



# NOTICIAS

Instituto de Geofísica · UNAM

## VIAJE AL ORIGEN DEL SISMO 1985

**Museo de Geofísica**  
RECOMENDACIONES

**La alerta sísmica**  
¿Cómo funciona?

**Dra. Xyoli Pérez Campos**  
ENTREVISTA

**Infografía**



**Innovación**  
Siempre un  
paso adelante

**Valor  
UNAM**



INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM



DE ACTIVIDADES  
ACADÉMICAS EN LA  
CIUDAD UNIVERSITARIA

# DIRECTORIO

## UNAM

**Dr. José Narro Robles**

*Rector*

**Dr. Eduardo Bárzana García**

*Secretario General*

**Dr. Francisco José Trigo Tavera**

*Secretario de Desarrollo Institucional*

**Ing. Leopoldo Silva Gutiérrez**

*Secretario Administrativo*

**Enrique Balp Díaz**

*Secretario de Servicios a la Comunidad*

**Lic. Luis Raúl González Pérez**

*Abogado General*

**Dr. Carlos Arámburo de la Hoz**

*Coordinador de la Investigación Científica*

**Lic. Renato Dávalos López**

*Director General de Comunicación Social*

INSTITUTO DE GEOFÍSICA

**Dr. Arturo Iglesias Mendoza**

*Director*

**Dr. Carles Canet Miquel**

*Secretario Académico*

**Ing. Jorge Estrada Castillo**

*Secretario Técnico*

**Lic. Vanessa Ayala Perea**

*Secretaria Administrativa*

**Dr. Gustavo Tolson Jones**

*Coordinador del Posgrado en Ciencias de la Tierra.*

## GEONOTICIAS

Boletín informativo del Instituto de Geofísica de la UNAM que se publica bimestralmente, con un tiraje de 350 ejemplares.

También se publica de manera digital en el portal Web del IGEF. A través de él se muestra la actividad académica y de vinculación del Instituto.

Número de Certificado de Reserva otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor en trámite.

Certificado de Licitud de Título y de Contenido en trámite.

**Dr. Arturo Iglesias Mendoza**

**Dr. Carles Canet Miquel**

*Editores*

**Mtra. Andrea Rostan Robledo**

*Responsable de la Unidad de Apoyo Editorial*

**Lic. Jesús Daniel Martínez Gómez**

*Coordinador Editorial*

*E-mail: boletin@geofisica.unam.mx*

**D.C.V. Anaïd Galicia García**

**D.C.V. Diana I. Flores Cárdenas**

*Diseño Editorial*

*Este número especial fue realizado en colaboración con el Instituto de Geología y con los alumnos del XIX Diplomado en Divulgación de la Ciencia que imparte la DGDC-UNAM, bajo la supervisión del profesor Juan Tonda Mazón.*

**Ericka Alinne Solano Hernández**

**Eva Polaco Mendoza**

**Mario Flores López**

**Paulina Brena Bustamante**

**R. Fabián Durán Aguilar**

**Sandra Vázquez Quiroz**

El contenido de los artículos firmados es responsabilidad exclusiva de sus autores.

Visita nuestra página en Internet

<http://www.geofisica.unam.mx>

Instituto de Geofísica

Universidad Nacional Autónoma de México

Circuito Exterior s/n. Zona de Institutos

Ciudad Universitaria, 04510. México, D.F.

Voz: 56 22 41 20 Fax: 55 50 24 86

## CARTA EDITORIAL

“Al sexto año del reinado de este rey (Axayácatl) tembló la tierra y fue tan recio el temblor que no sólo se cayeron muchas casas, pero los montes y sierras en muchas partes se desmoronaron y deshicieron. Después de este espantoso terremoto, el rey venció a los de Malacatepec y Coatepec” (Fray Juan de Torquemada en García-Acosta y Suárez, 2001).

La ocurrencia de sismos en el territorio nacional es aún más antigua que la propia presencia del hombre en Mesoamérica. Estudios de restos fósiles indican la existencia de la especie humana en América aproximadamente hace 14,000 años. La configuración tectónica de esta región es prácticamente idéntica desde entonces hasta ahora. Esto quiere decir que la frecuencia y magnitud de los sismos prácticamente no ha cambiado, al menos desde que nuestros primeros antepasados ocuparon el continente.

Los sismos nos han acompañado, como pobladores de Mesoamérica, a lo largo de los años. Por lo tanto, los sismos más grandes han escrito también páginas de la historia del país. Algunos cuantos ejemplos lo muestran claramente:

Después de la primera fase de la Revolución Mexicana, el 7 de junio de 1911 fue el día escogido por el presidente Madero para entrar triunfalmente a la capital. Ese mismo día en la madrugada, ocurrió un sismo sentido fuertemente en la Ciudad de México, donde causó la muerte de al menos 40 personas, la mayoría de ellos militares, que paradójicamente perdieron la vida no debido a las arduas batallas revolucionarias, sino al colapso del cuartel donde dormían. Apenas al año siguiente, prácticamente en el segundo aniversario de la proclamación del Plan de San Luis, el 19 de noviembre de 1912, ocurrió en el Noroeste del Estado de México un sismo que se ha estimado provocó la muerte de alrededor de 700 personas. La relevancia en esta región es tal que se dice que los pobladores recordaban más el sismo que las propias batallas revolucionarias.

Si bien este par de ejemplos son una muestra del acompañamiento de la actividad sísmica con la historia del País, el sismo del 19 de septiembre de 1985 hizo, por sí solo, un cambio en la historia moderna de México. A las 7:18 de la mañana (hora local del centro del país) de ese día, una porción de la placa tectónica de Cocos se deslizó repentinamente con respecto de la placa de Norte América y produjo un sismo cuya magnitud se estimó en 8.0. Los eventos sísmicos van siempre acompañados de importantes fenómenos geológicos. En el caso de este sismo, los efectos en la costa michoacana, lugar donde ocurrió el sismo, fueron importantes; un tsunami, que aunque no fue de gran magnitud sí afectó a los pueblos de pescadores en la zona del epicentro; volcanes de lodo de hasta 2.5 metros de altura destruyeron algunos techos de casas construidas en la playa, y grandes grietas de varios metros de longitud se preservaron como evidencia la magnitud del movimiento al momento del sismo. La costa sufrió un levantamiento de alrededor de un metro de altura, ocasionando la muerte de arrecifes de corales y otros organismos que habitaban la zona de rompiente de las olas. Por el mismo fenómeno, muchos de los pozos se secaron, dejando a

los habitantes sin agua hasta que excavaron a mayor profundidad para alcanzar nuevamente el nivel freático.

