

# “SISMOS EN MÉXICO Y EJERCICIOS DE EMERGENCIA”

¿Qué es un sismo? ¿Cómo se originan y se miden? Mitos y leyendas acerca de los sismos

M.C. Jonatán Arreola Manzano

CIUDAD DE MÉXICO A 21 DE AGOSTO DE 2020



GOBIERNO DE  
MÉXICO

SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



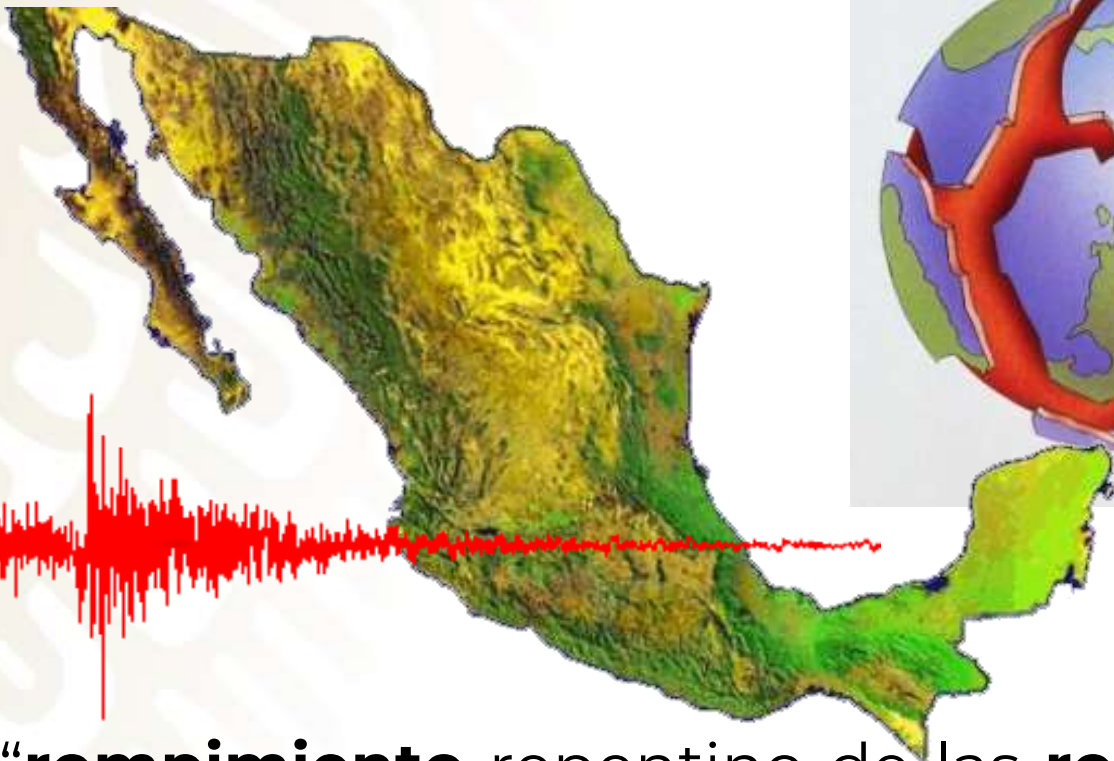
CNPC  
COORDINACIÓN NACIONAL  
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED  
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN  
DE DESASTRES

# ¿Qué es un sismo?

## SISMOS, TERREMOTOS O TEMBLORES



Sismo: “**rompimiento** repentino de las **rocas** en el interior de la Tierra. Esta liberación repentina de **energía** se **propaga** en forma de **ondas sísmicas** que provocan el **movimiento del terreno**”.

