

GOBIERNO DE MÉXICO



Fenómenos Geológicos

CIUDAD DE MÉXICO A 14 DE FEBRERO DE 2018

Ley General de Protección Civil

Fenómeno Geológico: Agente perturbador que tiene como **causa directa** las **acciones y movimientos de la corteza terrestre**.

A esta categoría pertenecen los **sismos, las erupciones volcánicas, los tsunamis, la inestabilidad de laderas, los flujos, los caídos o derrumbes, los hundimientos, la subsidencia y los agrietamientos**



Antecedentes

Deriva Continental

-Primeras nociones desde los tiempos de Charles Darwin

-Pero: Sus hipótesis no fueron tomadas en cuenta

Alfred Wegener.-

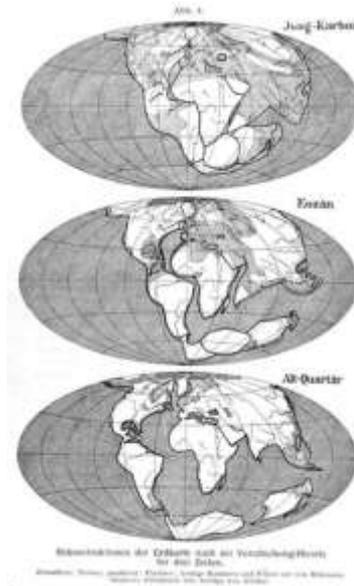
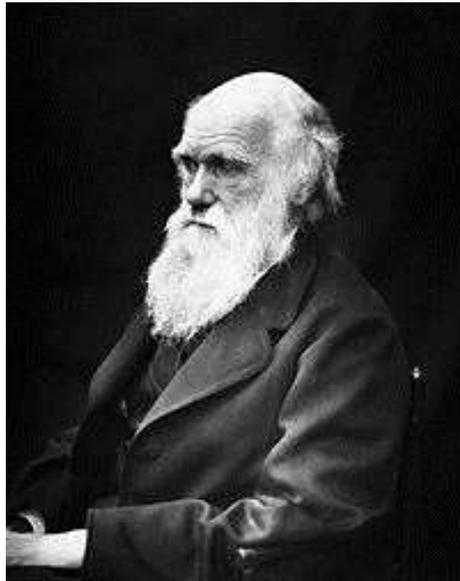
- Geofísico meteorólogo que retoma el tema
- Presenta sus argumentos de que en un tiempo geológico, los continentes se encontraron unidos y se separaron

Harry Hess.-

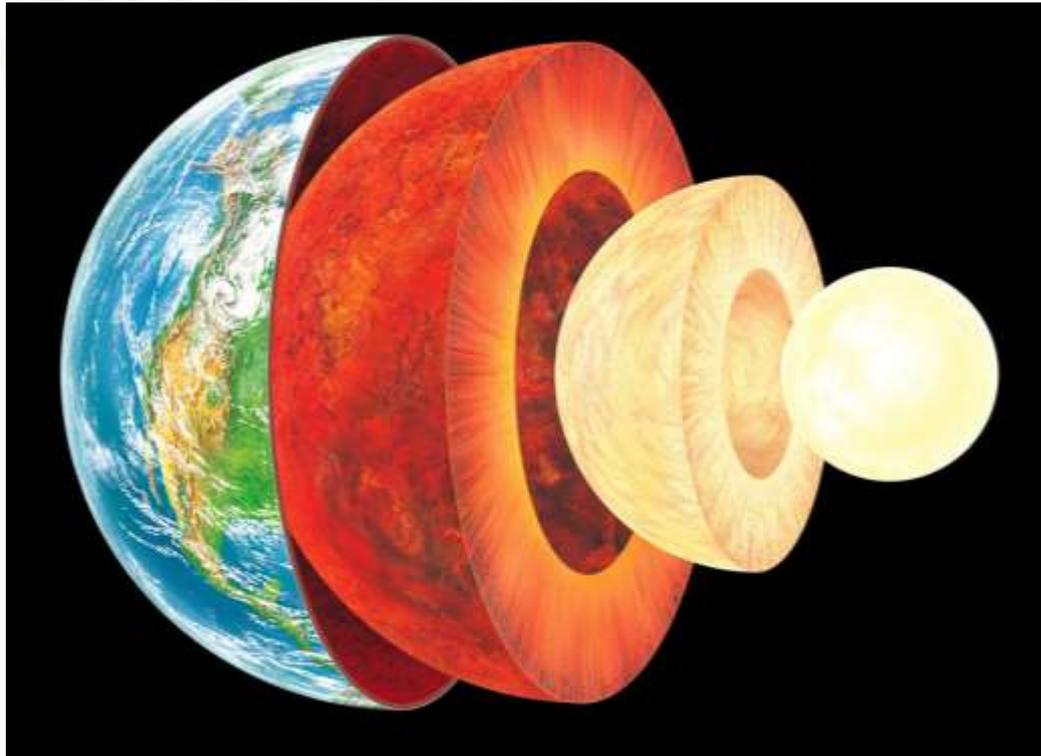
- Expansión del fondo oceánico

Tuzo Wilson

- Propuso que la formación de supercontinentes debe ser un proceso cíclico



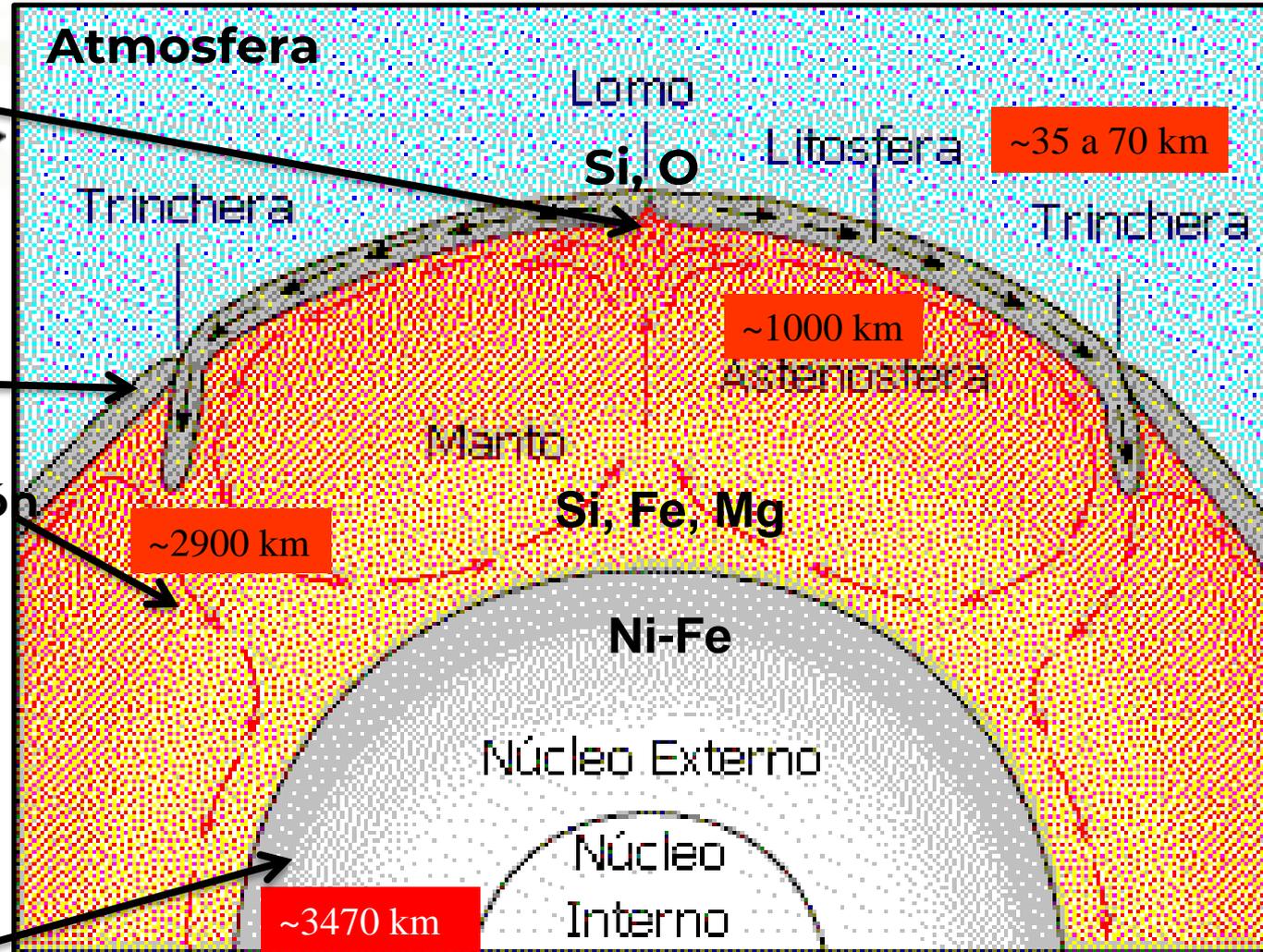
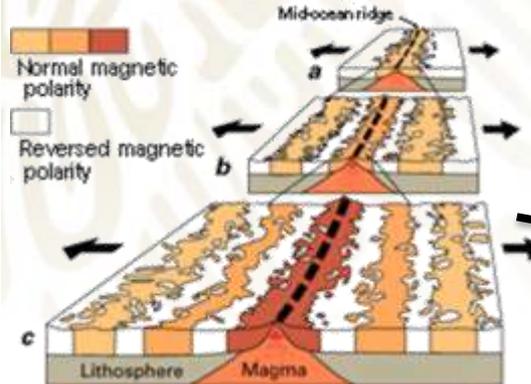
INTERIOR DE LA TIERRA Y CORRIENTES DE CONVECCIÓN