Pero el gran desastre ocurrió a unos 400 km de distancia, en la Ciudad de México. Las ondas sísmicas alcanzaron el suelo blando de algunas zonas del Valle de México y, por un efecto bien conocido, se amplificaron notablemente provocando el colapso de cientos de edificios, calculándose que aproximadamente 10,000 personas fallecieron. Las pérdidas económicas han sido calculadas en más de 4000 millones de dólares (2.7% del PIB de ese año). Prácticamente 36 horas después del evento descrito anteriormente, la noche del 20 de septiembre (7:36 pm hora local del centro), un sismo de magnitud 7.5, ocurrido en una zona adyacente a la del sismo principal, causó pánico en los equipos de rescate y en la población en general, además de que también provocó daños importantes especialmente en la infraestructura ya afectada por el sismo principal.

Una mención especial merece la espontánea y sorprendente respuesta de la población civil. Es vox populi que las instancias oficiales de los gobiernos local y federal fueron rebasadas por la enorme necesidad de rescatar personas atrapadas y solventar las necesidades de los damnificados. Comités vecinales, religiosos, de universidades y de un largo etcétera se formaron, y en la medida de sus posibilidades se coordinaron para prestar auxilio a los afectados. No menos importante fue la ayuda internacional, en primera instancia de víveres y después de cooperación técnica.

La catástrofe mostró la importancia de contar con una mejor organización de la sociedad y del gobierno que permitiera responder de mejor manera ante desastres futuros.

Algunos de los productos importantes resultado de las enseñanzas de este sismo fueron la creación del Sistema Nacional de Protección Civil y el Centro Nacional de Prevención de Desastres, donde la UNAM tuvo un papel relevante en su concepción y diseño.

En diferentes momentos, antes el Instituto de Geología, y ahora el Instituto de Geofísica han sido repositorios del Servicio Sismológico Nacional (SSN), institución centenaria que ha acompañado la historia sísmica del país. En la UNAM nos enorgullece ser responsables del SSN y, hoy más que nunca, se refrenda el compromiso de recabar y difundir información confiable de los sismos registrados en el país.

Este 19 de septiembre de 2014 se recuerdan 29 años de los sismos del 19 y 20 de septiembre de 1985. Con respeto honramos la memoria de las víctimas y, desde nuestra trinchera, la investigación científica, acusamos la importancia de todos los trabajos que ayudan a entender mejor los fenómenos naturales y que directa o indirectamente apuntan a la mitigación de los desastres que éstos originan.

**Dra. Elena Centeno García**

*Dir. del Instituto de Geología*

**Dr. Arturo Iglesias Mendoza**

*Dir. del Instituto de Geofísica*

unam  
donde se construye el  
futuro

# CONTENIDO



**Entrevista con**  
Dra. Xyoli Pérez Campos

4

**Infografía**  
El origen del sismo de 1985



8

**Cosas que siempre quisiste saber sobre...**  
Sismos

10

**¿Cómo funciona?**  
La Alerta Sísmica

11

**Recomendaciones**  
Visita el Museo de Geofísica

12

**Manos a la obra**  
Experimentos sencillos sobre ondas

13

**Lecturas y libros**  
Literatura adicional para  
pequeños y grandes lectores

15

**Desde la fuente**

Dr. Fernando Ortega,  
investigador emérito

6

**Confusiones**

Artículo de intensidad  
y magnitud.

14



# Xyoli Pérez Campos

Por Sandra Vázquez Quiroz

CUANDO LA DRA. XYOLI PÉREZ CAMPOS TENÍA 11 AÑOS, UN SISMO DE 8.1 GRADOS SACUDIÓ A LA CIUDAD DE MÉXICO UNA MAÑANA DEL JUEVES 19 DE SEPTIEMBRE DE 1985. LA EXPERIENCIA SEMBRÓ VARIAS DUDAS EN ELLA. POR MUCHO TIEMPO AQUEL RECUERDO FUE UNO DE LOS MOTORES QUE LA IMPULSARON A OPTAR POR UNA CARRERA EN INGENIERÍA GEOFÍSICA Y MÁS TARDE A HACER POSGRADOS EN EL ÁREA DE CIENCIAS DE LA TIERRA.

ACTUALMENTE LA DOCTORA XYOLI ESTÁ AL FRENTE DEL SERVICIO SISMOLÓGICO NACIONAL (SSN), EN CIUDAD UNIVERSITARIA AL SUR DE LA CIUDAD DE MÉXICO.

## ¿Un sismo se puede predecir?

Un sismo no se puede predecir; no hay una técnica, metodología, ni tecnología que a la fecha permita predecir un sismo. La predicción consiste en decir en qué punto exactamente, qué día, a qué hora y de qué tamaño va a ser el sismo, y eso no se puede saber. No hay nada en la ciencia que permita hacer eso.

## ¿Cuánto tiempo toma conocer la magnitud de un sismo?

En términos de magnitud, lo que se publica por cualquier agencia internacional o nacional en los primeros minutos es algo muy preliminar; un buen cálculo de magnitud tarda por lo menos 30 minutos. El compromiso del SSN es tener en al menos 5 minutos una localización y una magnitud preliminar, con una muy buena aproximación a la magnitud final.

## ¿Qué hay con el dato preliminar? Platícanos por qué varía y por qué algunos medios optan por consultar otras fuentes.

Cuando ocurre un sismo, cada agencia internacional o nacional calcula la magnitud con diferentes datos y metodologías, por lo que las magnitudes no tienen por que parecerse. Se requieren de por lo menos 5 minutos para generar una información de localización y magnitud.

La localización y magnitud que se da de manera preliminar por parte del SSN y de una agencia extranjera puede variar por la diferencia en datos y metodología usados. No se puede hablar sobre si una es mejor que

**1900** GEOFISICA

**1904** Arq. Adamo Boari  
Construcción de  
Palacio de Bellas Artes

**1906**  
18 de abril  
M=7.8  
Epicentro al suroeste  
de San Francisco.  
Al menos 3,000  
muertos.

**1907**  
Porfirio Díaz crea  
Ferrocarriles Mexicanos

**Sismicidad de México en el tiempo.**  
Diseño: Diana Flores Cárdenas

la otra, pero la información generada en México por parte del SSN es más precisa porque se generó a partir de datos de estaciones más cercanas al epicentro.

### ¿Qué es lo cotidiano en el Servicio Sismológico Nacional?

Reportamos información diaria que llega al SSN emanada de las 110 estaciones que se tienen colocadas a lo largo y ancho del territorio nacional, los 365 días del año, ¡no descansamos! Estamos divididos en cinco grupos de trabajo: el de instrumentación y mantenimiento, sistemas y comunicaciones, análisis e interpretación de datos, difusión y divulgación, y apoyo administrativo.