# Fuentes sísmicas

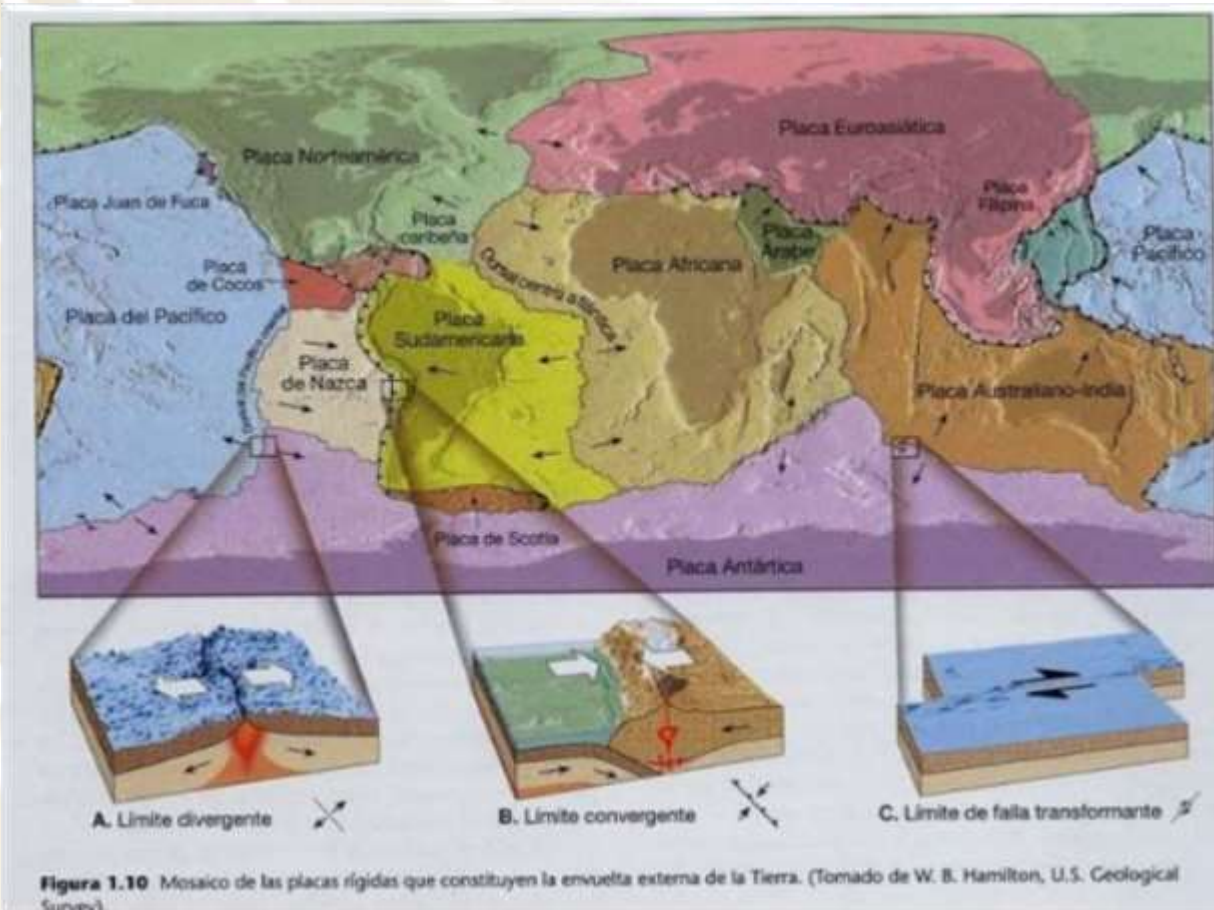


GOBIERNO DE  
**MÉXICO**

SEGURIDAD  
SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA

CNPC  
COORDINACIÓN NACIONAL  
DE PROTECCIÓN CIVIL

CENAPRED  
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN  
DE DESASTRES



Actividad Tectónica

Actividad Volcánica

# Fuentes de vibración



GOBIERNO DE  
MÉXICO

SEGURIDAD  
SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA

CNPC  
COORDINACIÓN NACIONAL  
DE PROTECCIÓN CIVIL

CENAPRED  
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN  
DE DESASTRES

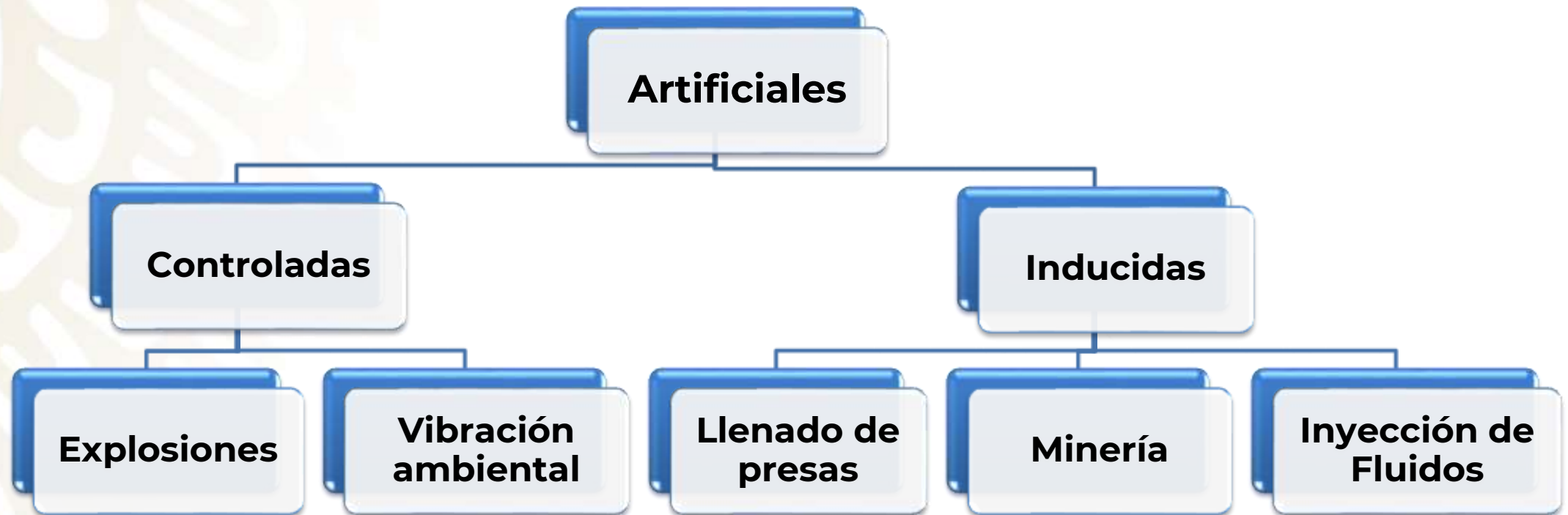


Colapso de cavernas



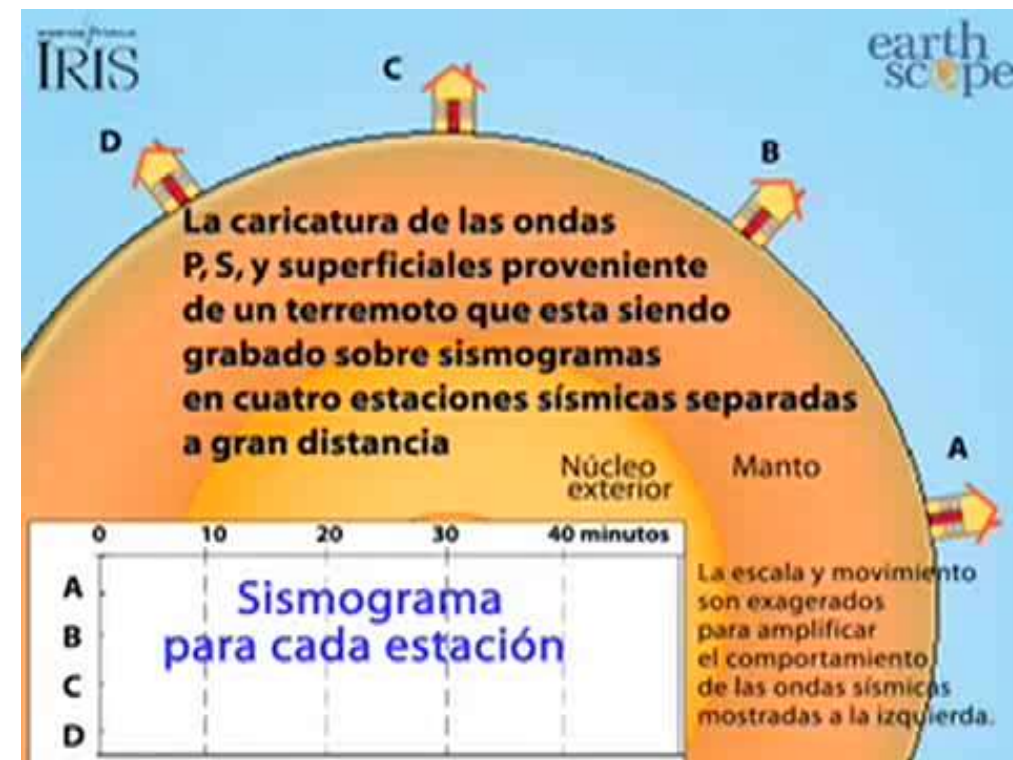
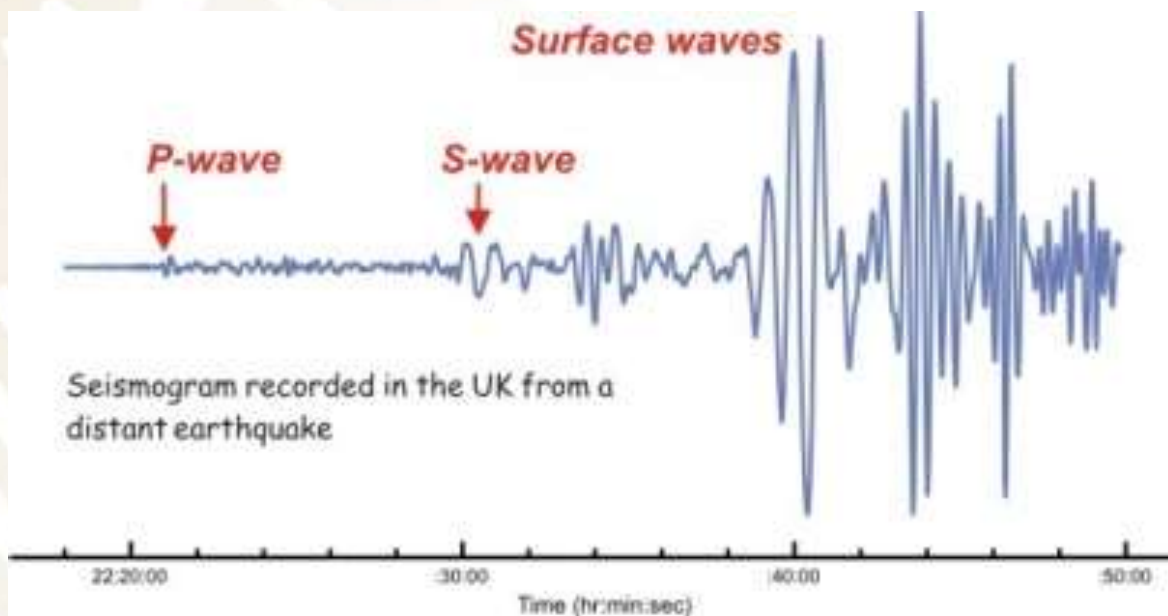
Oleaje

