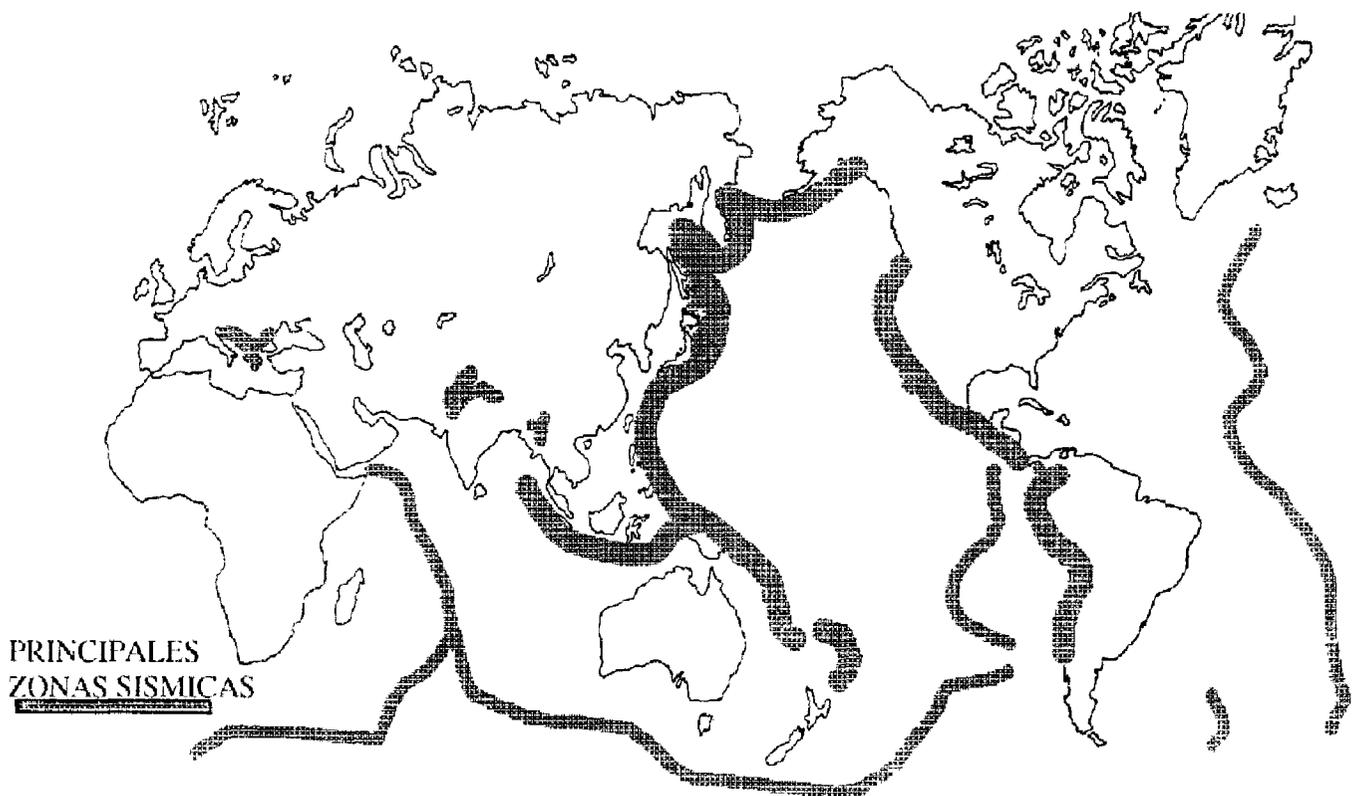
En este siglo, los terremotos de mayor magnitud han ocurrido en China en 1920 ($M = 8.5$), Chile en 1960 ($M = 8.5$) y Alaska en 1964 ($M = 8.6$).