### ¿Cómo se decide el lugar donde se instalará una estación de monitoreo sísmico?

Para instalar una estación sísmica el sitio debe cumplir con ciertas características: buena cobertura del registro de señal; el suelo debe tener roca dura; que esté lejos de fuentes de ruido externo como carreteras, vías de tren, líneas de electricidad, árboles muy altos. Se puede instalar en cualquier parte de México que cumpla con estas características.

### ¿Qué hace el grupo de instrumentación y mantenimiento?

Buscar y verificar los sitios donde se van a instalar las estaciones. Realizan diversas pruebas, instalan las estaciones nuevas, y se encargan de mantener funcionando óptimamente todas las existentes.

### ¿Quiénes se encargan de analizar la información?

El grupo de análisis e interpretación de datos. Una vez que los datos llegan hay que procesarlos, analizarlos y emitir un resultado de localización y magnitud. Generan los reportes de sismicidad diaria y mandan información a boletines internacionales.

### ¿De qué se encarga el grupo de sistemas y comunicaciones?

Se encarga, por un lado, de garantizar la

comunicación y recepción de datos de las estaciones y, por el otro, de mantener en funcionamiento todos los servidores que componen al SSN, desde los que producen los resultados automáticos y preliminares de localización y magnitud, cuando ocurre un sismo, hasta que se hacen públicos los datos, suben el dato a la página web y Twitter.

### Faltan dos grupos, ¿en qué consiste su trabajo?

El grupo de difusión y divulgación se encarga de eventos particularmente especiales, generan reportes donde incluyen características del sismo, tectónica de placas y la sismicidad histórica de la región. De igual manera se encarga de actividades como conferencias y visitas guiadas. Un grupo igualmente importante es el de apoyo administrativo.

### ¿Cómo es el contacto del SSN con la sociedad civil?

De manera diaria el SSN informa sobre la actividad sísmica que hay en el país. Lo hace a través de su página de Internet <http://www.ssn.unam.mx/> y Twitter en @SSNMexico. No tenemos Facebook. Al SSN no le corresponde proporcionar información sobre asuntos de protección civil, como qué hacer en caso de sismos. Esos temas le corresponden a Protección Civil o al Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

ssn.unam.mx/ y Twitter en @SSNMexico. No tenemos Facebook. Al SSN no le corresponde proporcionar información sobre asuntos de protección civil, como qué hacer en caso de sismos. Esos temas le corresponden a Protección Civil o al Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

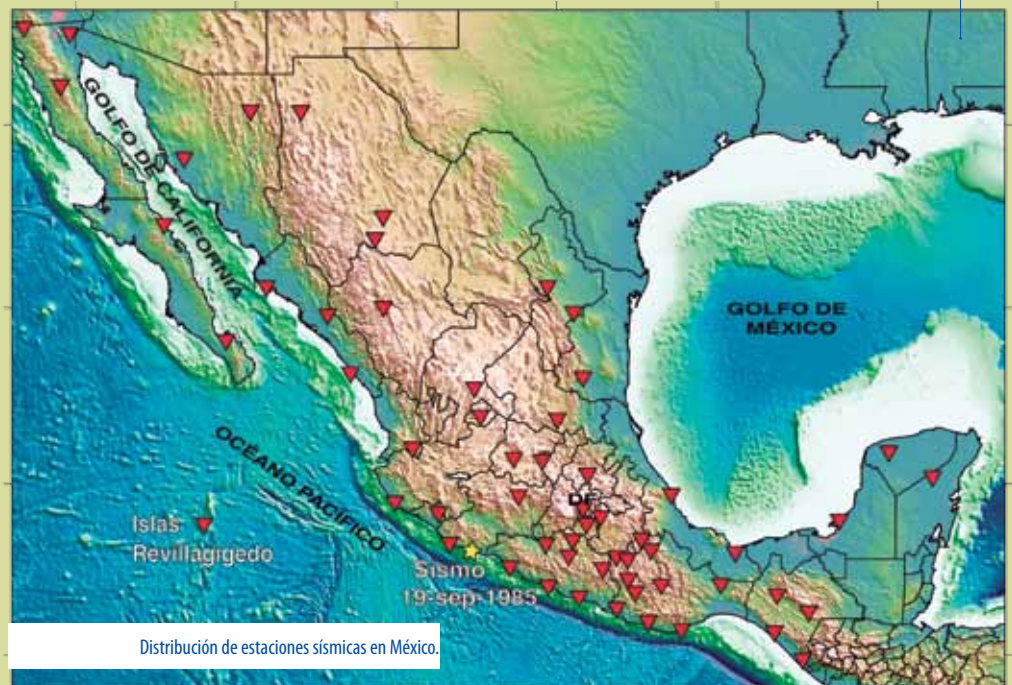
### ¿Cuáles son los alcances del SSN?

Actualmente las estaciones sísmicas cubren todo el territorio nacional y se pueden registrar sismos con una magnitud a partir de 3.8.

### ¿Cuáles son los límites del SSN?

A nivel de territorio nacional no podemos ver sismos con magnitudes menores a 3.8. Estamos trabajando en el tema; actualmente tenemos zonas con una mayor densidad de estaciones y alcanzamos a registrar eventos de magnitudes menores. 🌐

El SSN tiene 54 estaciones que pertenecen a la Red de Banda Ancha. Hay 30 estaciones de otra red: la del Valle de México. Existen otras 26 estaciones compartidas con otras instituciones de educación superior, como el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada Baja California (CICESE).



# Viaje al origen

## Un relato del Dr. Fernando Ortega



Después del temblor de 1985, encabezé una expedición junto con científicos del Instituto de Geología hacia el lugar en donde empezó el destructivo fenómeno, que fue cerca de las costas de Lázaro Cárdenas, Playa Azul y Maruata en el Estado de Michoacán. Por eso se llamó el sismo de Michoacán.

El sismo ocurrió en septiembre. Nosotros fuimos en noviembre a ver qué había ocurrido en la región de Michoacán. Nuestro objetivo fundamental era cartografiar las isosistas, en otras palabras queríamos hacer un mapa de intensidades sobre los daños y de cómo la gente que vivía ahí percibió el sismo. Las experiencias que yo les cuento aquí son francamente aterradoras.

Iniciamos el viaje por la costa de Guerrero. La primera región que fuimos a reconocer fue Zihuatanejo; recuerdo a un pescador que nos contó: "A las cinco o seis de la mañana, cuando uno sale a tender sus redes al mar, notamos algo extraño, nunca habíamos visto tantas luces brillando en el mar y estaba diferente la playa, el mar se había retirado, estaba más lejos de lo normal."

Mi grupo y yo meditamos sobre las palabras del pescador, que esas luces brillando era luminiscencia, debido a la agitación en el fondo del mar, en la zona de subducción. Donde está la falla que ocasionó el sismo, probablemente, hubo turbulencia. Esa turbulencia hizo que los animales que estaban acostumbrados a otro tipo de ambiente, surgieran a la superficie. Dijeron los pescadores que llegaron a ver animales que emitían luz que no habían visto. Eso es típico de zonas

muy profundas del océano, estos necesitan su propia luz para saber por dónde andan.