- **Corteza**
- **Manto**
- **Núcleo externo**
- **Núcleo interno**

Antecedentes

EL INTERIOR DE LA TIERRA



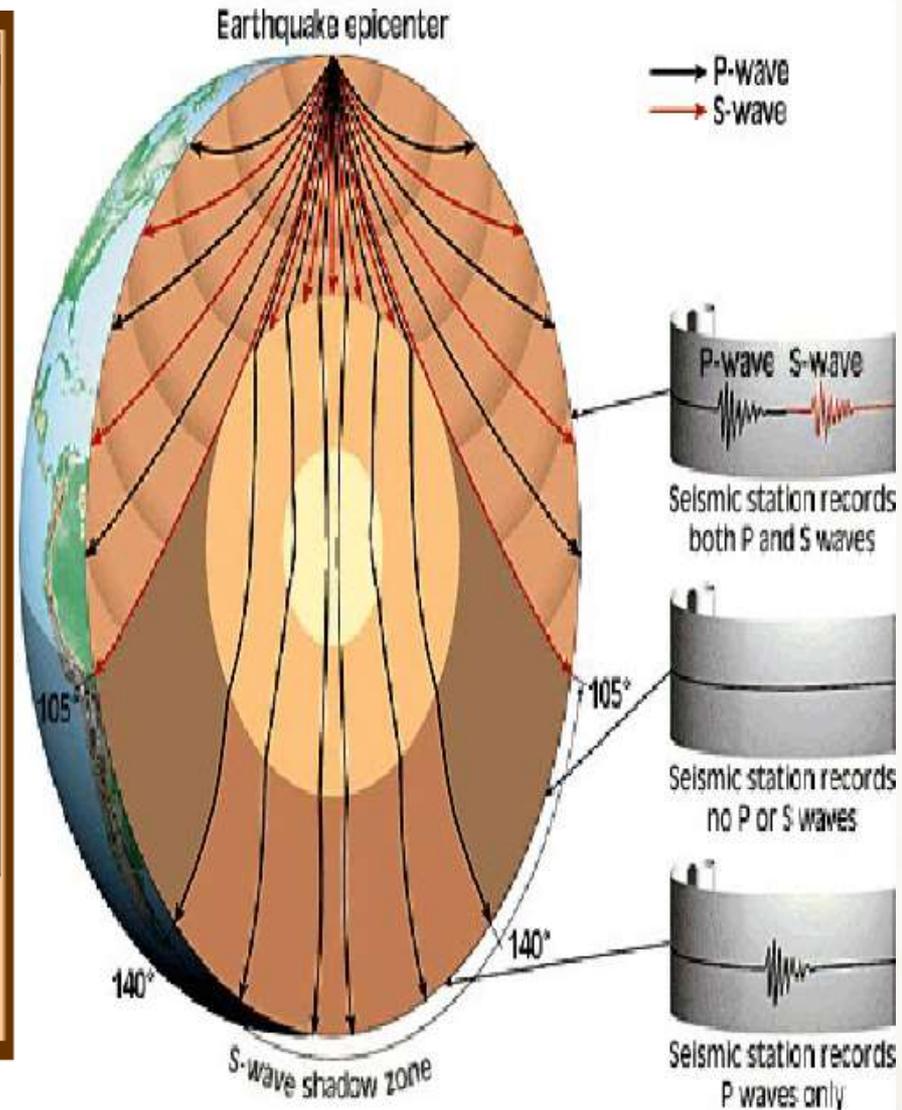
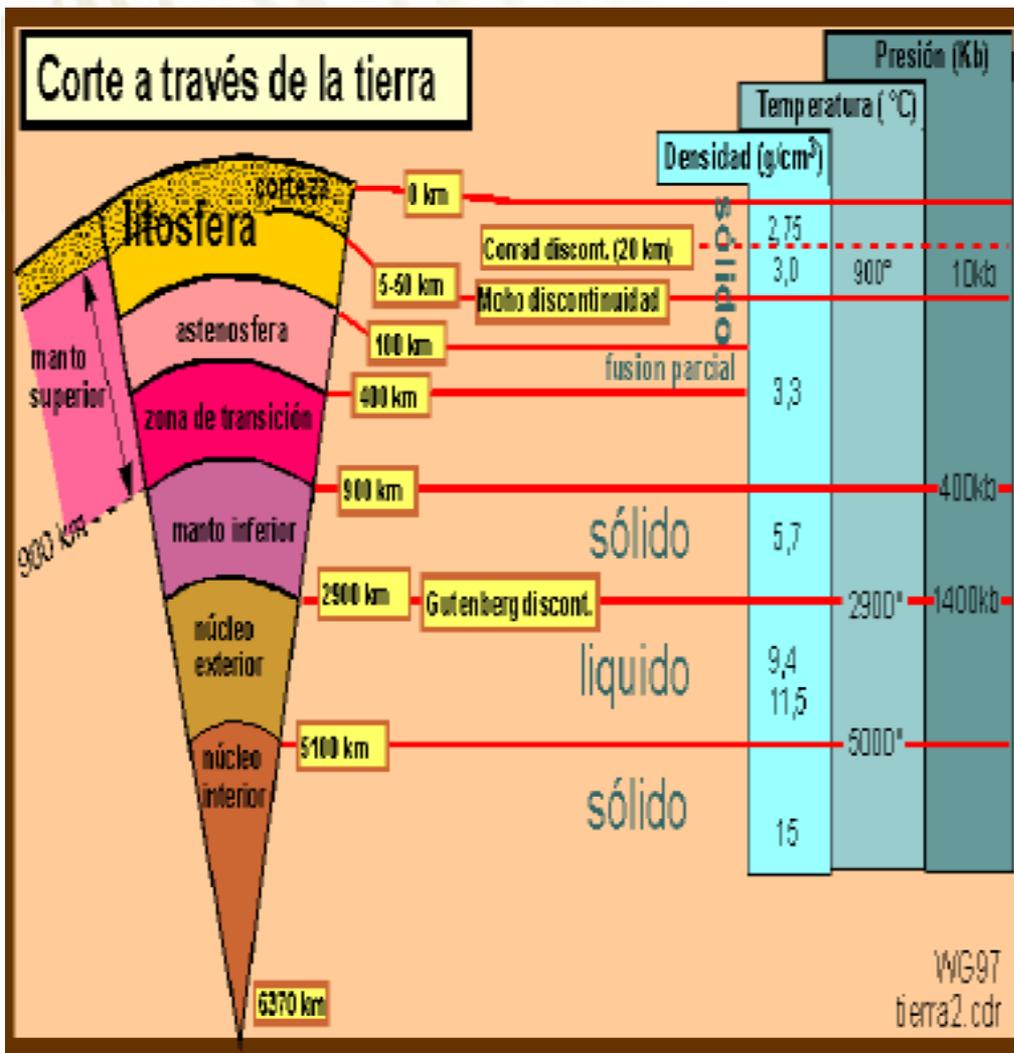
conducción

convección



radiación

DISCONTINUIDADES SÍSMICAS





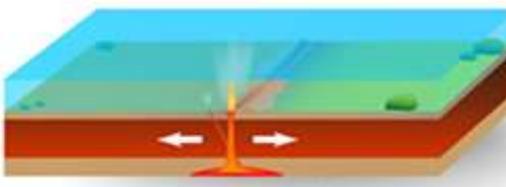
Tectónica de Placas

Es la teoría que explica una gran cantidad de fenómenos geológicos, como los terremotos, los volcanes y el nacimiento de montañas, en términos del movimiento que sufre la litosfera como resultado de los ciclos convectivos del manto.