ESCALA DE INTENSIDAD MERCALLI MODIFICADA ABREVIADA

Valor de la intensidad y la descripción

- I. No tiene sentido excepto por algunas personas bajo circunstancias especialmente favorables (I de la escala Rossi-Forel)
- II Sentido sólo por muy pocas personas en posición de descanso, especialmente en los pisos altos de los edificios. Objetos suspendidos delicadamente pueden oscilar. (I a II de la escala Rossi-Forel)
- III. Sentido muy sensiblemente en interiores, especialmente en los pisos altos de los edificios, pero mucha gente no lo reconoce como un terremoto. Automóviles parados pueden balancearse ligeramente. Vibraciones como al paso de un camión. Duración apreciable. (III. de la escala Rossi-Forel)
- IV. Durante el día sentido en interiores por muchos, al aire libre por algunos. Por la noche algunos despiertan. Platos, ventanas, puertas agitados; las paredes crujen. Sensación como si un camión pesado chocara contra el edificio. Automóviles parados se balancean apreciablemente. (IV a V de la escala Rossi-Forel)
- V Sentido por casi todos, muchos se despiertan. Algunos platos, ventanas y similares rotos; grietas en el revestimiento en algunos sitios. Objetos inestables volcados. Algunas veces se aprecia balanceo de árboles, postes y otros objetos altos. Los péndulos de los relojes pueden pararse. (V a VI de la escala Rossi-Forel)
- VI. Sentido por todos, muchos se asustan y salen al exterior. Algún mueble pesado se mueve; algunos casos de caída de revestimientos y chimeneas dañadas. Daño leve. (VI a VII de la escala de Rossi- Forel)
- VII Todo el mundo corre al exterior Daño insignificante en edificios de buen diseño y construcción; leve a moderado en estructuras corrientes bien construidas, considerablemente en estructuras pobremente construidas o mal diseñadas; se rompen algunas chimeneas. Notado por algunas personas que conducen automóviles. (VIII de la escala Rossi-Forel)
- VIII. Daño leve en estructuras diseñadas especialmente; considerable en edificios corrientes sólidos con colapso parcial; grande en estructuras de construcción pobre. Paredes separadas de la estructura. Caída de chimeneas, rimeros de fábricas, columnas, monumentos y paredes. Muebles pesados volcados. Eyección de arena y barro en pequeñas cantidades. Cambios en pozos de agua. Conductores de automóviles entorpecidos (VIII + a IX de la escala Rossi-Forel)
- IX. Daño considerable en estructuras de diseño especial; estructuras con armaduras bien diseñadas pierden la vertical; grande en edificios sólidos con colapso parcial. Los edificios se desplazan de los cimientos. Grietas visibles en el suelo. Tuberías subterráneas rotas. (IX + de la escala Rossi-Forel)
- X. Algunos edificios bien construidos en madera destruidos, la mayoría de las obras de estructura de ladrillo, destruidas con los cimientos; suelo muy agrietado. Carriles torcidos. Corrimientos de tierra considerables en las orillas de los ríos y en laderas escarpadas. Movimientos de arena y barro. Agua salpicada y derramada sobre las orillas. (X de la escala Rossi-Forel)
- XI Pocas o ninguna obra de albañilería quedan en pie. Puentes destruidos Anchas grietas en el suelo. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio. La tierra se hunde y el suelo se desliza en terrenos blandos Carriles muy retorcidos.
- XII Destrucción total Se ven ondas sobre la superficie del suelo Líneas de mira (visuales) y de nivel deformadas Objetos lanzados al aire

ZONAS SISMICAS EN EL MUNDO



A finales del siglo pasado y a principios del presente se establecieron estaciones sismológicas en varios países alrededor del mundo, incluyendo a México.

Mediante sismógrafos de diferentes tipos se inició en esa época el registro instrumental de las ondas sísmicas generadas por terremotos, tanto de origen local como lejano, lo que permitió determinar en forma relativamente precisa la localización de los focos sísmicos y su profundidad.

Con el tiempo se formó un mapa bien definido que mostró la distribución geográfica de los sismos.

Desde el advenimiento de la sismología moderna, sorprendió a los investigadores que al representar en un mapa los focos de los sismos registrados durante un periodo de tiempo dado, estos se concentrarán siempre a lo largo de franjas relativamente angostas, indicando en dichas zonas una alta sismicidad.

Estas franjas, a su vez, limitan o separan grandes regiones oceánicas y continentales con actividad sísmica escasa o nula.

La distribución de los focos, como se observa en el mapa de la sismicidad mundial (figura superior), nos sugiere la

división de la superficie terrestre en una serie de placas, lo cual apoya la teoría de tectónica de placas explicada anteriormente.

Podemos observar que la franja de sismicidad más importante se encuentra en la periferia del Océano Pacífico. Esta abarca Patagonia y Chile en América del Sur, Centroamérica, México, Estados Unidos y Canadá; se extiende más allá de Alaska a través de las Islas Aleutianas, pasando por la Península de Kamtchatka, Japón, Filipinas y Nueva Zelanda en el sur. Esta zona sísmica está caracterizada

además, por actividad volcánica intensa. Por esto es conocida como el **Cinturón de Fuego del Pacífico** o simplemente **Cinturón Circunpacífico**.