Lo que más nos llamó la atención es que en la zona de Zihuatanejo se generó un tsunami. El mar avanzó y como hay un canal ahí que distribuye agua de una presa que se llama la Villita, empezó a correr al revés avanzando tres kilómetros. El Río Balsas empezó a subir de nivel, y su curso en vez de bajar hacia el mar, retrocedió.

En nuestro paso por Lázaro Cárdenas observamos las consecuencias del sismo. Las condiciones del terreno nos mostraron la gran presión a la que fue sometido; por ejemplo, el terreno se licuó, se hizo como lodo. De tal manera que la presión por la compresión del terreno empezó a bombear agua hacia el cielo, aventaban cerca de los 20 metros de altura y derribaban los techos de las casas, eran geiseres de lodo, eran un cráter tras otro.

Al llegar a Playa Azul, el dueño de una palapa me platicó: "mire, aquí usted ve el terreno y la arena, pero usted no tiene idea de cómo se movió esta zona, al grado que se abrían grietas que se tragaban a las personas", y para dar testimonio de ello, se levantó el pantalón y nos enseñó una mano grabada en su pie. Nos comentó: "Cuando me quise retirar de una grieta que me empezaba a tragar, sentí que no podía, entonces con toda la fuerza de mi alma, di el tirón, salí pero había una señora pegada a mi pierna, eso fue lo que me dejó la huella". Se pintó ahí la mano, en su pierna, para no olvidar lo ocurrido. Eso les dará idea lo que la gente sufrió ahí.



# del Sismo

La expedición también la hicimos tierra adentro. En Ciudad Guzmán y Gómez Farías los daños y víctimas fueron grandes, los derrumbes parciales de sus iglesias cobraron algunas vidas. Hacia la sierra, los derrumbes de más de dos mil metros tomaron por sorpresa a los pobladores, cubriendo de polvo sus comunidades. Algunos afortunados, se desplazaron con todo y casa decenas de metros. Pero la verdadera tragedia vino después del sismo, murió mucha gente por enfermedades, la gente asustada se salió de sus casas o de lo que quedaba de ellas en plena lluvia y como estaban destruidos los drenajes en el agua estancada crecían mosquitos. Así murieron de paludismo, neumonía, resfriados, "mal de susto" donde simplemente estaban en un estado de shock por causas del segundo sismo.

Después del temblor de septiembre de 1985 hubo un despertar en la sociedad en la Ciudad de México. Grupos espontáneos de rescatistas, maestros, trabajadores y otros sectores de los habitantes de la Ciudad de México se movilizaron para atender la emergencia.

A 29 años del sismo de 1985 ¿estamos preparados para una catástrofe de esta magnitud?

Ayer cómo ahora, es importante la participación de los sectores tanto gubernamentales como civiles para atender estas catástrofes. Lo más importante es que nos informemos sobre los riesgos para evitar tragedias como las epidemias vividas en las regiones donde se originó el sismo. El conocimiento nos ayudará a estar preparados ante estas eventualidades. 🌐



Canal hacia la Presa "La Villita"



Vías del tren deformadas en la carretera de Lázaro Cárdenas



Volcán de lodo ocasionado por la licuefacción del terreno.



Palapa en playa azul

Agradecemos la revisión de este artículo por el Dr. Raúl Valenzuela Wong



# El Origen del Sismo de 1985

En la mañana del 19 de septiembre de 1985 se registró uno de los terremotos más significativos en la historia de México, no sólo por la devastación que provocó, sino porque revolucionó los conocimientos que se tenían sobre el comportamiento del suelo en el Valle de México.



## Conceptos importantes



**Sismo.** También llamado terremoto, es una ruptura repentina de la corteza interior de nuestro planeta. Así, el movimiento de la tierra se debe a las rupturas que ocurren en la superficie de la Tierra.



Por su composición química, el núcleo, el manto y la corteza se distinguen en tres regiones. La corteza se divide en rocas de la corteza superior y la corteza inferior; a menor temperatura (formada por el manto superior) y la litosfera; a mayor temperatura...

**Fecha:** 19 de septiembre de 1985  
**Magnitud:** 8.1  
**Lugar:** Caleta de Campesino

El sismo rompió una falla de las costas de Michoacán y parte de la zona de subducción. Los movimientos viajados tantos kilómetros hasta las zonas sísmicas llegaron a ser unos de los más cercanos del epicentro. En la dirección de la caleta de Campesino se observaron características notables del Valle de México.





es.  
 amados terremotos, son las  
 as de roca que ocurren en el  
 o planeta.  
 o que sentimos cada vez que  
 las ondas sísmicas produci-  
 uras y que viajan hasta la  
 erra.

ónica, la Tierra se divide en  
 De acuerdo con su tempera-  
 con su reología, en la Tierra se  
 que son la litosfera (formada  
 la parte de más arriba del  
 atura) y la astenosfera  
 que se encuentra debajo de la  
 ratura).

re de 1985

os-Michoacán.

180 kilómetros de longitud bajo las  
 de las de Guerrero. A pesar de haber  
 hasta la ciudad de México, las ondas  
 30% de mayor amplitud que en las  
 to se debió a que el sismo liberó en  
 pital mucha energía sísmica con las  
 necesarias para que el suelo lacustre  
 de México vibrara en forma desco-  
 . También, por las características del  
 suelo, la duración de la sacudida fue  
 de más de 180 segundos (3  
 minutos), a pesar de que la  
 ruptura del sismo duró  
 sólo 45 segundos.

### 4 Ondas superficiales

Cuando las ondas de cuerpo alcanzan la superficie de la Tierra se generan ondas superficiales que viajan más lento, y por lo general son las responsables de las sacudidas más violentas de suelo.

### 2 EPICENTRO

Punto en la superficie de la Tierra directamente encima del hipocentro.

### 3

### Ondas de cuerpo

Cuando las rocas se mueven repentinamente durante la ruptura de un sismo se generan dos tipos de ondas de cuerpo:

#### Ondas P

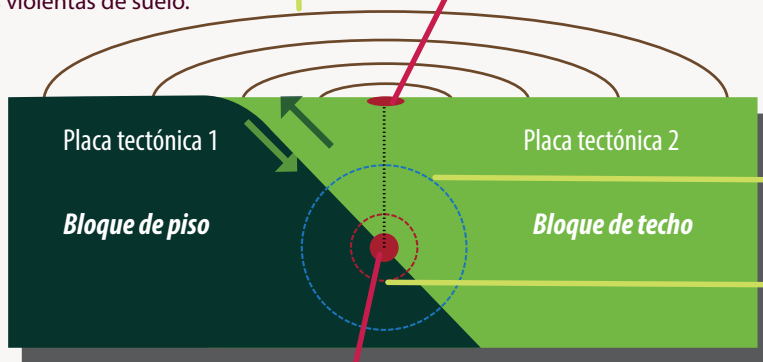
Conocidas también como **primarias**. Se desplazan de manera rápida.