# Fuentes artificiales



## Tipos de Ondas

- Ondas **P**: Primarias o compresionales
- Ondas **S**: Secundarias o de cizalla (corte)
- Ondas **Superficiales**: Ondas Rayleigh  
Ondas Love



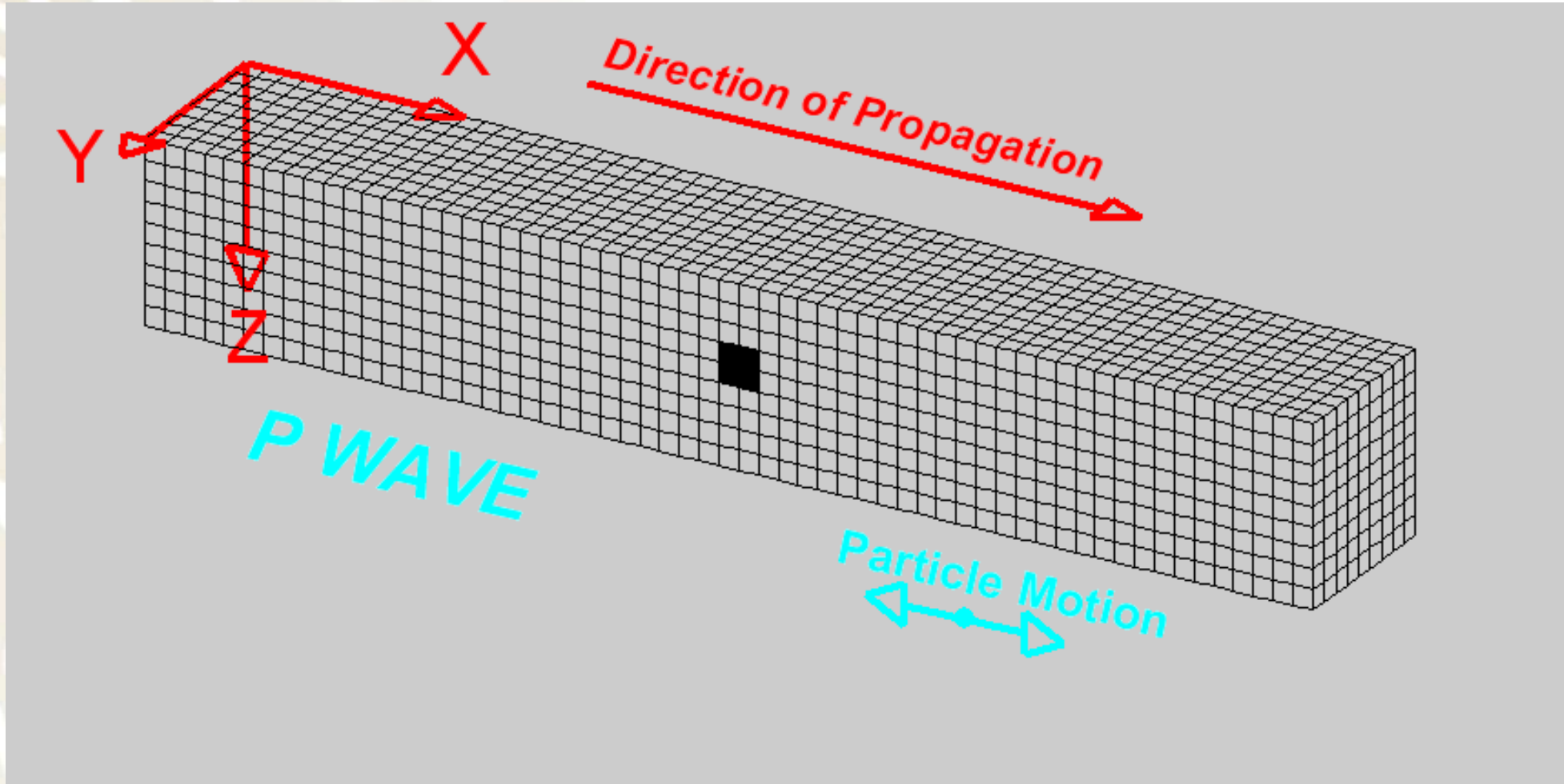
# Tipos de Ondas

## ONDA P



GOBIERNO DE  