Es claro que la sismicidad a escala mundial se concentra en zonas bien definidas. En contraste, grandes regiones de la tierra están libres de actividad sísmica o casi nunca ocurren sismos en ellas. Tal es el caso de Brasil, norte y centro de Canadá, Noruega, Suecia, oeste de Africa y una gran porción de Australia; por lo tanto estas son consideradas zonas "asísmicas".

RIESGO SISMICO EN MEXICO

Se puede ver que nuestro país está asociado a una gran zona generadora de sismos y que éstos han ocurrido seguramente a lo largo de millones de años.

La mayor parte de los sismos de grandes magnitudes (mayores de 7, por ejemplo) y que son los que ocasionan grandes perjuicios para el hombre, tienen epicentros en la costa del Pacífico, a lo largo de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca. Sin embargo, también han ocurrido grandes sismos en el centro y sur de Veracruz y Puebla, partes norte y centro de Oaxaca, Chiapas, Estado de México y la península de Baja California, especialmente en la zona fronteriza con los Estados Unidos.

En los Estados de Sinaloa, Zacatecas, Durango y Sonora la sismicidad es más bien escasa, aunque en éste último ocurrió un sismo de magnitud 7.3 a fines del siglo pasado. En los Estados restantes no se han originado movimientos sísmicos de importancia aunque algunos llegan a ser afectados por los grandes sismos que se originan en otras regiones, como es el caso de Nayarit, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, Tlaxcala y Tabasco.

A continuación se listan los sismos con magnitudes mayores de 7 grados ocurridos en el país durante el siglo pasado y lo que va del presente:

CATALOGO DE TEMBLORES DE GRAN MAGNITUD EN MEXICO [SIGLO XIX]		
FECHA	REGION	MAGNITUD
25 marzo 1806	Costa de Colima-Michoacán	7.5
31 mayo 1818	Costa de Colima-Michoacán	7.7
4 mayo 1820	Costa de Guerrero	7.6
22 noviembre 1837	Jalisco	7.7
9 marzo 1845	Oaxaca	7.5
7 abril 1845	Costa de Guerrero	7.9
5 mayo 1854	Costa de Oaxaca	7.7
19 junio 1858	Norte de Michoacán	7.5
3 octubre 1864	Puebla-Veracruz	7.3
11 mayo 1870	Costa de Oaxaca	7.9
27 marzo 1872	Costa de Oaxaca	7.4
16 marzo 1874	Guerrero	7.3
11 febrero 1875	Jalisco	7.5
9 marzo 1879	Costa de Jalisco-Colima	7.4
17 mayo 1879	Puebla	7.0
19 julio 1882	Guerrero-Oaxaca	7.5
3 mayo 1887	Bavispe, Sonora	7.3
29 mayo 1878	Guerrero	7.2
6 septiembre 1889	Costa de Guerrero	7.0
2 diciembre 1890	Costa de Guerrero	7.2
2 noviembre 1894	Costa de Oaxaca-Guerrero	7.4
5 junio 1897	Costa de Oaxaca	7.4
24 enero 1899	Costa de Guerrero	7.9

Tabla publicada por S. K. Singh et al, 1981

La diferencia en número de sismos entre el presente siglo y el anterior se debe muy probablemente a falta de datos para este último período.