#### Ondas S

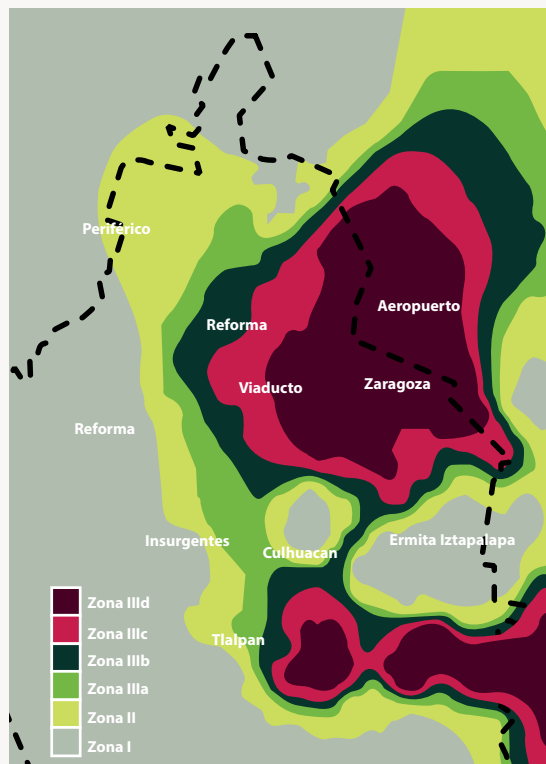
Conocidas también como **secundarias**. Se desplazan de manera más lenta.

### 1 HIPOCENTRO

Punto dentro de la Tierra en donde un sismo inicia su ruptura, también se le conoce como **foco**.



## ¿A qué se debió?



En el Valle de México la amenaza sísmica es extraordinariamente grande. Como consecuencia de los suelos blandos, cuando las ondas sísmicas que llegan a territorio capitalino sufren una amplificación muy grande. El suelo de nuestra ciudad está dividido en tres zonas: de lago, de transición y de terreno firme.

### Zona de Lago

Zona III o de Lago (A,B,C,D): localizada en las regiones donde antiguamente se encontraban lagos (lago de Texcoco, lago de Xochimilco). El tipo de suelo consiste en depósitos lacustres muy blandos y compresibles, con altos contenidos de agua, lo que favorece la amplificación de las ondas sísmicas.

### Zona de Transición

Zona II o de transición: presenta características intermedias entre las Zonas I y III.

### Zona de Terreno firme

Zona I, firme o de lomas: localizada en las partes más altas del valle, está formada por suelos de alta resistencia y poco compresibles. La amplificación de las ondas sísmicas es reducida y los movimientos son de corta duración.



**1. ¿Está aumentando el número de sismos?**

Los sismos siguen ocurriendo en las mismas cantidades, solamente que ahora detectamos más porque hay más estaciones sísmológicas en el mundo.

**2. ¿El calentamiento global produce que tiemble más?**

El calentamiento global no tiene relación alguna con los sismos. Los terremotos son sucesos naturales que han acompañado a la Tierra desde su formación y no tienen que ver con las condiciones climáticas.

**3. ¿Es lo mismo sismo, temblor y terremoto?**

Sí. Sismo es una palabra que proviene del griego y terremoto tiene origen latín, pero ambas significan lo mismo: sacudida o temblor de tierra.

**4. ¿Es posible que la ocurrencia de muchos sismos pequeños evite que pase uno grande?**

No existe un número de temblores pequeños suficiente para eliminar la posibilidad de que ocurra un sismo grande. Sería nece-

saria la ocurrencia de 1000 sismos de magnitud 4 ó 32,000 sismos de magnitud 3 para igualar la energía liberada por un evento de magnitud 6.

**5. ¿En qué época del año tiembla más?**

No existe una época del año en la que tiemble más o menos; tiembla todos los días. La ocurrencia de eventos sísmicos no se relaciona con la época de lluvia o estiaje.

**6. ¿Cuál es el mayor sismo que ha ocurrido en México?**

En junio de 1932 ocurrió un sismo de magnitud 8.2. Tuvo su epicentro en la costa de los estados de Colima-Jalisco y vino acompañado de otro sismo que ocurrió días después y produjo un tsunami devastador.

**7. ¿Cuánto dura un sismo?**

El ser humano sólo es capaz de percibir la parte más intensa del movimiento de un sismo. Si ponemos juntos a una persona y a un sismómetro a medir la duración de un sismo, la persona reportará un tiempo de

movimiento menor al del sismómetro porque los sismómetros son instrumentos altamente sensibles.

**8. ¿Todos los sismos pueden producir tsunamis?**

Un tsunami está formado por olas de varios metros de altura producidas generalmente por un sismo cerca del fondo oceánico. Estos sismos hacen que el suelo marino se desplace en forma vertical, lo que genera un desplazamiento violento del volumen de agua que se encuentra por encima de éste.

**9. ¿Los animales presentan los sismos?**

Existe el caso del terremoto de Haicheng (China) en 1975 que observaron en pequeños temblores previos, cambios en el comportamiento de los animales. Se pensó que podían indicar la inminente ocurrencia de un sismo importante y gracias a esto se logró salvar miles de vidas. Sin embargo, esto nunca se ha vuelto a presentar. De hecho, nadie, en ningún otro país, ha logrado pronosticar un sismo con base en el comportamiento animal. 🌐

# Las cosas que siempre quisiste saber sobre los SISMOS

Por Caridad Cárdenas, Ericka Alinne Solano y Evangelina Polaco



# ¿CÓMO FUNCIONA LA ALERTA SÍSMICA?

Por Paulina Brena y Ericka Alinne Solano



El Sistema de Alerta Sísmica Mexicano (SASMEX®) cuenta con sensores sísmicos ubicados a lo largo de las costas de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca y en el estado de Puebla, como se muestra en el mapa. Los sensores sísmicos están monitoreados todo el tiempo para garantizar su buen funcionamiento.

Los sensores sísmicos del Sistema de Alerta Sísmica (SAS), registran el movimiento del suelo. Cuando ocurre un sismo se determina su tamaño de manera rápida y automática. Se evalúa el nivel de peligro y se emite instantáneamente la señal de alerta desde la estación central de control del SASMEX a la televisión y radiodifusoras que difunden el sonido oficial del SAS. También la alerta se recibe en los receptores instalados en sedes de gobierno, algunas escuelas de educación básica tanto públicas como privadas, universidades y el metro de la Ciudad de México.