MÉXICO

SEGURIDAD  
SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



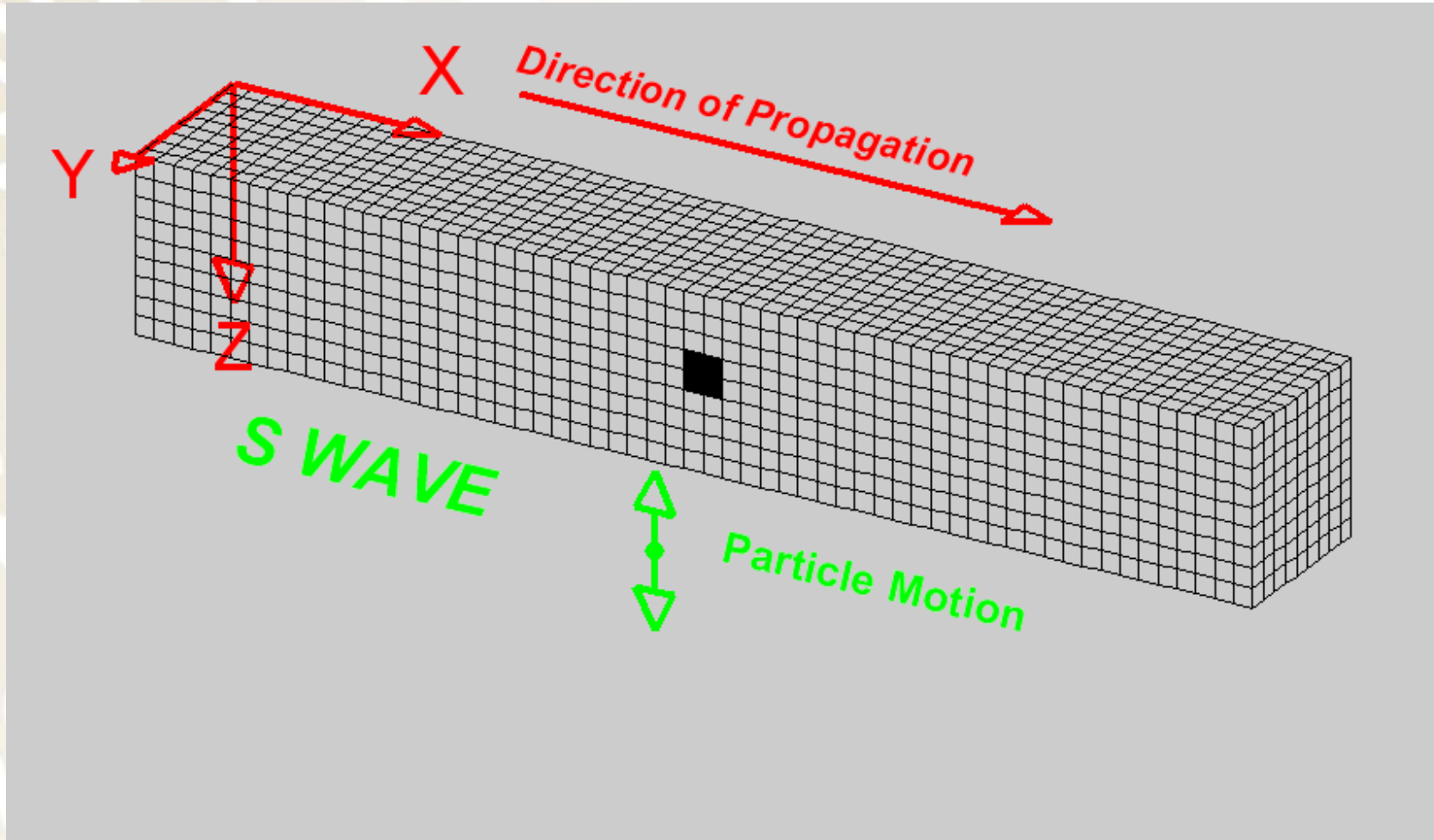
# Tipos de Ondas

## ONDA S



GOBIERNO DE  
MÉXICO

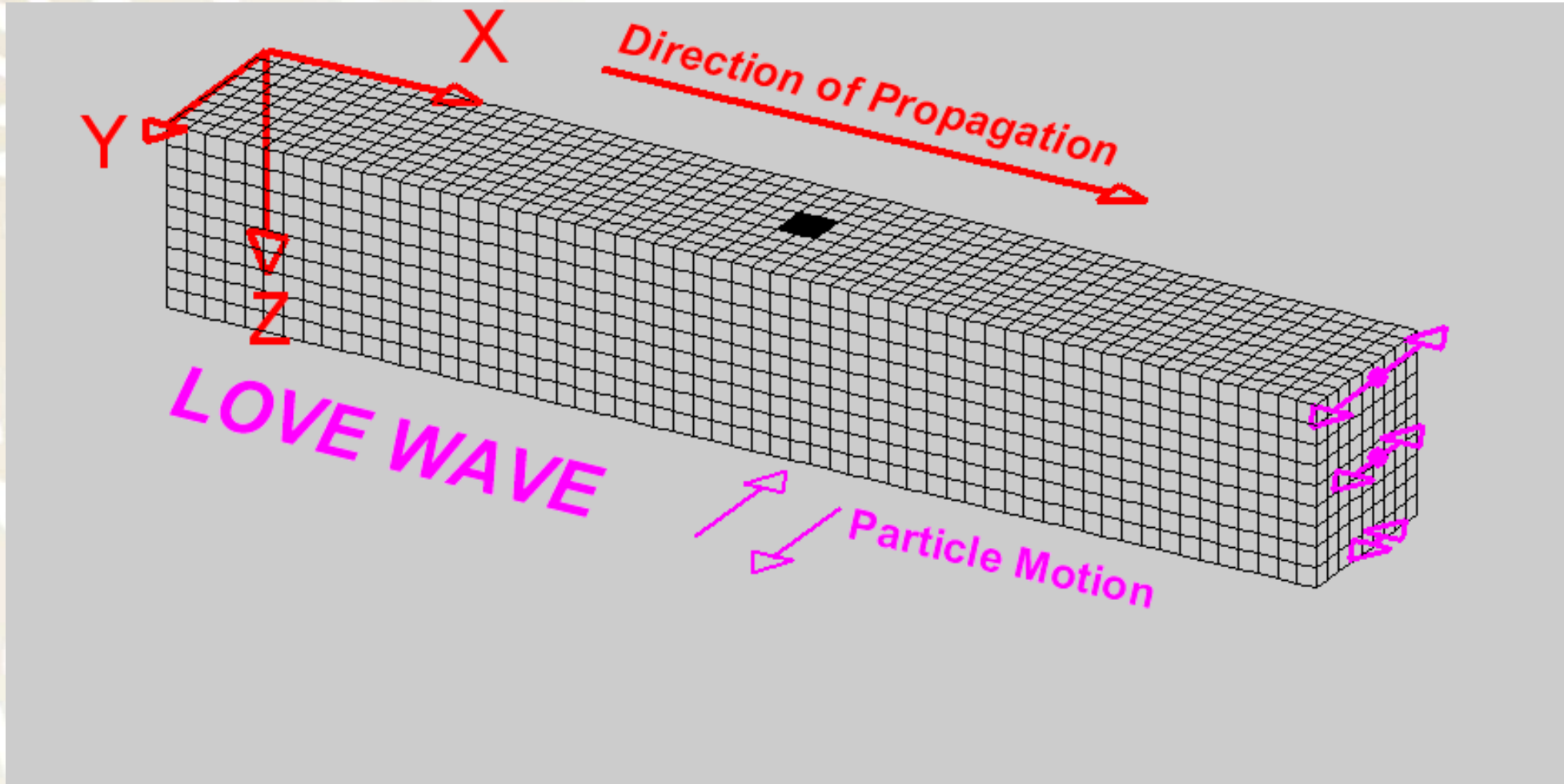
SEGURIDAD  
SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA





# Tipos de Ondas

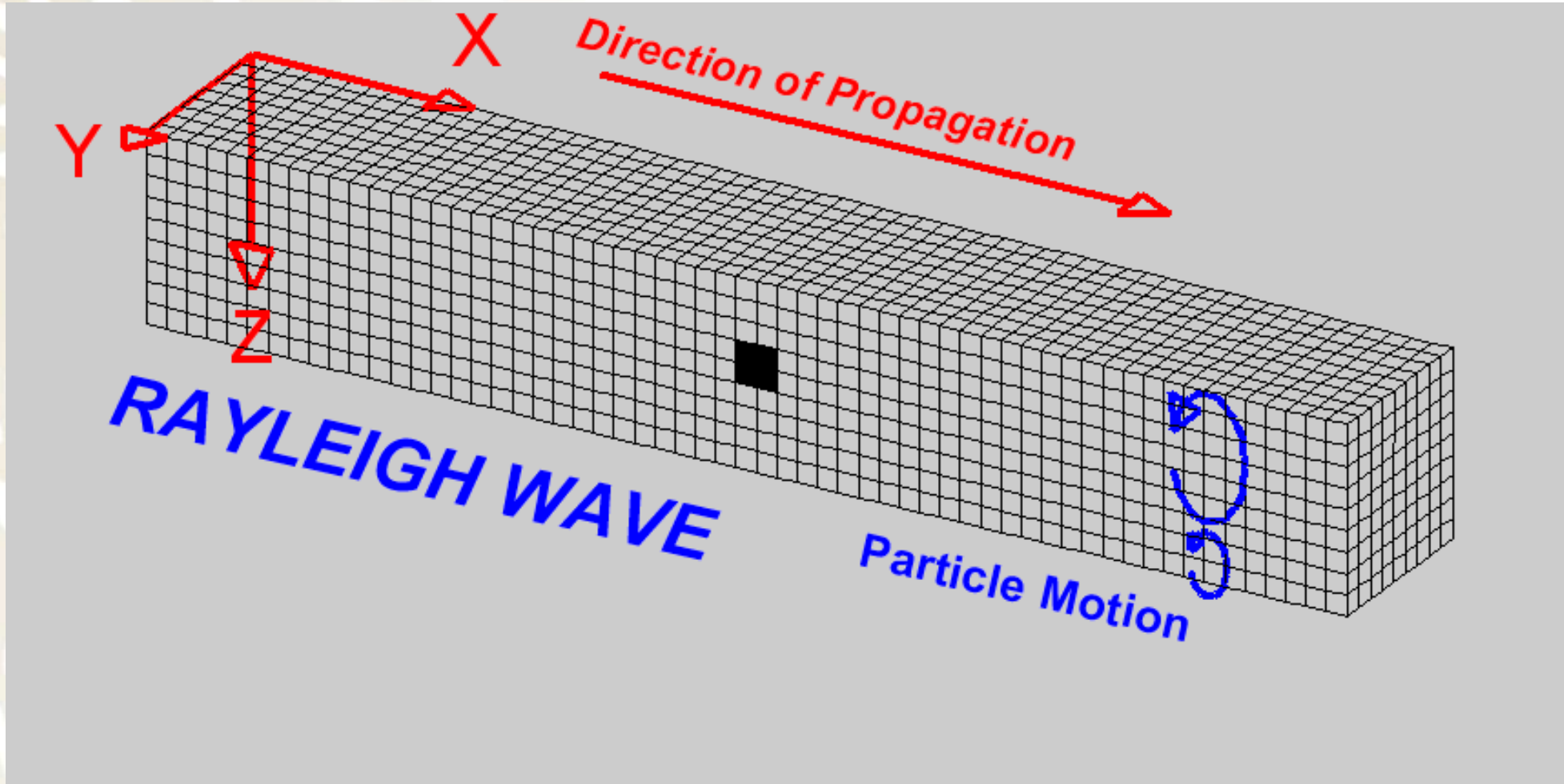
## ONDA LOVE



# Tipos de Ondas



## ONDA RAYLEIGH



# Tipos de Ondas



GOBIERNO DE MÉXICO

SEGURIDAD  
SECRETARÍA DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN CIUDADANA

CNPC  
COORDINACIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL

CENAPRED  
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES

Aceleración (cm/s<sup>2</sup>)

Velocidad (cm/s)

Desplazamiento (cm)

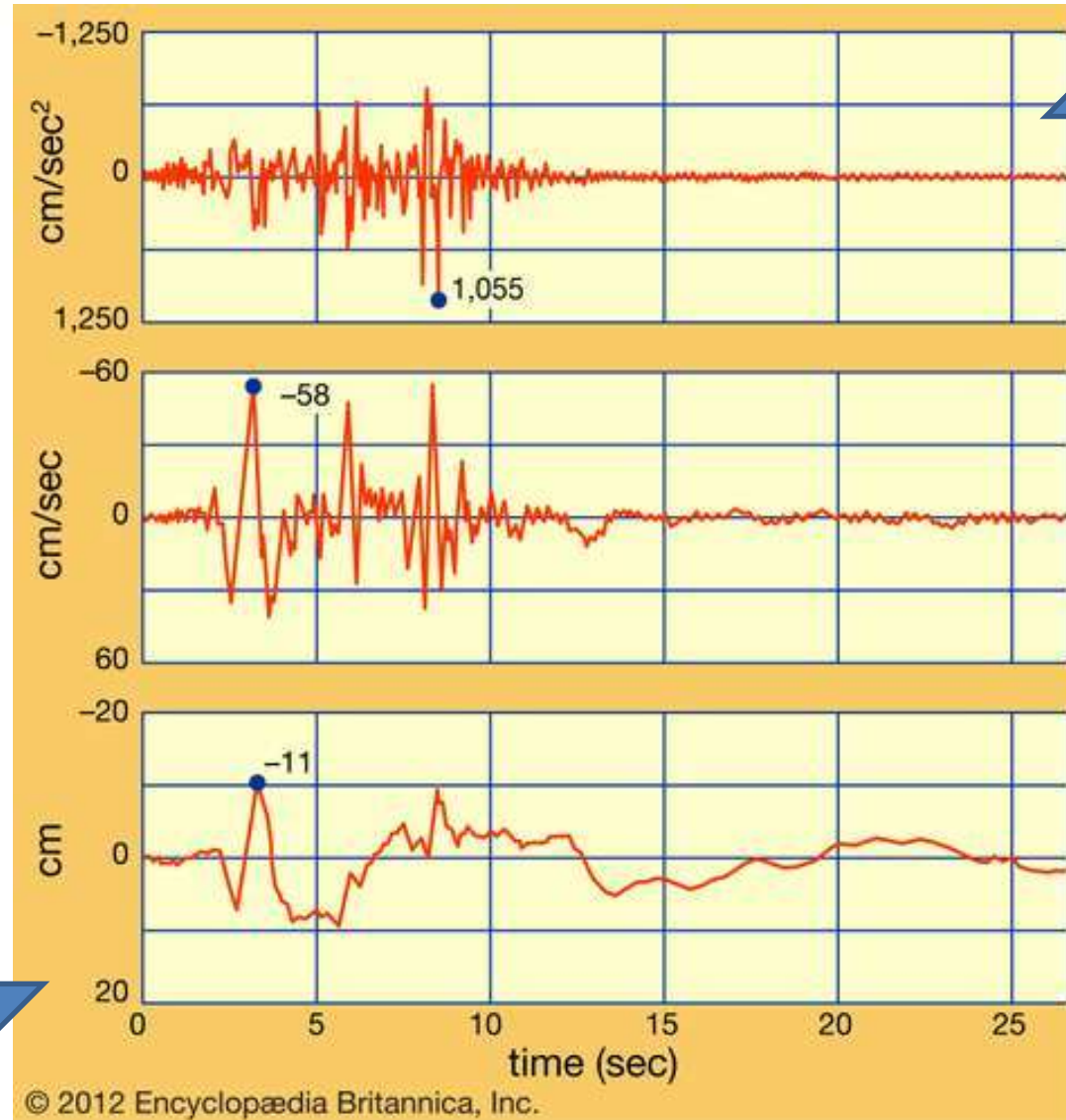
Integral

Derivada

Acelerómetro

Sismómetro

GPS





## ¿Cómo se miden los sismos?

### SISMÓMETROS, SISMÓGRAFO Y ACELERÓMETRO

- Sismógrafo: sistema que detecta, amplifica y registra los sismos, así como otros movimientos y vibraciones de la tierra.
- El **sismómetro** es la parte detectora del movimiento del terreno.
- **Sismógrafo** es todo el conjunto que también amplifica los ligeros movimientos de la tierra y registra la señal.