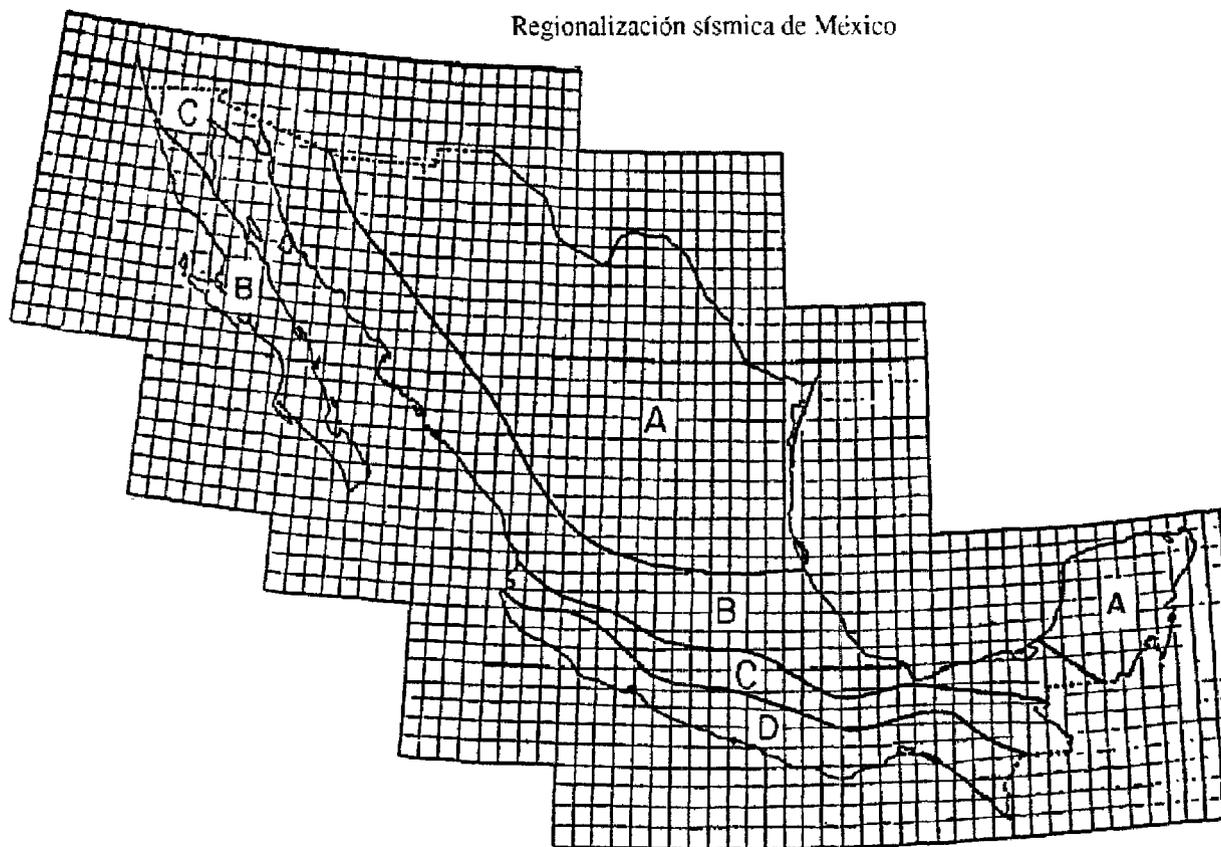
**CATALOGO DE TEMBLORES DE GRAN MAGNITUD EN MEXICO
[1900 - 1985]**

FECHA	REGION	MAGNITUD
20 enero 1900	Jalisco	7.9
16 mayo 1900	Jalisco	7.4
14 enero 1903	Frente Costa Oaxaca	8.1
15 abril 1907	Costa de Guerrero	8.0
26 marzo 1908	Costa de Guerrero	8.1
27 marzo 1908	Costa de Guerrero	7.5
30 julio 1909	Costa de Guerrero	7.4
7 junio 1911	Jalisco	7.7
16 diciembre 1911	Costa de Guerrero	7.5
19 noviembre 1912	Norte Estado de México	7.0
2 junio 1916	Sur de Veracruz	7.1
29 diciembre 1917	Frente Costa Oaxaca	7.7
22 marzo 1928	Oaxaca	7.5
17 junio 1928	Oaxaca	7.8
4 agosto 1928	Oaxaca	7.4
9 octubre 1928	Oaxaca	7.6
15 enero 1931	Oaxaca	7.8
3 junio 1932	Jalisco	8.2
18 junio 1932	Jalisco	7.8
30 noviembre 1934	Frente Costa de Jalisco	7.0
26 julio 1937	Oaxaca-Veracruz	7.3
23 diciembre 1937	Guerrero-Oaxaca	7.5
15 abril 1941	Michoacán	7.7
22 febrero 1943	Guerrero	7.5
6 enero 1948	Guerrero-Oaxaca	7.0
14 diciembre 1950	Guerrero-Oaxaca	7.3
28 julio 1957	Guerrero	7.5
11 mayo 1962	Guerrero	7.0
19 mayo 1962	Guerrero	7.2
6 julio 1964	Guerrero	7.4
23 agosto 1965	Oaxaca	7.6
2 agosto 1968	Oaxaca	7.4
30 enero 1973	Michoacán	7.5
28 agosto 1973	Oaxaca-Veracruz	7.1
29 noviembre 1978	Costa de Oaxaca	7.8
14 marzo 1979	Costa de Guerrero	7.6
25 octubre 1981	Frente Costa de Guerrero	7.3
7 junio 1982	Guerrero-Oaxaca	7.0
19 septiembre 1985	Frente Costa de Michoacán	8.1
21 septiembre 1985	Frente Costa de Guerrero	7.5

Sólo están considerados eventos entre los 15 y 20 grados Norte y los 94.5 a los 105.5 grados Oeste.