Todo este proceso ocurre rápidamente. Los receptores emiten dos tipos de mensaje:



- alerta pública cuando son sismos fuertes;
- alerta preventiva para sismos moderados.

Al tiempo entre el inicio de la señal de alerta y el instante en que empezamos a sentir el movimiento lo llaman tiempo de oportunidad. El tiempo de oportunidad dependerá de la distancia al epicentro. Las ondas viajan desde el lugar bajo la tierra donde se genera el sismo, es decir, el foco o hipocentro, hacia la superficie. Las ondas *p* viajan a 4.5 a 6.5 km/s dependiendo las características del suelo que atraviesan, mientras que las ondas *s* viajan a menor velocidad.

El lugar en la superficie por arriba del hipocentro es el epicentro. Por ejemplo: si el epicentro se presenta en la costa, cercana al límite de los estados de Guerrero y Oaxaca, la alarma sísmica en la Ciudad de Oaxaca sonará sólo 30 segundos antes y en la Ciudad de México nos alertará 60 segundos antes de sentir el sismo. Ya que la Ciudad de Oaxaca está más cerca del epicentro que la Ciudad de México.

Ahora ya sabes como funciona la alerta sísmica y que es muy probable que se hubiera salvado más gente si hubiera existido una alerta sísmica en 1985.

*El sonido inconfundible de la alerta sísmica anuncia: "ahí viene un sismo". ¿Se hubieran podido salvar más personas en la Ciudad de México la mañana del jueves 19 de septiembre de 1985 de haber alertado a la población casi 60 segundos antes?*

Más información en: <http://www.cires.org.mx/index.php>

22 de mayo  
Sismo M=9.5  
Epicentro en Valparaíso,  
Chile. Mayor sismo  
registrado en el mundo.

1960



1964  
27 de mayo  
Sismo M=9.5  
Epicentro en Alaska.

Segundo mayor  
sismo registrado en  
el mundo.





Atrás de lo que ahora es la Escuela Nacional Preparatoria número 4 y que en otro tiempo fuera el Observatorio Astronómico Nacional, se encuentra el edificio de la antigua estación sismológica central de Tacubaya. El edificio que resguarda los instrumentos de diferentes épocas y disciplinas de lo que ha sido la Geofísica mexicana es actualmente el Museo de Geofísica. El edificio fue diseñado para ser una de las primeras esta-

# Museo de Geofísica

Por Caridad Cárdenas Monroy

ciones sismológicas en México y en el mundo. Seguramente te sorprenderás al entrar a los edificios que albergaban los sismógrafos, debido a su interesante estructura de doble pared que sirve de excelente sistema de aislamiento térmico y minimiza el ruido. El recorrido por estos hermosos edificios que vieron nacer la Sismología mexicana justifica la visita, pero lo mejor se encuentra dentro de ellos.

El museo está dividido en tres salas. El edificio que servía como oficina, que en sí mismo constituye un monumento porfiriano, es ahora una sala de proyección. Ahí también se encuentran instrumentos de Geodesia y de medición de mareas. Los otros dos pabellones fueron construidos exprofeso para albergar una colección de sismógrafos. Siete de éstos todavía están en operación y constituyen probablemente el sistema más antiguo de América, que ha operado por mayor tiempo y de forma continua. Conjuntamente están en exhibición instrumentos de medición de la radiación solar, de rayos cósmicos, magnetómetros y gravímetros.

La pieza central de la colección de instrumentos es, sin lugar a dudas, el sismógrafo "Weichert", de fabricación alemana, con una masa de 17 toneladas, que comenzó a funcionar desde la fundación del Servicio Sismológico Nacional el día el 5 de septiembre de 1910 y, hasta donde sabemos, sólo quedan unos pocos en el mundo. 🌐

El museo está dividido en tres salas. El edificio que servía como oficina, que en sí mismo constituye un monumento porfiriano, es ahora una sala de proyección. Ahí también se encuentran instrumentos de Geodesia y de medición de mareas. Los otros dos pabellones fueron construidos exprofeso para albergar una colección de sismógrafos. Siete de éstos todavía están en operación y constituyen probablemente el sistema más antiguo de América, que ha operado por mayor tiempo y de forma continua. Conjuntamente están en exhibición instrumentos de medición de la radiación solar, de rayos cósmicos, magnetómetros y gravímetros.



Museo de Geofísica.  
Victoriano Zepeda #53 Col. Observatorio.  
México. D.F.  
Visitas guiadas: Tel. 52711068



1970

**1973**

28 de agosto  
**Sismo M=7.3**  
Epicentro en Orizaba.  
Segundo terremoto que ha dejado más víctimas mortales en México.

**1976**

27 de julio  
**Sismo M=7.5**  
Epicentro en Tangshan, China. Más de 700,000 muertes.

**1979**

14 de marzo  
**Sismo M=7.6**  
Epicentro en Petatlán, Guerrero.  
Sismo de la Ibero.

1980

**1985**

19 de septiembre  
**Sismo M=8.1**



# ¡Alerta sísmica! ¡Alerta sísmica!...

## Mantengan la calma porque experimentaremos un ligero movimiento en la cabeza para acomodar nuevos conocimientos.

Por Paulina Brena, Ericka Alinne Solano y Mario Flores

### ¿Qué ondas trae un sismo?

El sonido y las olas del mar, al igual que los sismos, viajan como ondas. Cuando se genera un sismo, se emiten dos tipos de ondas: las que viajan rápido, llamadas ondas P (de primarias) y las ondas S (de secundarias), que viajan menos rápido que las ondas P. Cuando las ondas P y S llegan a la superficie, generan ondas superficiales, que son las ondas más lentas de todas y las que sentimos.

Para ver la forma cómo viajan las ondas de un temblor podemos usar un gusano o resorte de juguete. Con el resorte estirado sobre una superficie plana, tómalolo de un extremo, empuja y jala, repite este movimiento mientras observas lo que pasa en el resto del resorte (ondas P). Ahora deja que el resorte regrese a su estado de reposo y prueba otro movimiento. Tómalolo de un extremo y sacude de derecha a izquierda, como si fuera una víbora, y mira lo que pasa con los movimientos a lo largo del resorte (ondas S).

¿Qué es lo que parece moverse a lo largo del resorte de juguete en cada movimiento?

Las ondas P vienen desde suelo profundo de un lugar que llama-



Movimientos del resorte (onda P y onda S)

mos foco o hipocentro. Estas ondas viajan rápidamente atravesando rocas y otros materiales, los cuales se comprimen y se extienden conforme va pasando la onda. Después viene la onda S, que es más lenta, y va moviendo de un lado a otro o de arriba a abajo lo que encuentra en su camino. Las ondas P, al ser las más rápidas, son las que se detectan y usan en el Sistema de Alerta Sísmica para avisar que vienen atrás las ondas superficiales.