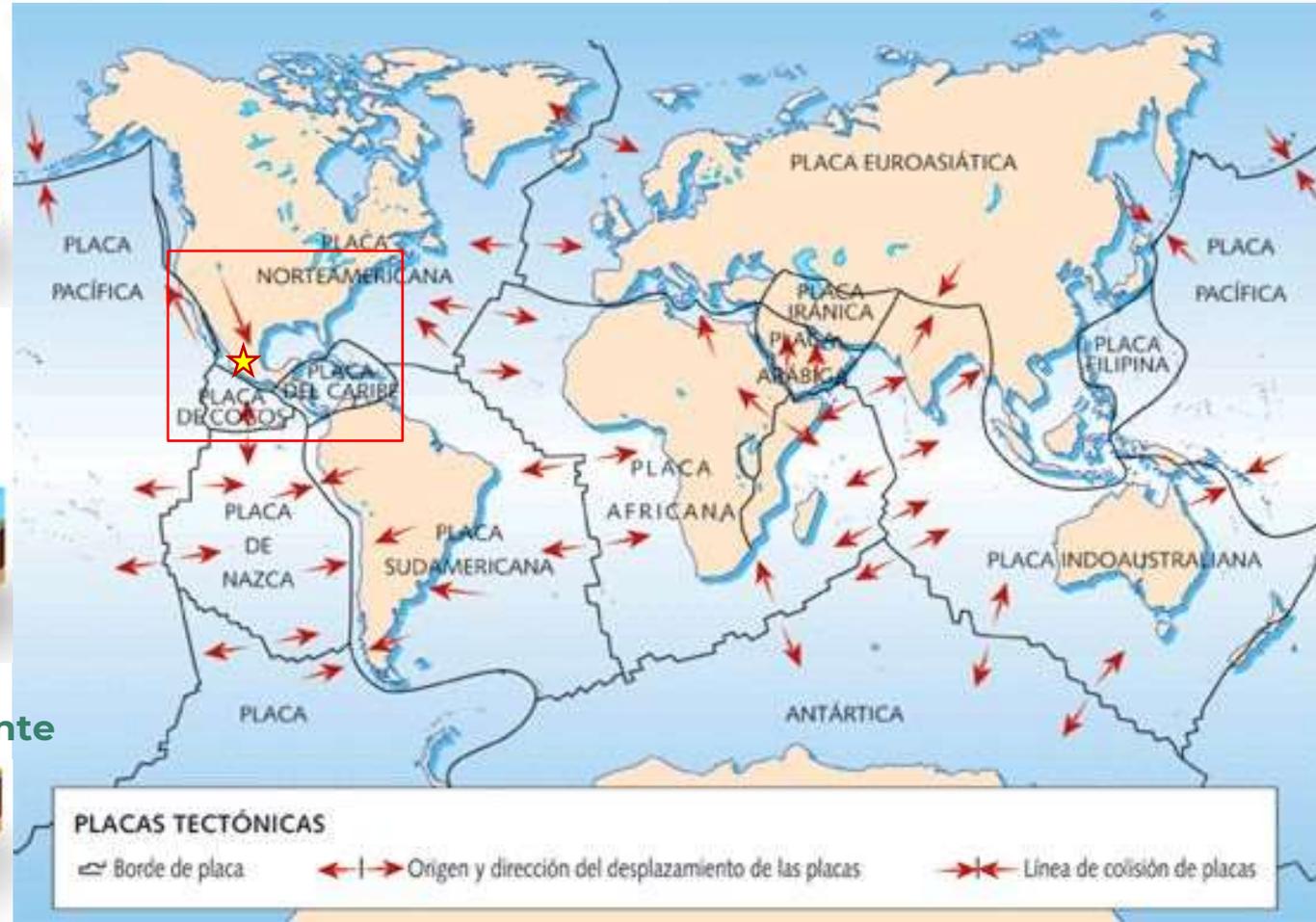
Límite convergente



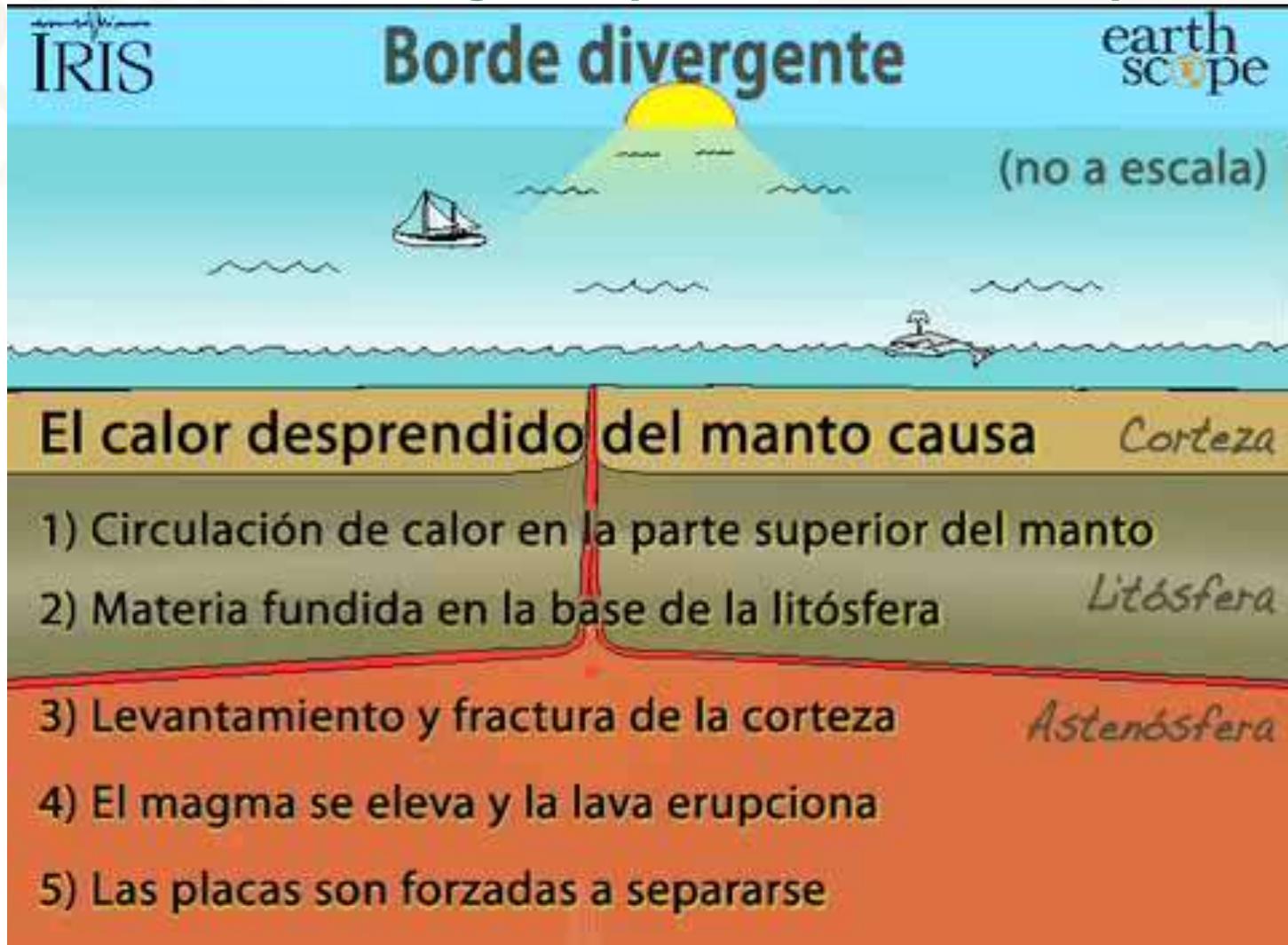
Límite divergente



Límite de falla transformante



Limite Divergente (dorsales oceánicas)



Limite Transformante (Falla de San Andrés)

Falla transformante—contacto entre dos placas que se deslizan horizontalmente pasándose entre sí, comúnmente conectando dos dorsales meso-oceánicas.



Limite Convergente (zona de subducción)



¿QUÉ ES UN SISMO?

Se puede definir como: “Un sismo es un rompimiento repentino de las rocas en el interior de la Tierra. Esta liberación repentina de energía se propaga en forma de ondas que provocan el movimiento del terreno”.

Premonitores, réplicas y enjambres sísmicos

Premonitores:

Todos aquellos sismos que han ocurrido **ANTES** del **SISMO** principal o el de **MAYOR MAGNITUD** en una misma área y tiempo específico.

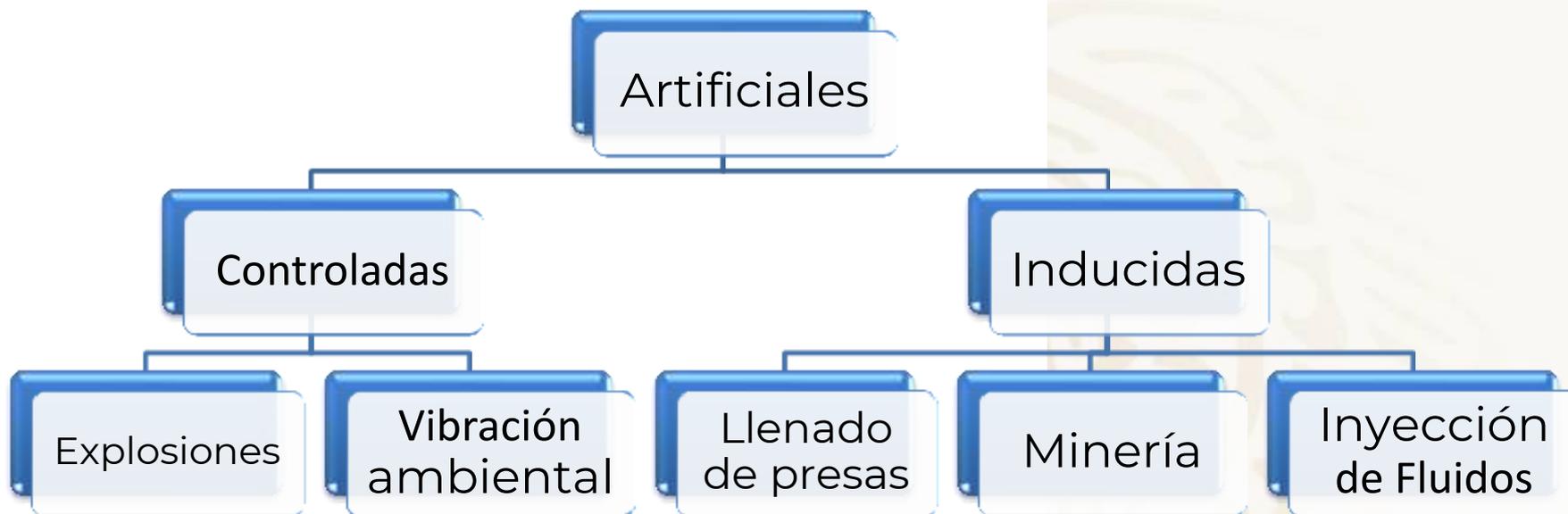
Réplicas:

Todos aquellos sismos que han ocurrido **DESPUÉS** del **SISMO** principal o el de **MAYOR MAGNITUD** en una misma área y tiempo específico. Es una continuación activa de la liberación de energía provocada por el sismo principal.

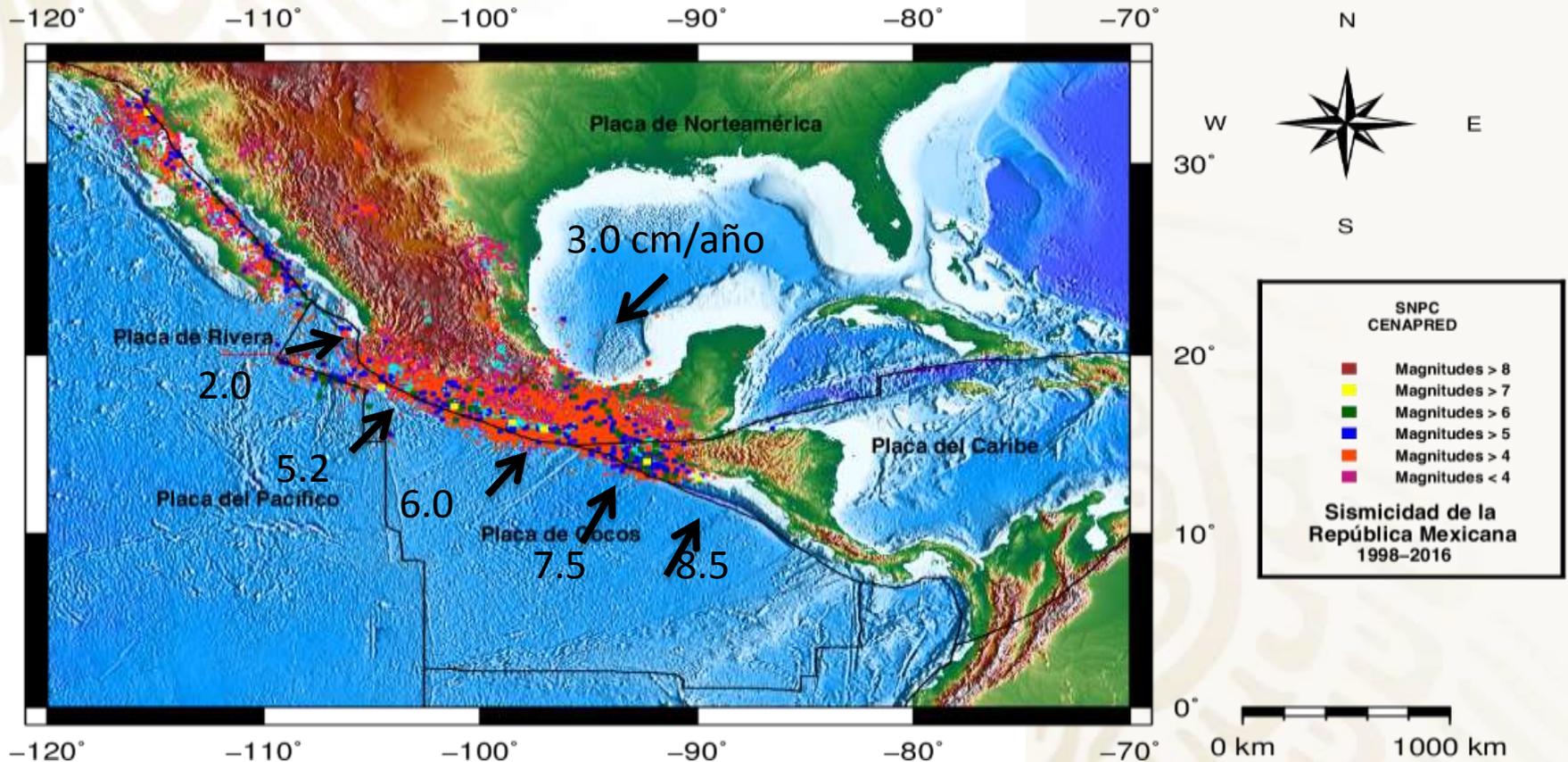
Enjambres:

Cuando en una secuencia de sismos no se distingue ningún sismo principal.