Tabla publicada por S. K. Singh et al.

REGIONALIZACION SISMICA



El territorio de la República Mexicana se encuentra clasificado de acuerdo al peligro sísmico a que están sujetas las construcciones y, en general, las obras civiles que se planea realizar.

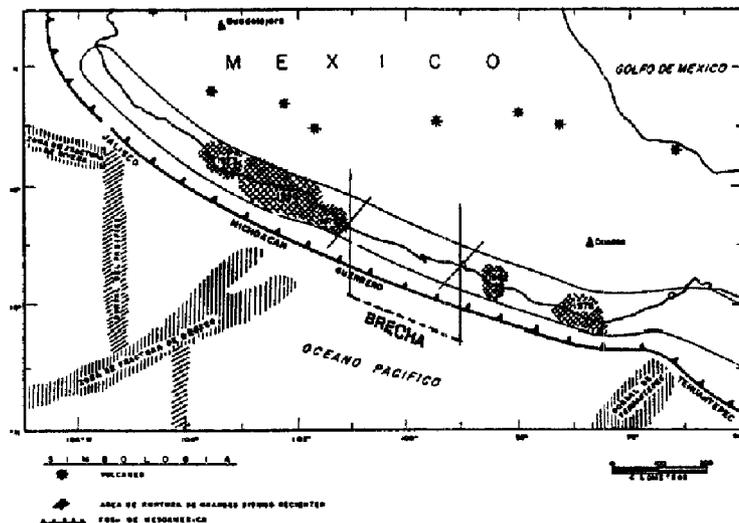
Se han establecido cuatro zonas, llamadas A, B, C, y D, las que representan zonas de menor a mayor peligro. Estas se han definido, básicamente, en función de la sismicidad propia de cada región.

A esta clasificación se le conoce como regionalización sísmica y tiene como

principal objetivo, junto con manuales de obras civiles proporcionar la información necesaria a los constructores para el cálculo de los valores con que se debe diseñar cualquier obra, de tal manera que ésta resulte suficientemente segura y su costo no sea excesivo. Cabe aclarar que la regionalización citada es aplicable a estructuras construidas en terreno firme y no toma en cuenta el fenómeno de amplificación del movimiento sísmico por efecto de suelos blandos. Este fenómeno puede ser decisivo para el peligro sísmico de algunos puntos, como la ciudad de México.

LA BRECHA SISMICA DE GUERRERO

ESTUDIOS SOBRE SISMICIDAD EN EL VALLE DE MEXICO



Se conoce como brecha sísmica aquel segmento de contacto entre placas en el que no se ha producido un temblor de importancia (magnitud mayor de 7 grados) en un lapso relativamente grande, que para México los investigadores han definido como de más de 30 años. Cuando la brecha sísmica libera su energía (produciendo un temblor) es necesario un nuevo periodo de acumulación de energía hasta que se sobrepase la resistencia de las rocas y se origine en el lugar un nuevo temblor.

Una de las brechas sísmicas que en México puede producir unos o varios sismos grandes en un futuro cercano es aquella de la Costa de Guerrero. Existe consenso en la comunidad científica de que actualmente en la Zona con mayor potencial sísmico en nuestro país es la Brecha de Guerrero. En su porción

noroeste (Zihuatanejo-Acapulco) se han originado grandes sismos en 1899, 1907, 1908, 1909 y 1911, después no ha habido en esa zona temblores importantes en los últimos 80 años. En la porción sureste de esta brecha (desde Acapulco hasta los límites con Oaxaca) no se han verificado eventos de importancia después de los terremotos de 1957 y 1962.

La magnitud del sismo que se puede llegar a presentar, de acuerdo al tamaño de la brecha, puede ser superior 8.0 grados, aunque existe la posibilidad que en lugar de un sólo sismo se presenten varios de menor magnitud en un periodo relativamente corto. Sin embargo es necesario aclarar que **no se puede precisar una fecha de ocurrencia** para el temblor; solamente se establece en qué zonas existe mayor probabilidad de ocurrencia.