### ¡Qué mala onda!

En un recipiente agrega dos partes de maicena y una de agua, revuelve hasta que se integren ambos ingredientes. Una vez lista la mezcla, coloca juguetes en la superficie, como coches, casas, animales, etc., procura que queden bien situados sobre la superficie. Ahora, con tu mano, golpea suave, pero en repetidas ocasiones, sobre la orilla del recipiente. Observa lo que sucede en la superficie.



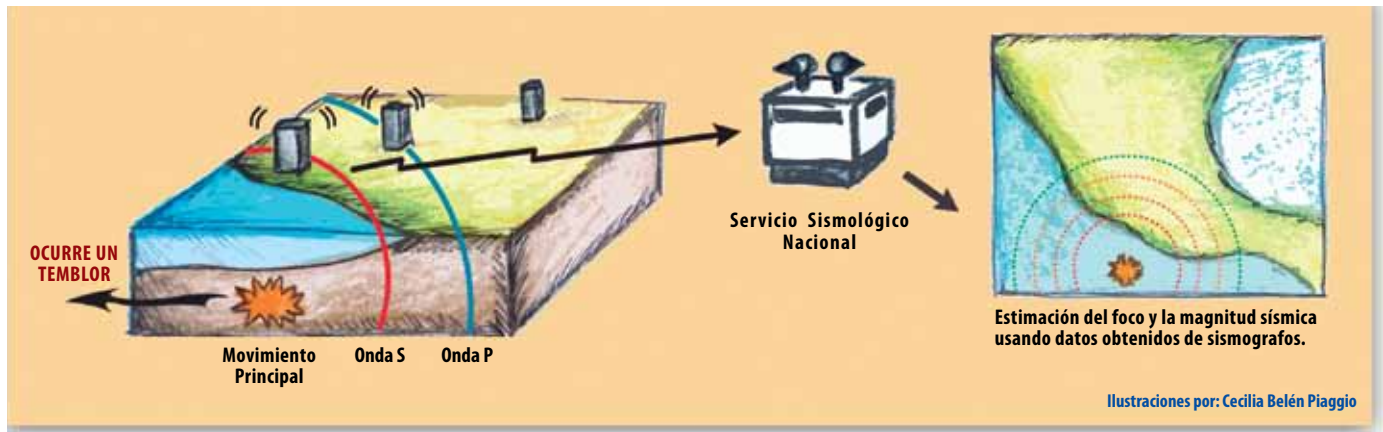
Antes y después del golpeteo en el recipiente

Los suelos arenosos y blandos que contienen agua se comportan como fluidos al pasar las ondas sísmicas a través de ellos; este fenómeno es la licuefacción. Como consecuencia del temblor de 1985, ocurrió el hundimiento de estructuras y se formaron volcánes de lodo debido al fenómeno que acabas de observar. 🌐



# ¿Cuál es la diferencia entre magnitud e intensidad?

Por Dra. Elena Centeno y Fabián Durán Aguilar



Después de que ocurre un sismo, escuchamos frecuentemente en los medios de información las palabras magnitud e intensidad. Estos términos siempre son acompañados de los nombres Richter y Mercalli.

### Pero, ¿qué significan estas escalas en realidad?

Las fallas son las grandes fracturas en las rocas de la Tierra y se ubican donde se juntan dos o hasta tres placas tectónicas, las cuales se mueven muy lentamente en diferentes direcciones. En los planos de las fallas se acumula lentamente energía por el movimiento de las placas, que cuando es liberada, produce una sacudida que conocemos como sismo, temblor o terremoto. Al punto de ruptura de dicha falla, se le llama foco del sismo y a su proyección en la superficie de la Tierra se le conoce como epicentro. La escala de magnitud indica la cantidad de energía liberada en el foco del sismo y es registrada en forma de ondas de movimiento por aparatos muy sensibles llamados sismómetros.

La escala de magnitud fue desarrollada por Charles Francis Richter en 1935 para sismos en el Sur de California.

Dicha escala mide la cantidad de energía liberada, y asigna un valor único para cada sismo en todo el mundo. Esta escala no es lineal y por unidad que aumenta quiere decir que el sismo es 32 veces mayor; en términos científicos se diría que tiene un factor de 32, por ejemplo, un sismo de magnitud 8 equivale a un sismo 32 veces más fuerte que el de magnitud 7. Esta escala es usada por todos los sismólogos en el planeta ya que no depende de la percepción o de la cercanía al epicentro, a diferencia de la escala de intensidad de Mercalli.

La escala de intensidad expresa cómo se siente el sismo, si los objetos se caen o se mueven, así como el grado de destrucción que provocan cuando son muy grandes.



La escala de intensidad más usada es la de Giuseppe Mercalli (1902), sin embargo, Mercalli no fue el primero que propuso una manera de medir a los temblores. En 1783 el italiano Schianteli, ya había diseñado una escala al evaluar los daños de un fuerte sismo que ocurrió en Calabria.

La escala hecha por Mercalli en 1902, sólo consideraba 10 valores de intensidad. La escala que usamos hoy en día tiene 12 valores y se conoce como la escala de Mercalli modificada, ya que muchos autores han afinado su certidumbre. La escala de Mercalli no tiene una base física, es en realidad una escala subjetiva, que depende en cómo el sismo es sentido por la población y en sus efectos en los objetos y construcciones hechas por el hombre. Por lo cual, si ocurre un sismo de gran magnitud en una región del planeta donde no hay asentamientos humanos que registren su impacto, no es posible determinar su intensidad en la escala de Mercalli. 🌐

Revisado por: Dr. Raúl Valenzuela Wong y Caridad Cárdenas Monroy



# Literatura adicional para pequeños y grandes lectores

Por Sandra Vázquez Quiroz



## Los sismos una amenaza cotidiana

Víctor Manuel Cruz-Atienza

UNAM, Instituto de Geofísica, La caja de cerillos, Servicio Sismológico Nacional. 2013.

¿Te has preguntado cómo convertirte en sismólogo para saber por qué tiembla? ¿Cómo estudian los sismólogos el movimiento de la Tierra? ¿Cuál ha sido el terremoto más devastador de la historia? ¿Los sismos pueden provocar erupciones volcánicas o modificar la duración de los días? ¿Puede ocurrir en México otro terremoto tan grande como el de 1985? ¿Qué son los tsunamis?

Estas y otras preguntas las responde Víctor Manuel Cruz Atienza, autor de esta obra, en la que hace un recorrido que va desde el origen de los sismos, hasta la responsabilidad que tiene todo ciudadano sobre cómo construir su seguridad. El sismólogo universitario pone en contexto los mecanismos que dan origen a un sismo.