Fuentes Artificiales



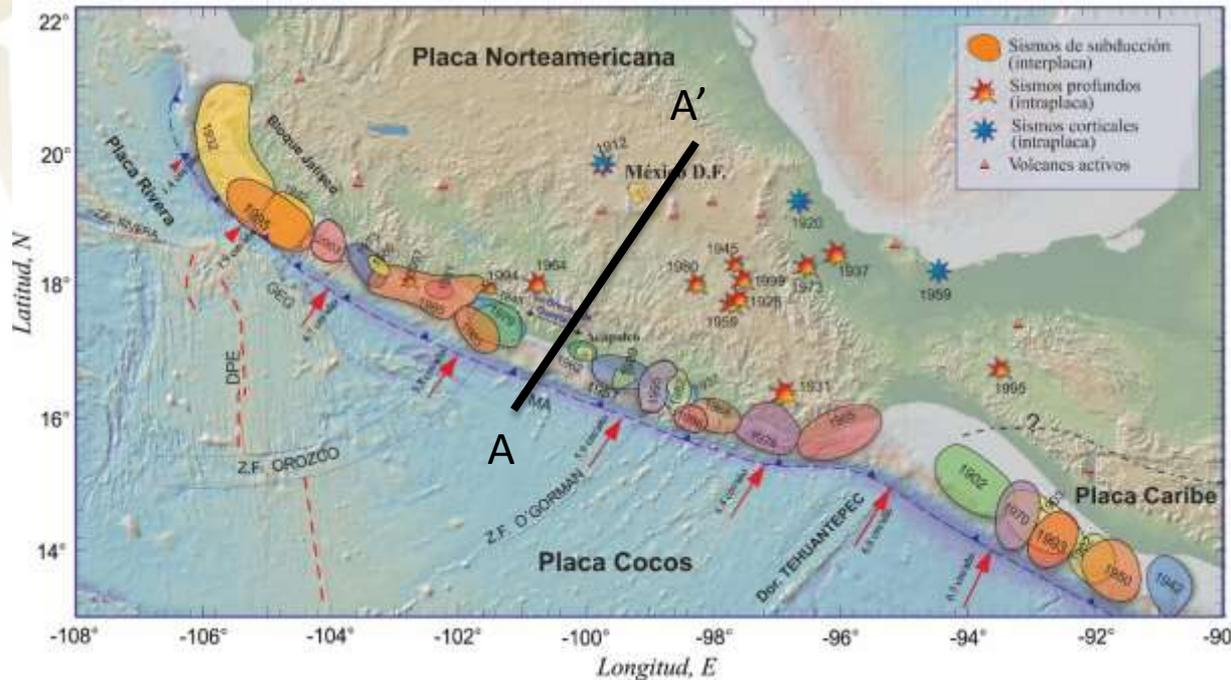
Tectónica y Sismicidad de México



Población 112,336,538 en 2010 (INEGI)

Fuentes: SSN, USGS y NOAA

Sismos



Los SISMOS pueden ocurrir en:

La Placa de Rivera

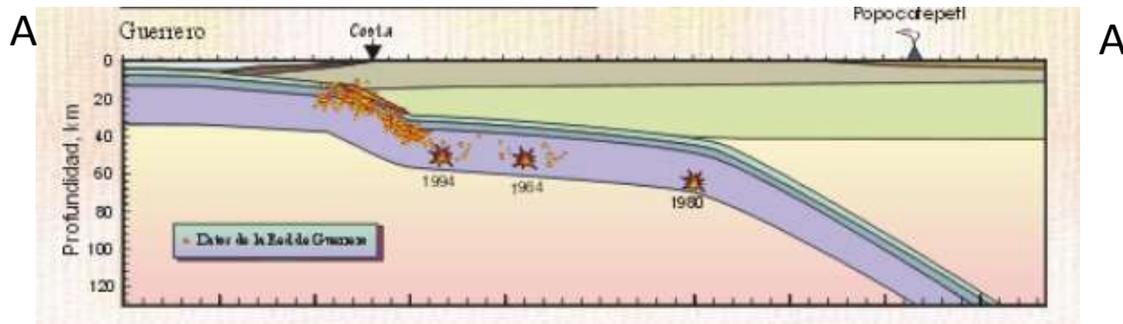
La Placa de Cocos

La Placa del Caribe

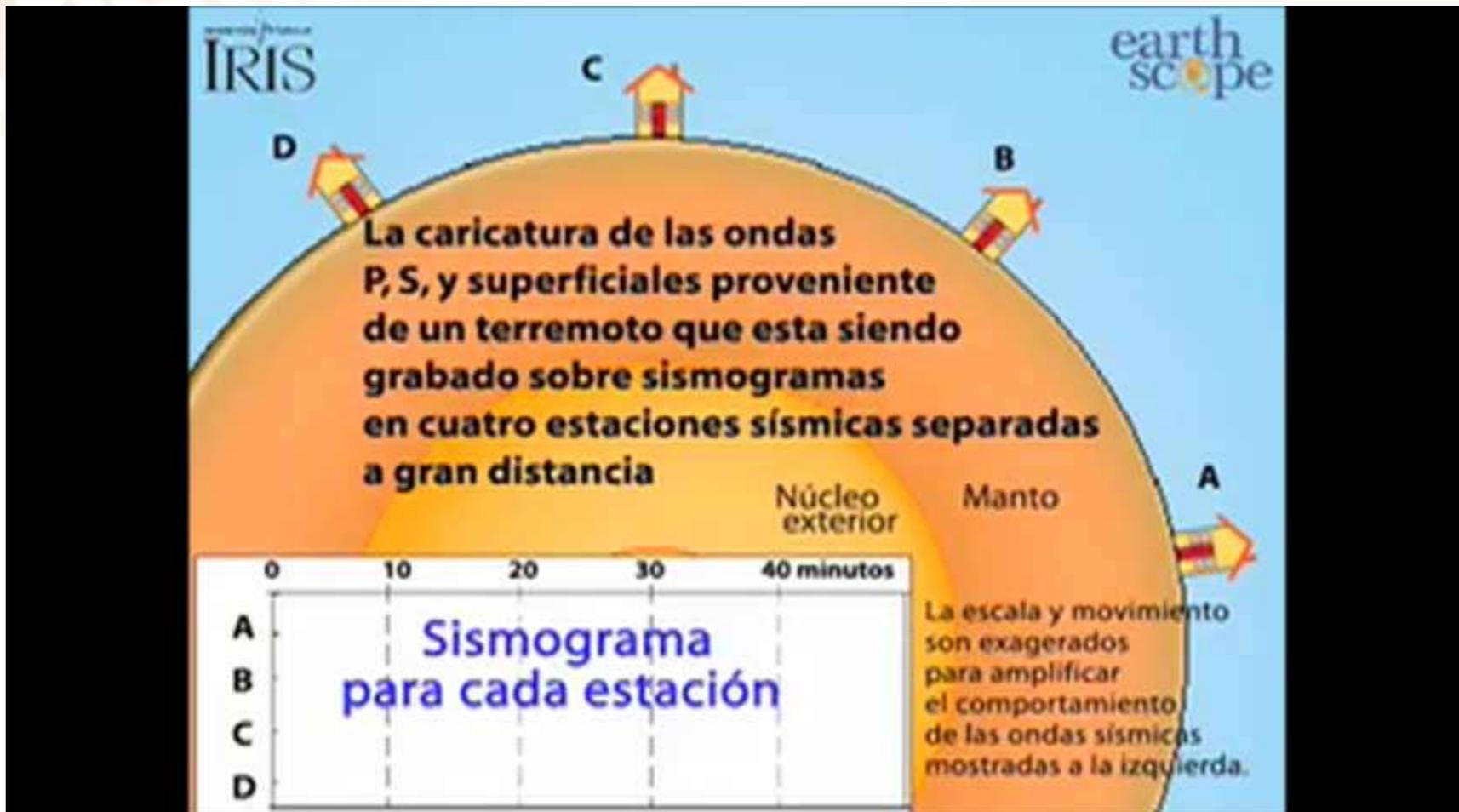
La Placa del Pacifico

La Placa de Norteamérica

En las intersecciones entre ellas



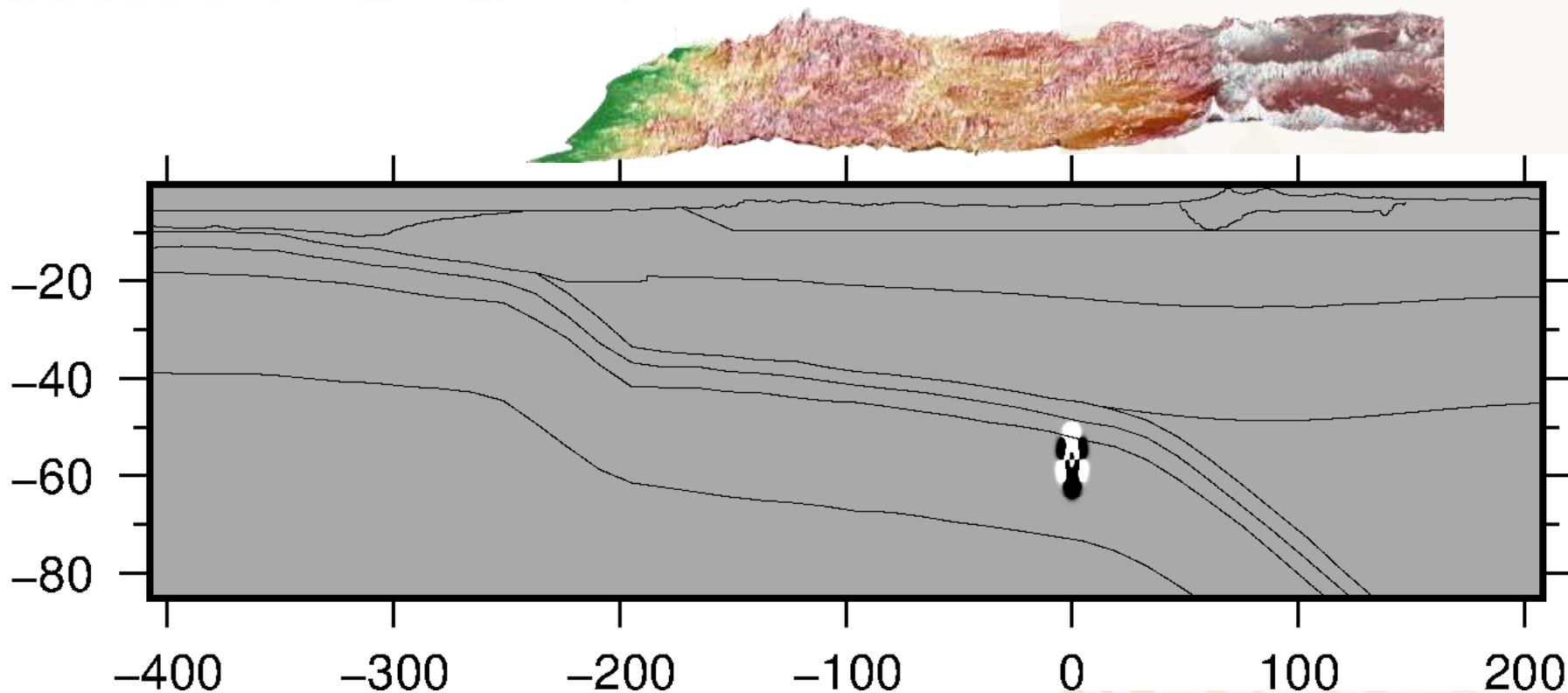
Ondas Sísmicas: Primarias, Secundarias y Superficiales