## ¿Cómo se miden los sismos?

### SISMÓMETROS, SISMÓGRAFO Y ACELERÓMETRO

- Miden la **velocidad** y **aceleración** con que se está moviendo la partícula donde está instalado el instrumento.
- El **acelerómetro** está diseñado para registrar la aceleración del terreno, especialmente para movimientos **fuertes** del suelo causados por grandes sismos.



# Estructura de la Tierra

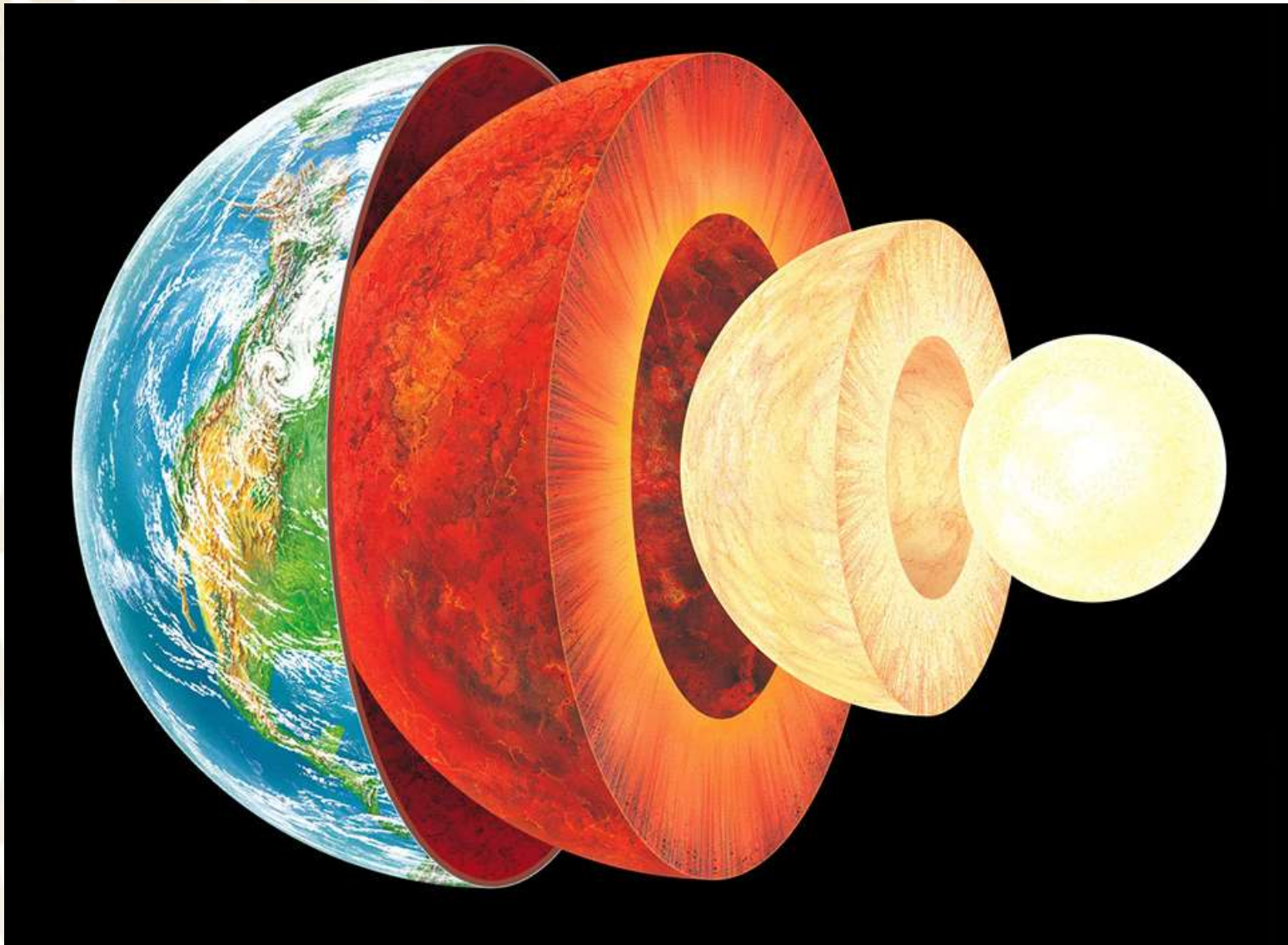


GOBIERNO DE  
MÉXICO

SEGURIDAD  
SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA

CNPC  
COORDINACIÓN NACIONAL  
DE PROTECCIÓN CIVIL

CENAPRED  
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN  
DE DESASTRES



❖ Litósfera (5-65 km)  
Litósfera (5-65 km)