Recuerda algunos de los terremotos más emblemáticos en la historia de la humanidad y de México, recorre la historia de la sismología y describe cómo los científicos trabajan para entender un temblor y por qué los sismos suponen riesgos para la vida.

De venta en librerías Gandhi

## El próximo sismo en la ciudad de México

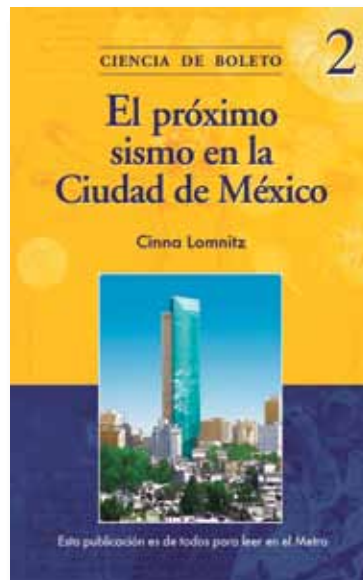
Cinna Lomnitz

Serie Ciencia de boletín, fascículo 2, UNAM, GDF, DGDC, CIC.2005.

Los sismos que se producen en nuestro país son la prueba de que la Tierra “está viva y se sigue desarrollando”, sentencia el geofísico Cinna Lomnitz en el prefacio de este libro. El científico universitario narra cómo se originó la Ciudad de México, qué es un sismo, qué es la intensidad y magnitud de un temblor, dónde se encuentran las zonas de mayor peligro sísmico en la ciudad de México, qué hacer para que los edificios no se caigan, las nuevas armas de la ciencia para detectar sismos, entre otras inquietudes que pueden generar las sacudidas repentinas.

Un libro de 24 páginas que puedes leer en una ida y vuelta de metro.

Descárgalo en: [http://www.dgdc.unam.mx/assets/cienciaboletino/cb\\_03.pdf](http://www.dgdc.unam.mx/assets/cienciaboletino/cb_03.pdf)



## Experimentos simples para entender una Tierra complicada. La Tierra y sus ondas, fascículo 5.

Juan Martín Gómez González y Susana Alaniz Álvarez  
UNAM, Centro de Geociencias. 2008.

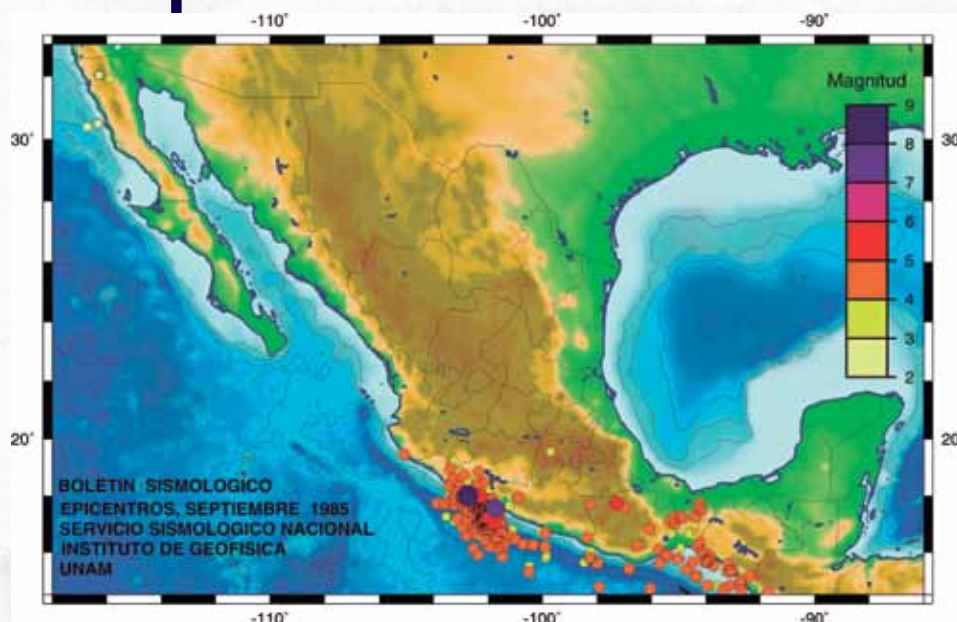
En esta serie de fascículos se destacan los diez experimentos más importantes para entender física y cómo ponerlos en práctica. El fascículo 5 introduce conceptos muy precisos que ayudan a entender las ondas. Explica dónde están las ondas en tu vida cotidiana, y cómo puedes descubrirlas.

Te dice cómo reproducir con tus amigos el fenómeno de la interferencia. Las ondulaciones que viajan en los sólidos, los efectos de los sismos y el uso de las ondas para conocer el interior de la Tierra. También nos explica cómo experimentar con las ondas que viajan en el aire, y por qué las ondas electromagnéticas no necesitan un medio para propagarse.

Descárgalo en: [http://www.geociencias.unam.mx/geociencias/experimentos/serie/libro5\\_ondatierra.pdf](http://www.geociencias.unam.mx/geociencias/experimentos/serie/libro5_ondatierra.pdf)



# Sismicidad 1985 Septiembre



El Servicio Sismológico Nacional registró 273 sismos ocurridos en territorio mexicano en el mes de septiembre de 1985. Las magnitudes de estos eventos estuvieron en un rango de 2.3 a 8.1. La distribución de la sismicidad, en este mes, se concentró en los estados de Chiapas, Oaxaca, Guerrero y Michoacán, en el Istmo de Tehuantepec, así como en Baja California.

El día 19 de septiembre de 1985, a las 07:17, hora del centro de México, ocurrió un sismo muy intenso en el estado de Michoacán. El epicentro se localizó muy cercano al puerto de Lázaro Cárdenas. La magnitud de este evento de intraplaca fue de 8.1. Se trata del segundo sismo más grande que se haya registrado en México desde la época instrumentada. Su mecanismo focal mostró una falla de tipo inverso, lo cual significa que el bloque de techo se movía hacia arriba con respecto al bloque de piso.

Este tipo de fallas son características de los contactos convergentes entre placas, como es el caso de las placas de Cocos y Norteamérica.

El segundo sismo de magnitud importante, en este mes, ocurrió el día 20 de septiembre a las 19:37, hora local, y fue de magnitud 7.6. Su epicentro se localizó también en el estado de Michoacán, al sureste del epicentro del sismo del 19 de septiembre. Técnicamente, este sismo no puede considerarse réplica del sismo del día 19, dado que sus áreas de ruptura no se traslapan, aunque se encuentran contiguas.

Estos sismos ocasionaron graves daños en la región centro del país. El número oficial de muertes se encuentra entre 6,000 y 7,000. El número de heridos fue de 10,000, y 50,000 personas perdieron sus casas.

*Mapa y Texto: Caridad Cárdenas Monroy  
SSN, Instituto de Geofísica, UNAM.*