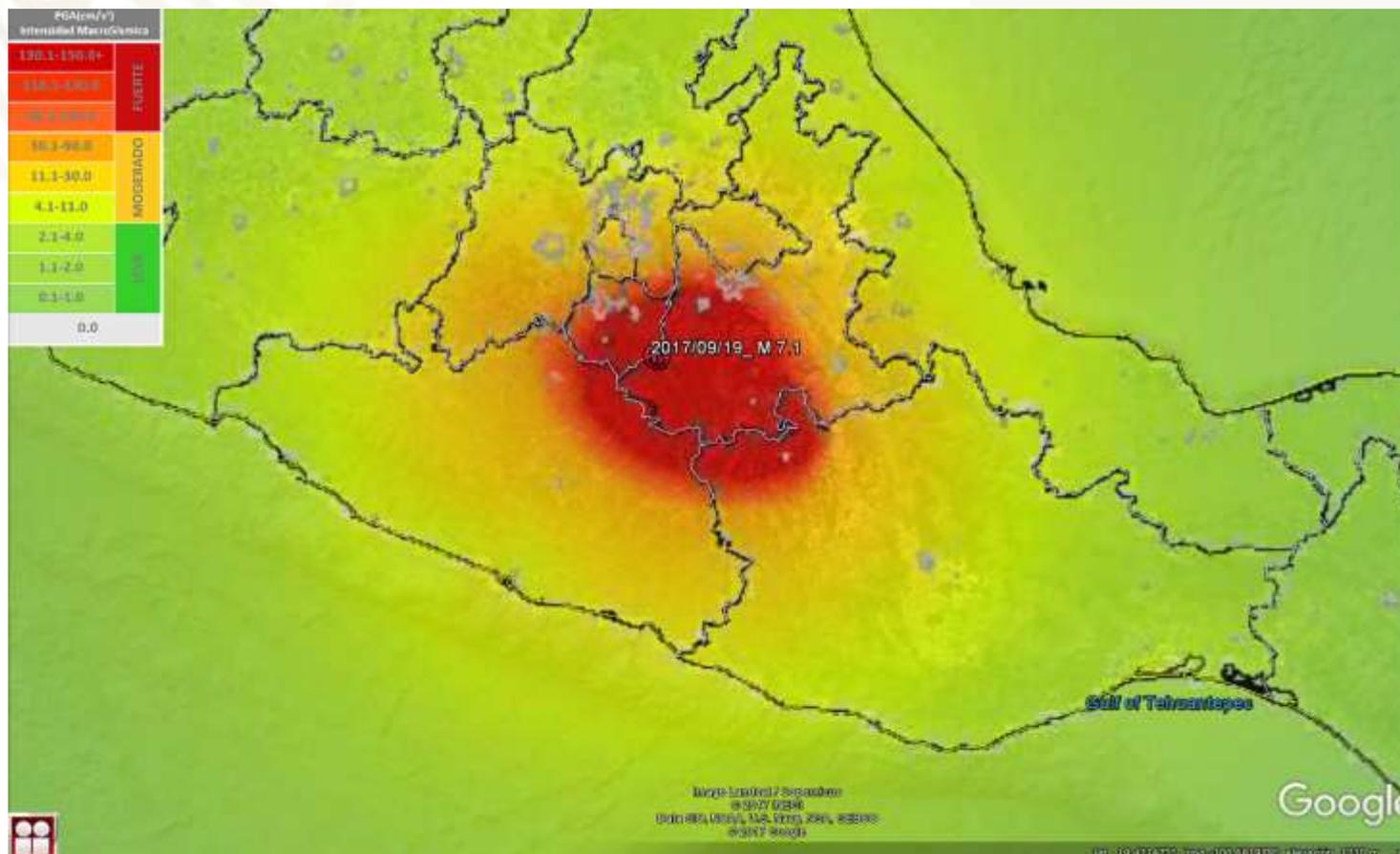
Alerta Sísmica el 19 de septiembre de 2017



Ondas Sísmicas: El caso del sismo de Puebla-Morelos, M7.1 el 19 de septiembre de 2017



Mapa de intensidad y aceleración del sismo del 19 de septiembre (II UNAM)



Mapa de intensidad y aceleración máxima del suelo (PGA), estimadas para el sismo del 19 de septiembre de 2017, con magnitud 7.1 (elaborado por II UNAM con información del SSN)

Sismos en **MÉXICO**... BRECHA DE GUERRERO

SABÍAS QUE...

1 Una de las zonas sísmicas más activas en México se ubica a lo largo de los litorales del Pacífico, desde Jalisco hasta Chiapas.

2 El conocimiento actual permite mapear las zonas de ruptura de sismos relevantes, como se observa en el mapa.

3 En la costa de Guerrero se ha identificado una brecha sísmica desde Acapulco hasta Zihuatanejo, es decir, una zona en la que no han ocurrido grandes sismos en varias décadas.

4 En esta brecha ocurrieron seis sismos de gran magnitud de 1845 al 1911 que generaron daños importantes, por lo que existe suficiente potencial para que se produzcan más.



✓ PARA PREVENIR...

Las autoridades cuentan con planes preventivos y protocolos de respuesta. Estar preparados y saber actuar ante sismos es responsabilidad de todos.

La buena calidad de las construcciones es la mejor forma para reducir el riesgo por sismo.

Respetar los reglamentos de construcción, ya que reducen la probabilidad de víctimas y daños ante sismos y delimita responsabilidades.

Infórmate

Servicio Sismológico Nacional (SSN)
www.ssn.unam.mx

Sistema Nacional de Protección Civil
www.gob.mx/proteccion-civil

Centro Nacional de Prevención de Desastres
www.gob.mx/cenapred

Fuente:
Centro Nacional de Prevención de Desastres

#PREVENIRESVIVIR

Sismos y Tsunamis

Alerta Sísmica el 07 de septiembre de 2017



Tsunamis

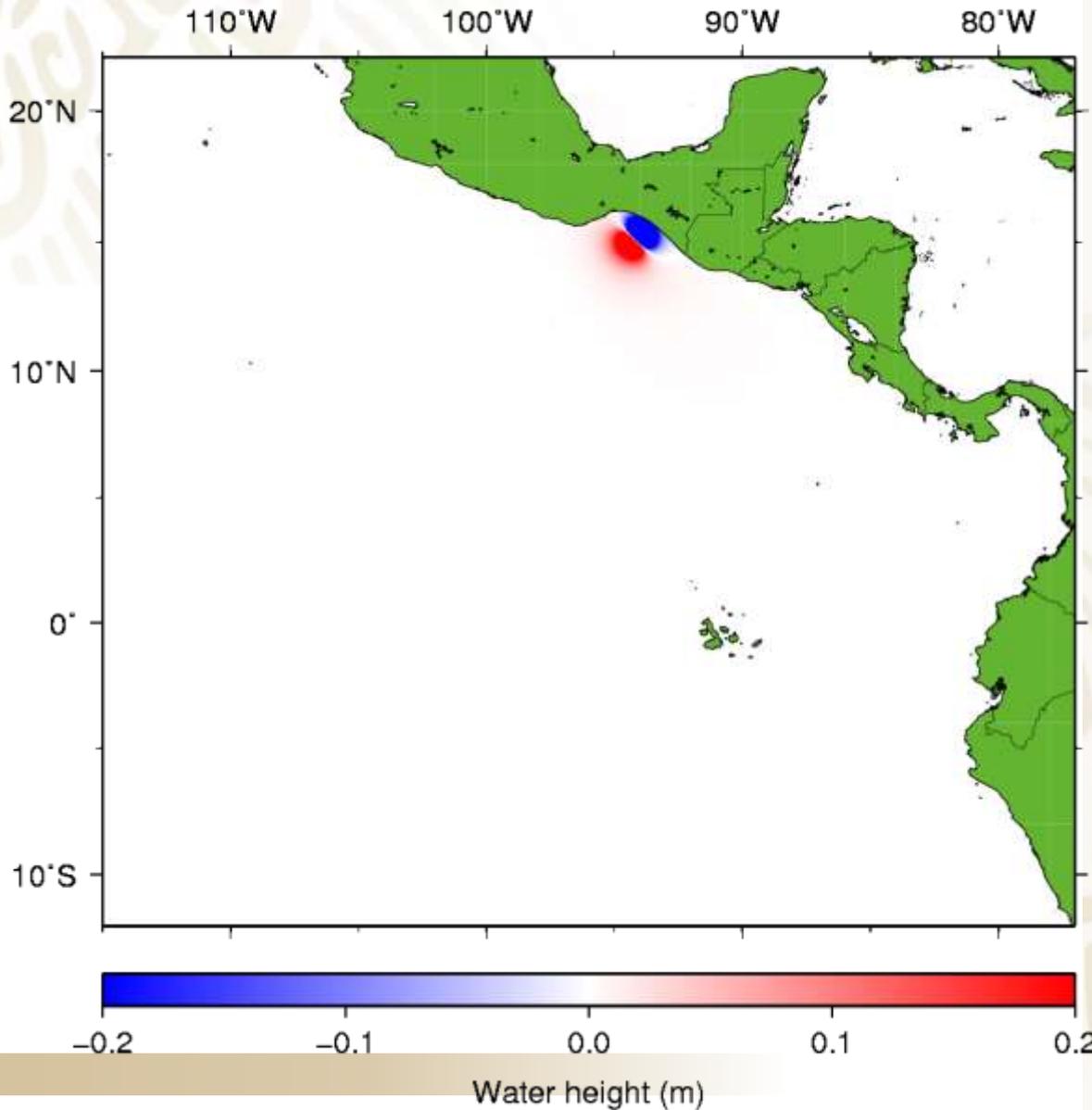
2017 Mexico Earthquake 0001 min



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



**Simulación del
tsunami del 19 de
septiembre de 2017**

IISEE, by DR. Yushiro Fujii

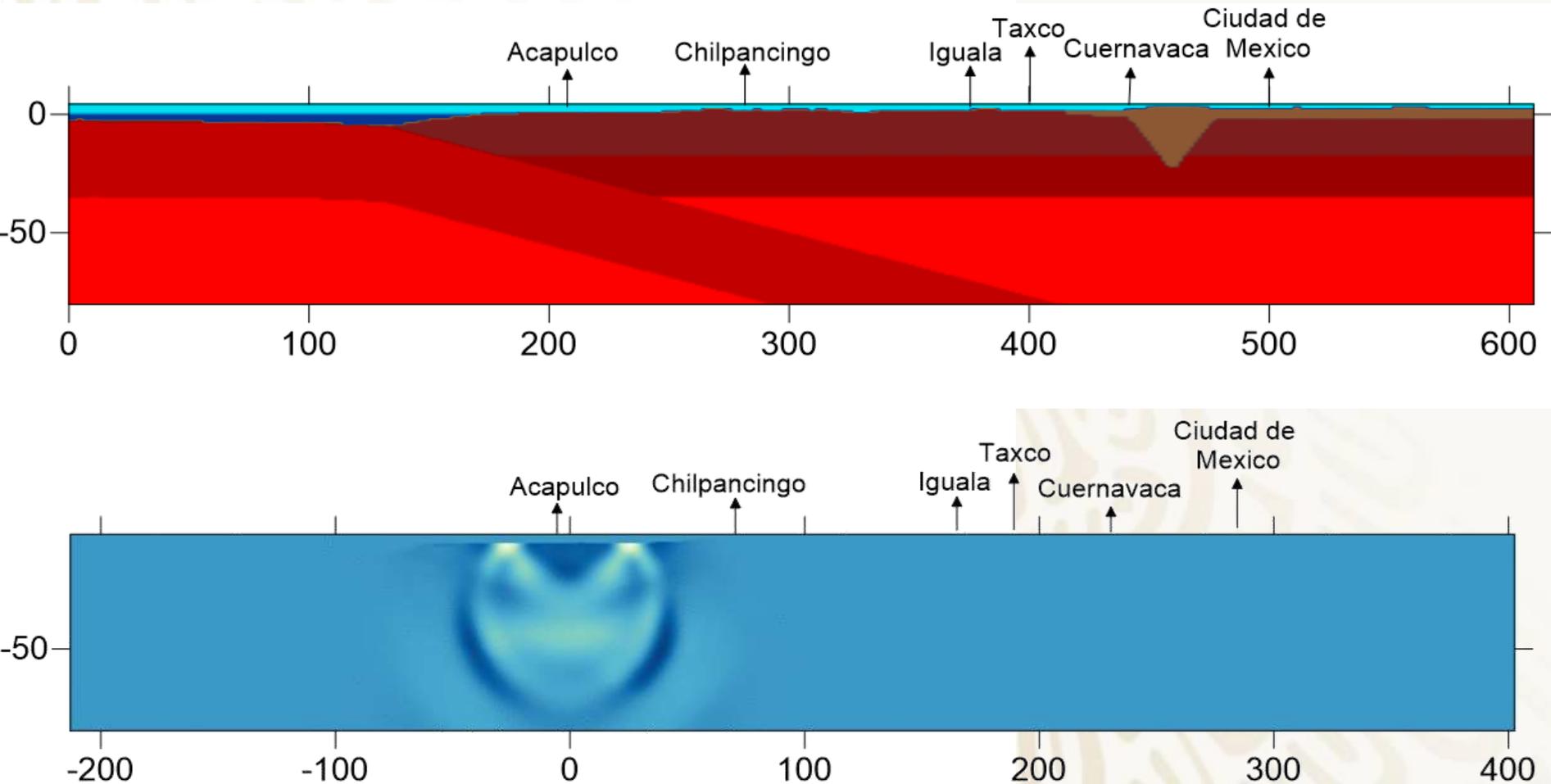
¿QUÉ ES UN TSUNAMI?

Un tsunami es una **serie o un tren de ondas** generadas en un cuerpo de agua por un **desplazamiento brusco** (deformación) de la columna de agua en un lugar específico. Para que estas ondas sean consideradas como tsunami tienen que haber sido **producidas por un terremoto, una erupción volcánica, un deslizamiento o por la caída de un meteorito.**

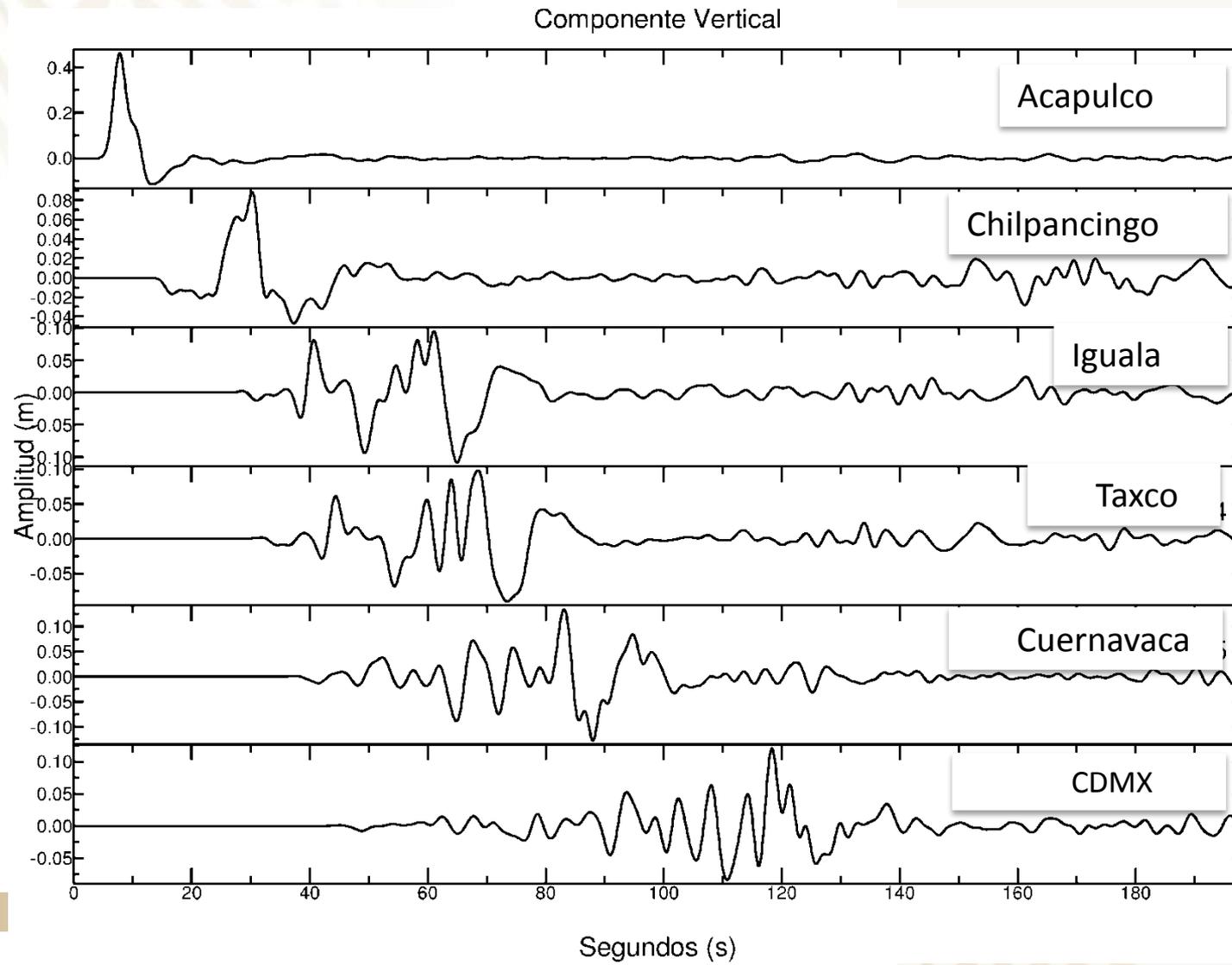


Tsunamis

Escenario de sismo en la brecha sísmica de Guerrero



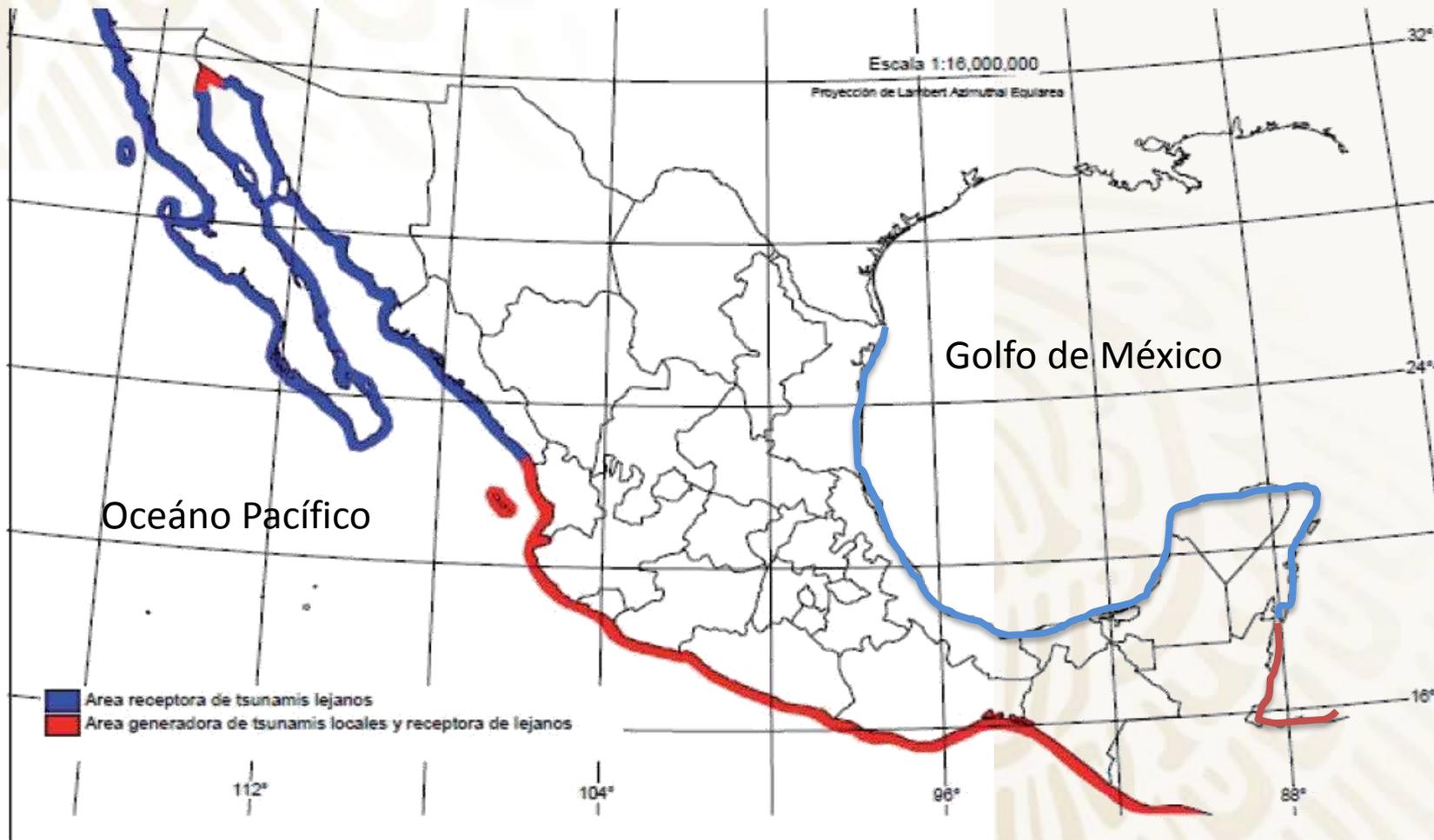
Escenario del Sismo en el GAP de Guerrero



Tsunamis



Áreas receptoras y generadoras de tsunamis



¡TSUNAMI! ¡Olas destructivas!

El tsunami o maremoto es una secuencia de olas que pueden alcanzar alturas de varias decenas de metros y arrasarse con todo a su paso; se produce, en su mayoría, por fuertes sismos submarinos que ocurren cerca de la zona costera.

En México, en los últimos 280 años, 65 tsunamis han golpeado las costas del Pacífico, con olas de hasta 10 metros de altura, por ello, es importante mantenerse al tanto de las recomendaciones de Protección Civil.

Medidas preventivas

SI VIVES CERCA DE LA COSTA O VIAJAS A LA PLAYA



• Investiga la altura sobre el nivel del mar del lugar donde resides.



• Identifica las rutas de evacuación hacia lugares altos.



• Elabora un plan familiar de evacuación y protege a niñas, niños, adultos mayores, así como a los animales.



• Identifica edificios y lugares altos que te servirán de refugio temporal.

Infórmate

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California
www.cicese.edu.mx

Centro Nacional de Prevención de Desastres
www.cenapred.gob.mx

Centro de Alerta de Tsunamis
digaohm.semarn.gob.mx/CAT/codes/centroAlertasTsunamis.html



Recomendaciones

SEÑALES DE ALERTA EN LA PLAYA



• Un sismo fuerte, aunque no todos producen un tsunami.



• El mar se aleja de la playa y deja vez el fondo marino.



• El agua se torna espumosa.

¿QUÉ HACER SI SE ACERCA UN TSUNAMI?



1 Conserva la calma.



2 Aléjate de la playa, ríos, arroyos, zonas pantanosas o lagunas costeras y refugiate en zonas altas.



3 No te detengas a observar el fondo marino.



4 Si estás en una embarcación, evita llegar a puerto; en altamar el riesgo es menor.



5 No utilices tu vehículo para evacuar.



6 Evita los puentes sobre cuerpos de agua.

#PREVENIRESVIVIR

Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres

Erupciones Volcánicas

Eje Volcánico Transversal

Planes Aluviales

Principales ciudades

- México
- Toluca
- Puebla
- Guadalajara

Ceboruco

Fuego

Nevado de Toluca

Citlaltéptl

Popocatépetl

Población ~ 47,821,936 en 2010 (INEGI)

¿QUÉ ES UNA ERUPCIÓN VOLCÁNICA?

Es la **salida de materiales magmáticos** (gases, lava, fragmentos sólidos) hacia la superficie de la tierra, a través de una fisura o una abertura.

La **acumulación** de estos materiales alrededor de la boca eruptiva **da origen al edificio volcánico**, al que coloquialmente se denomina volcán.

Erupciones Efusivas

Son aquellas que emiten derrames de lava, que puede ser muy fluida o sumamente viscosa.

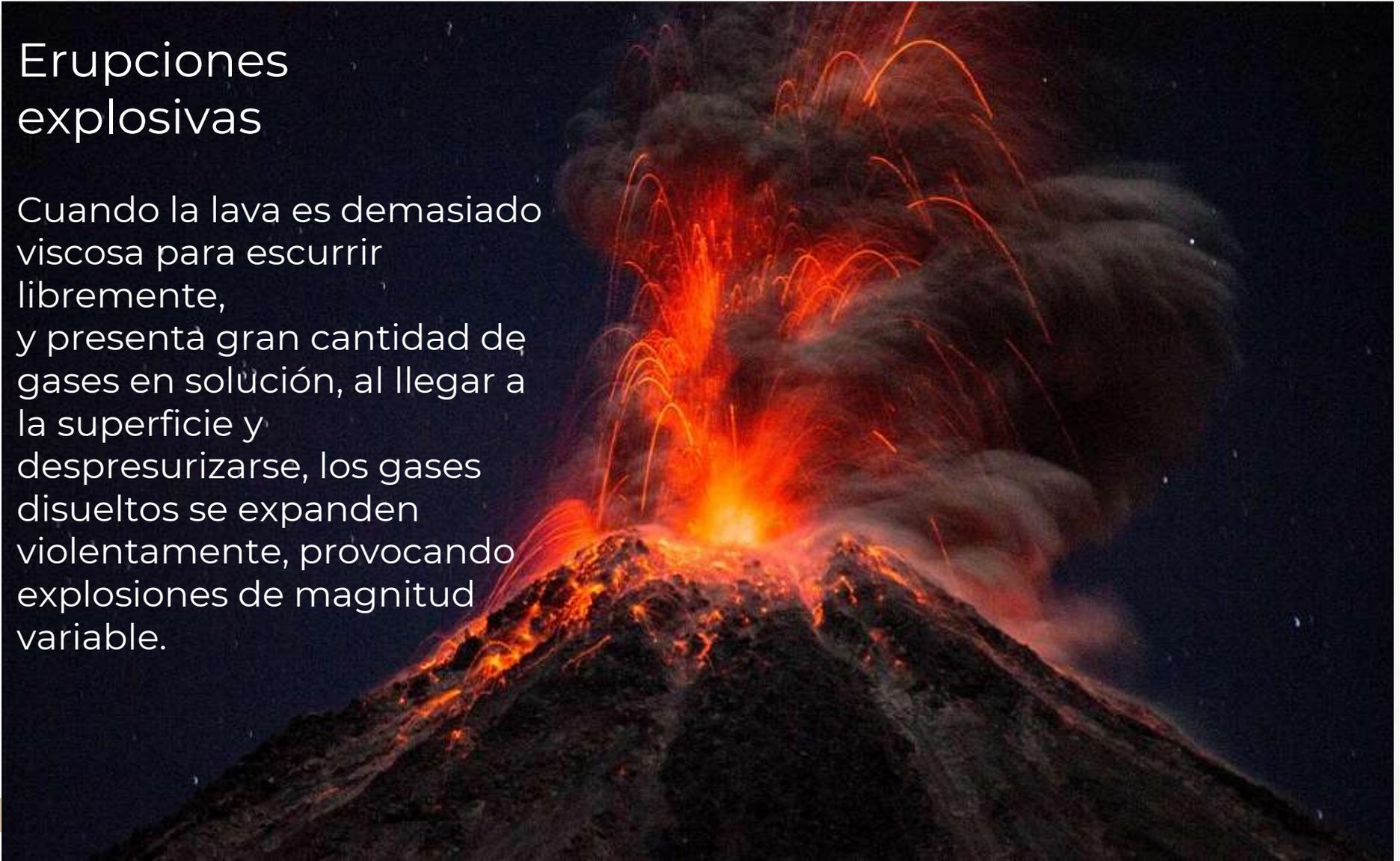
Aunque la lava se mueve lentamente (metros por hora a por día), destruye todo lo que encuentra a su paso



Erupciones Explosivas

Erupciones explosivas

Cuando la lava es demasiado viscosa para escurrir libremente, y presenta gran cantidad de gases en solución, al llegar a la superficie y despresurizarse, los gases disueltos se expanden violentamente, provocando explosiones de magnitud variable.



Erupciones Estrombolianas



Explosiones intermitentes, discretas, que emiten fragmentos incandescentes en trayectorias balísticas y nubes de gases de colores claros, con poco contenido de ceniza.

Varían desde exhalaciones minúsculas hasta fuertes explosiones, en que los balísticos alcanzan >1 km de altura y caen a cientos de metros del cráter.

No se forma una columna eruptiva sostenida.

Erupciones Sub-Plinianas

Grandes eventos explosivos, que forman enormes columnas de tefras y gases, que pueden alcanzar la estratósfera (>11km), adquiriendo típica forma de yunque.

Suelen ser acompañadas por flujos piroclásticos, causados por colapso de la columna eruptiva.



Erupciones Plinianas

Son eventos sumamente explosivos, que forman enormes columnas de tefras y gases que superan la estratósfera (>11km) y permanecen allí tiempos prolongados, afectando el clima terrestre.

Producen destrucción generalizada en todos los alrededores del volcán. En el Popocatépetl no han ocurrido en tiempos históricos, pero hay evidencias de su ocurrencia con una recurrencia de ~1000 años.





Erupciones Peleanas

Son explosiones laterales de domos, que generan flujos piroclásticos de tamaños relativamente modestos (en comparación con los de las erupciones plinianas). El flujo en sí suele estar oculto por las nubes de cenizas que se levantan por encima, producto de la fragmentación del material que va colapsando y la expansión de los gases liberados. A pesar de su relativo tamaño menor, tienen alcances de varios kilómetros, y destruyen todo a su paso, por lo que cualquier área vulnerable debe ser evacuada ante la posibilidad de este tipo de actividad.

Erupciones Volcánicas



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
COMITÉ NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Lava pahoehoe

Derrame de lavas



Lava A'a'



Lava en bloques

Caída de Balísticos

Pedazos rocosos del domo de lava, que al ser expulsados durante explosiones, siguen una trayectoria aproximada al tiro parabólico, como una bala de cañón.

Son muy peligrosos por su tamaño y velocidad, pero su alcance está restringido a unos cuantos kilómetros del cráter.



TENERIFE, BOMBA VOLCÁNICA 1931



Caída de Ceniza

- Cuando el material sólido, emitido durante una erupción, tiene diámetros muy pequeños ($< 2 \text{ mm}$) se conoce como “ceniza”
- Las columnas eruptivas varían en forma y tamaño, dependiendo del tipo de erupción
- La dirección y velocidad del viento son determinantes para definir la región sobre la cual caerán las partículas, produciendo lluvia de ceniza.





Flujos de escombros o lahares

- Los lahares son flujos de fragmentos rocosos, movilizados por agua, que se originan en las laderas de los volcanes y escurren rápidamente
- Pueden variar desde un flujo de escombros esencialmente seco hasta flujos de lodo con alto contenido de agua, casi fluviales



PELIGROS VOLCÁNICOS

fenómenos relacionados con la actividad volcánica

Los principales son:

Caída de tefra

Fragmentos de material volcánico con tamaño entre 2 mm (ceniza) y 64 mm (lapilli). Está compuesta por ceniza y pómez y es expulsada en fumarolas al momento de la explosión. Puede recorrer grandes distancias.

Proyectiles balísticos (bombas)

Fragmentos de material mayor de 64 mm, pueden tener diámetros de algunos metros. Son causados por explosiones en el cráter.

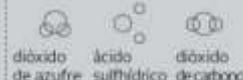
Flujos de lava

Corriente de roca fundida que se desliza pendiente abajo como un fluido viscoso, puede quemar las zonas de bosque, cultivos y construcciones.

Gases volcánicos

Son la parte volátil del magma que se emite a través de fumarolas y cráteres.

Algunos de los gases más peligrosos son:



Flujos y oleadas piroclásticas

Son una mezcla turbulenta de fragmentos de roca a alta temperatura, (700 °C) ceniza, pómez y gases con velocidades de hasta 200 km/h.

Avalanchas

Son resultado de la presión de los gases en el interior del volcán, de los sismos y de la inestabilidad ocasionada por la sobrecarga. La estructura del volcán se desestabiliza y provoca un colapso a gran velocidad de un sector del edificio volcánico.

Lahares o flujos de lodo

Son generados cuando los materiales expulsados durante las erupciones se mezclan con agua y forman flujos que se mueven pendiente abajo.

50%
de la población mexicana vive cerca o en los flancos de un volcán

#PREVENIRESVIVIR

No te acerques a los productos volcánicos. Pueden estar muy calientes aun después de algunos meses de ser emitidos.

¿Qué son?

La mayoría de los peligros volcánicos están relacionados con las erupciones; sin embargo, algunos de ellos pueden ocurrir incluso si no hay actividad en el volcán, como es el caso de los lahares y avalanchas de escombros.

Tipos de erupción:

Vulcaniana



Popocatepetl (20-nov-2011)

Pliniana



Chichón (1982)

Estromboliana



Popocatepetl (may-94 de 2013)

En México existen 48 volcanes activos entre los que se encuentran:

- **Popocatepetl** en los límites de Morelos, Puebla y Estado de México
- **Fuego de Colima** en Colima y Jalisco
- **Ceboruco** en Nayarit
- **Pico de Orizaba** en Veracruz
- **Chichón** en Chiapas

Infórmate

Sistema Nacional de Protección Civil
www.proteccioncivil.gob.mx

Centro Nacional de Prevención de Desastres
www.cenapred.gob.mx

¿QUÉ ES LA INESTABILIDAD DE LADERAS?

Se refiere al **movimiento, pendiente abajo**, de una porción de los materiales (**suelo o roca**) que componen la superficie inclinada de una montaña, de una depresión, del flanco de una barranca, de la margen de un río, etc.

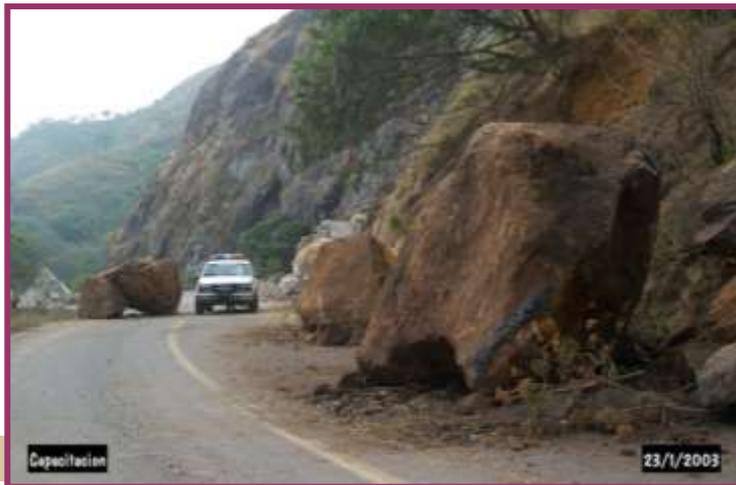
Las principales causas que detonan inestabilidad son:

1. Lluvias
2. Sismos
3. Actividad Volcánica
4. Actividad humana

Inestabilidad de laderas



Factores que detonan deslizamientos





1. Las cordilleras, montañas, ríos y cañadas son lugares **cada vez más habitados**, ya sea por necesidad o por atractivo natural.
2. El problema de los deslizamientos de laderas es un tema complejo que involucra el conocimiento del medio físico, los cambios al entorno natural y la investigación de las propiedades de los materiales.

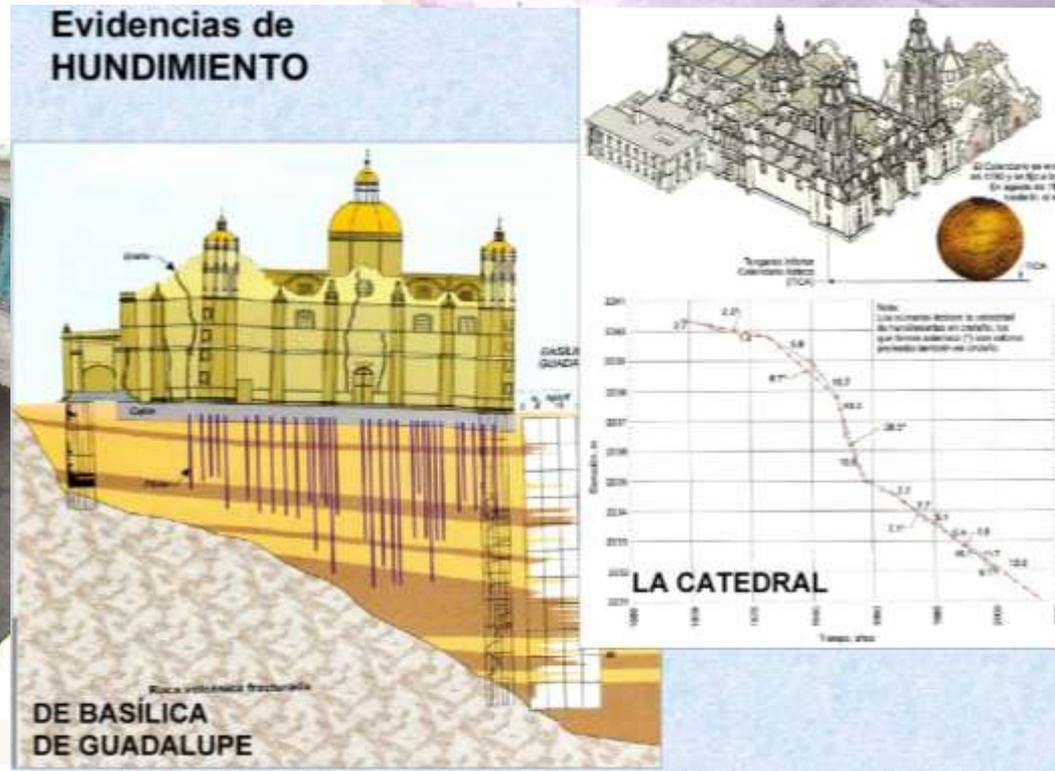
Asentamiento regional

La explotación de acuíferos en regiones relativamente grandes afecta a varias ciudades importantes del país. La extracción de agua involucra la disminución de la presión de poro en los materiales que sobreyacen a los acuíferos así como su consolidación y consecuente deformación

Hundimiento del terreno (subsistencia)



Evidencias de HUNDIMIENTO



DE BASÍLICA
DE GUADALUPE

Asentamiento regional: efectos



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
CENTRO NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Erosión interna

Los agrietamientos que aparecen después de la ocurrencia de lluvias intensas se deben principalmente al rol que juega el flujo de agua en la erosión interna de los materiales que forman el terreno.

El fenómeno inicia con pequeños flujos de agua en las capas más permeables del subsuelo. Una vez que se ha establecido el flujo inicia un proceso de erosión y de formación de cavidades, que aumentan su tamaño hasta formar cavernas que al no soportar el peso en la bóveda fallan y forman los agrietamientos en la superficie del terreno

Erosión interna: Tesislán, Jalisco



SEGURIDAD
SECRETARÍA DE SEGURIDAD
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CENAPRED
COMITÉ NACIONAL DE
PREVENCIÓN DE DESASTRES



Licuación de suelos



Lázaro Cárdenas, Mich.



Luis Encinas Johnson,
Sonora.



Luis Encinas Johnson,
Sonora.



Riesgos de vivir en **LADERAS INESTABLES**



Factores que pueden detonar
un deslizamiento

Las montañas, las sierras, los cerros y las lomas conforman **47%** del territorio nacional; de esa extensión, **17%** tiene mayor probabilidad de presentar inestabilidad de laderas.

La inestabilidad de una ladera sucede cuando...

- ▶ El suelo se satura por lluvias intensas o por fugas de agua en tuberías, y se sacude a causa de sismos, actividad volcánica o vibración de maquinaria.
- ▶ Sobrecargamos el suelo con construcciones.
- ▶ Deforestamos el terreno.
- ▶ Saturamos el suelo por filtraciones de fosas sépticas y aguas domésticas.
- ▶ Hacemos cortes o excavaciones inadecuadas para la construcción de obras.

¡Observa las señales!

Puede haber deslizamiento si existen...

- ▶ Hundimientos y agrietamientos en la parte media o alta de la ladera.
- ▶ Levantamiento de pisos y deformaciones que dificultan el cierre de puertas y/o ventanas.
- ▶ Rotura de pavimentos.
- ▶ Inclinación de árboles y cercas.
- ▶ Deformaciones o rotura de muros y/o contrafuertes.
- ▶ Pequeños temblores.

¿Qué hacer para disminuir el riesgo?

- ▶ Conocer el lugar donde vivimos y atender las recomendaciones de protección civil.
- ▶ Respetar los usos de suelo y los reglamentos de construcción.
- ▶ Revisar puertas, muros, techos y pisos para detectar posibles agrietamientos, expansiones o abultamientos en la base.
- ▶ No cortar árboles.
- ▶ Impedir que el agua de las tuberías se infiltre.
- ▶ Revisar si existen árboles y/o postes inclinados.
- ▶ Avisar inmediatamente a protección civil, en caso de observar cualquier señal de inestabilidad.

**¡Tu vida y la de tu familia
son lo más importante!**

#PREVENIRESVIVIR

Infórmate

Sistema Nacional de Protección Civil
www.gob.mx/proteccion-civil

Centro Nacional de Prevención de Desastres
www.gob.mx/cenapred

Fuente: Centro Nacional de Prevención de Desastres



Fenómenos Geológicos

¡Gracias por su atención!

CIUDAD DE MÉXICO A 14 DE FEBRERO DE 2018