❖ Manto  
Manto

❖ Núcleo externo  
Núcleo externo

❖ Núcleo interno  
Núcleo interno

# Estructura de la Tierra

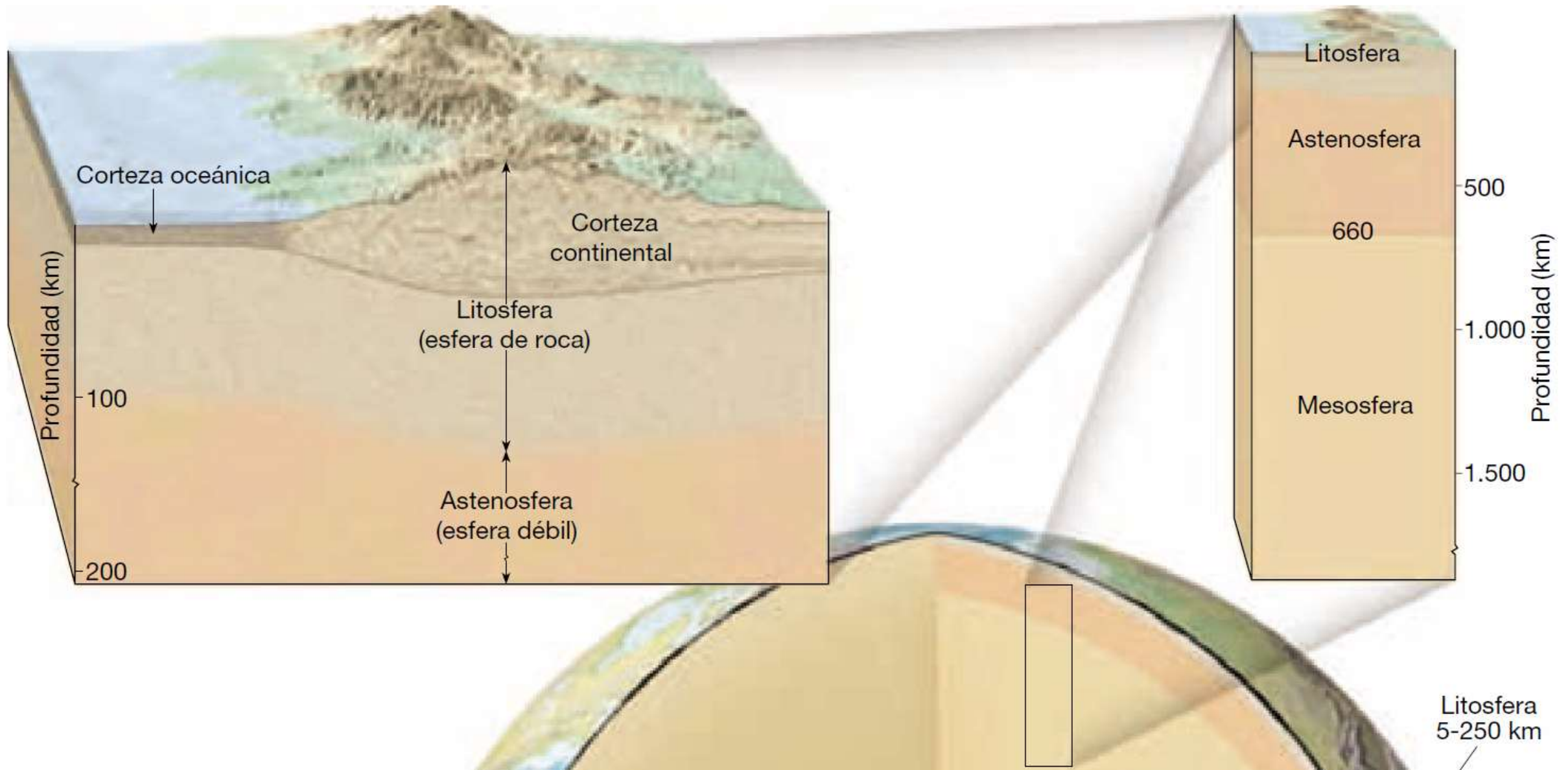


GOBIERNO DE  
**MÉXICO**

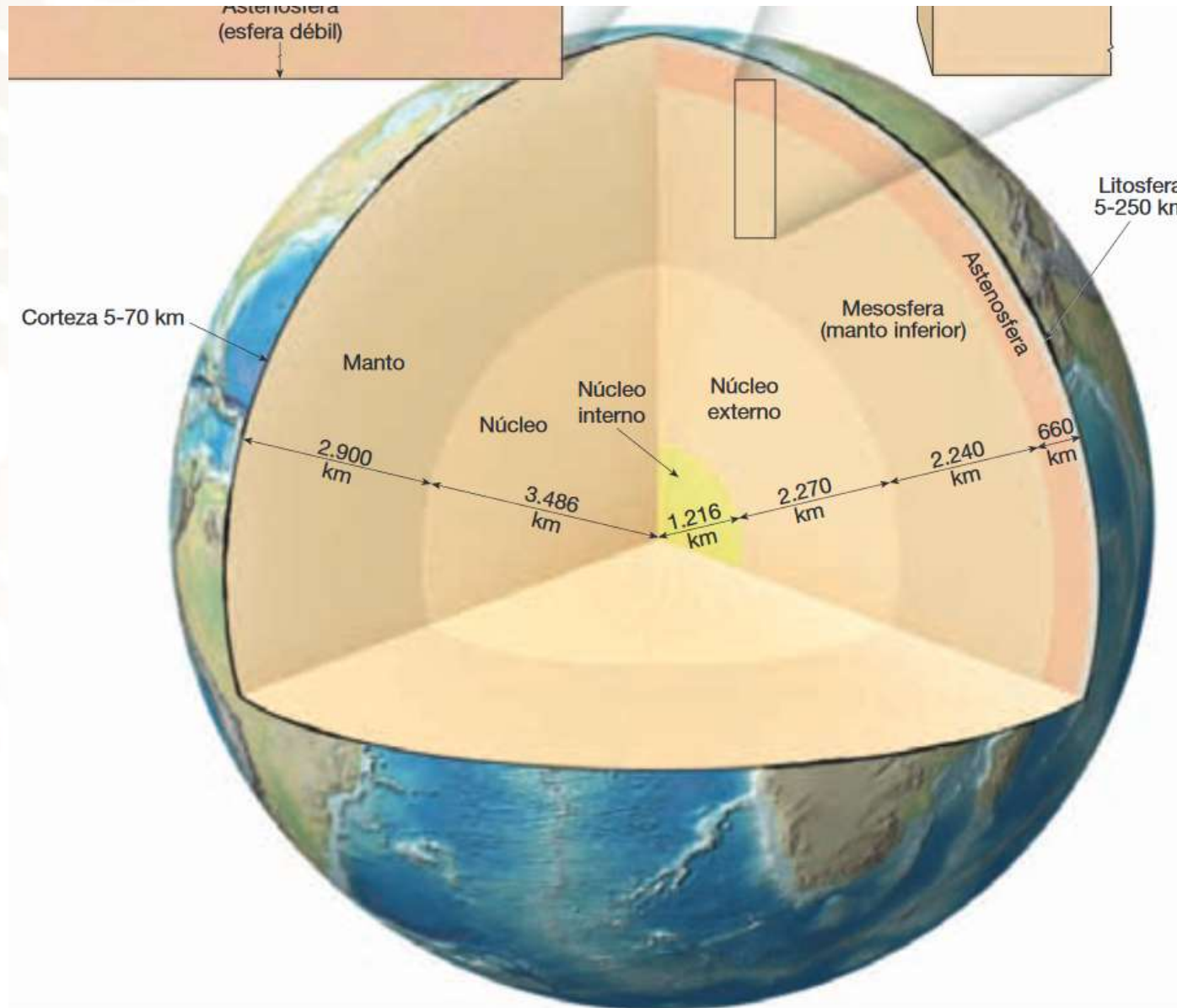
SEGURIDAD  
SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA

CNPC  
COORDINACIÓN NACIONAL  
DE PROTECCIÓN CIVIL

CENAPRED  
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN  
DE DESASTRES



# Estructura de la Tierra



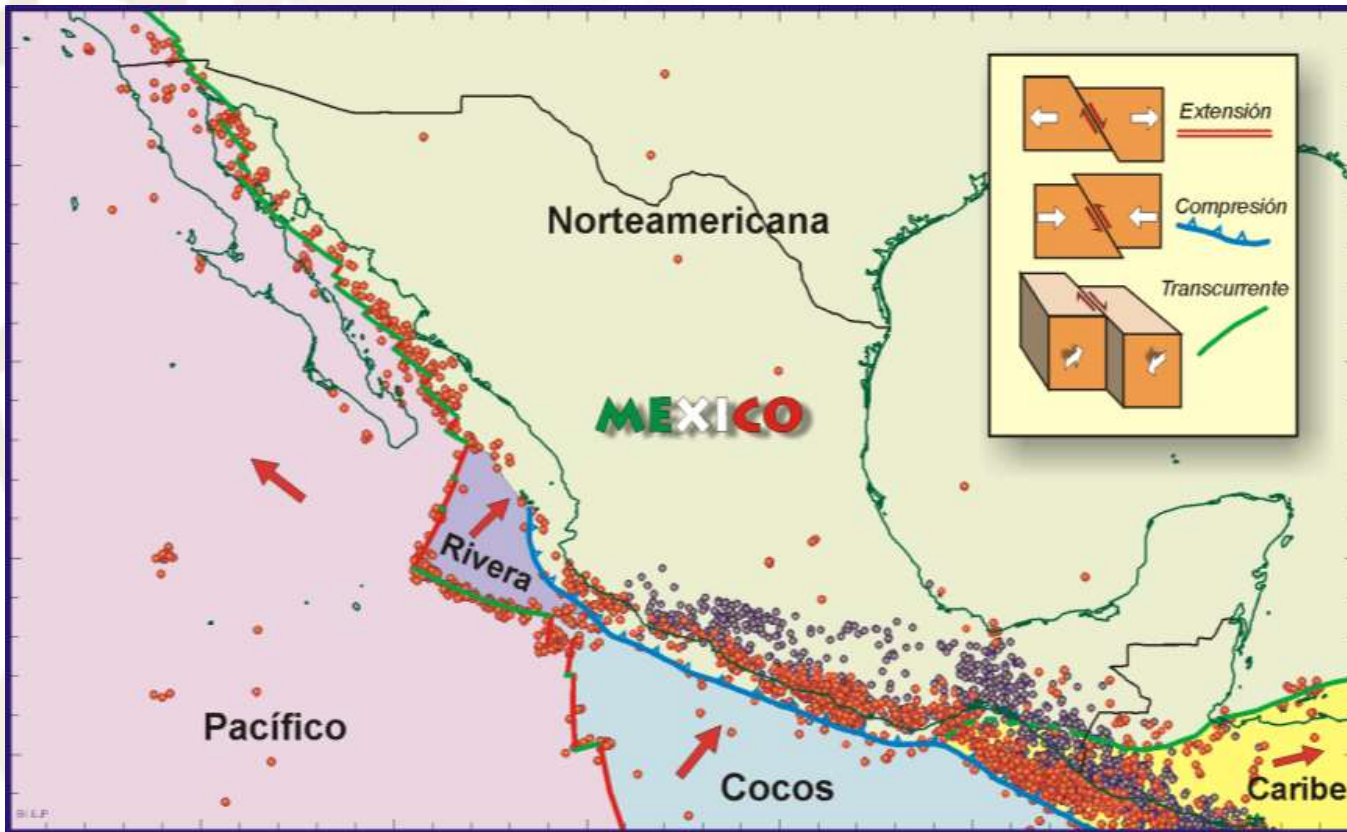


# Placas tectónicas en México

**Cinco** placas tectónicas:  
Norteamericana, Cocos, Rivera,  
Caribe y del Pacífico.

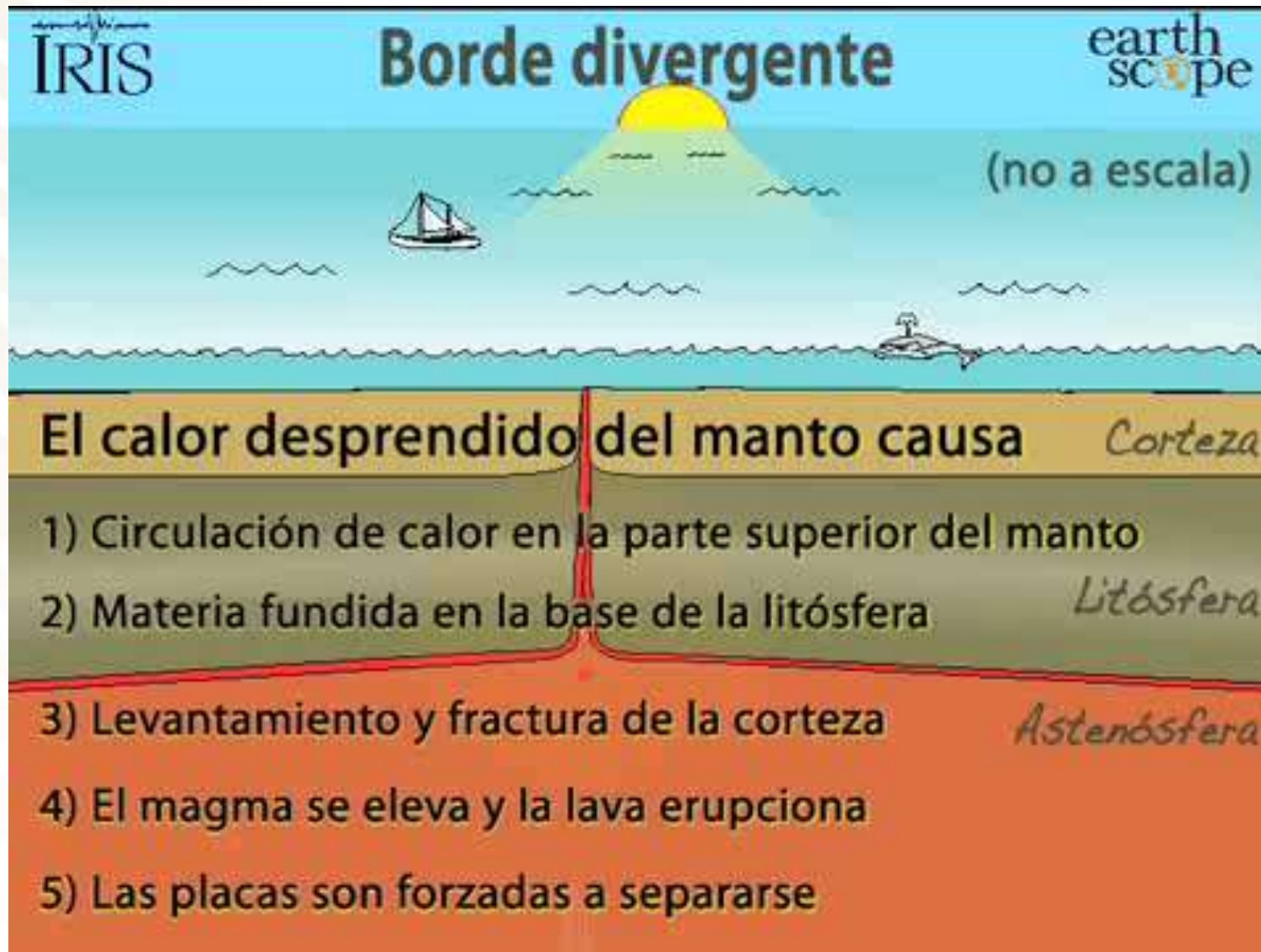


Los movimientos **relativos** entre estas grandes masas de roca ocasionan la gran actividad sísmica en nuestro país.





## Límite Divergente (dorsales oceánicas)



## Límite transformante (golfo de California)

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



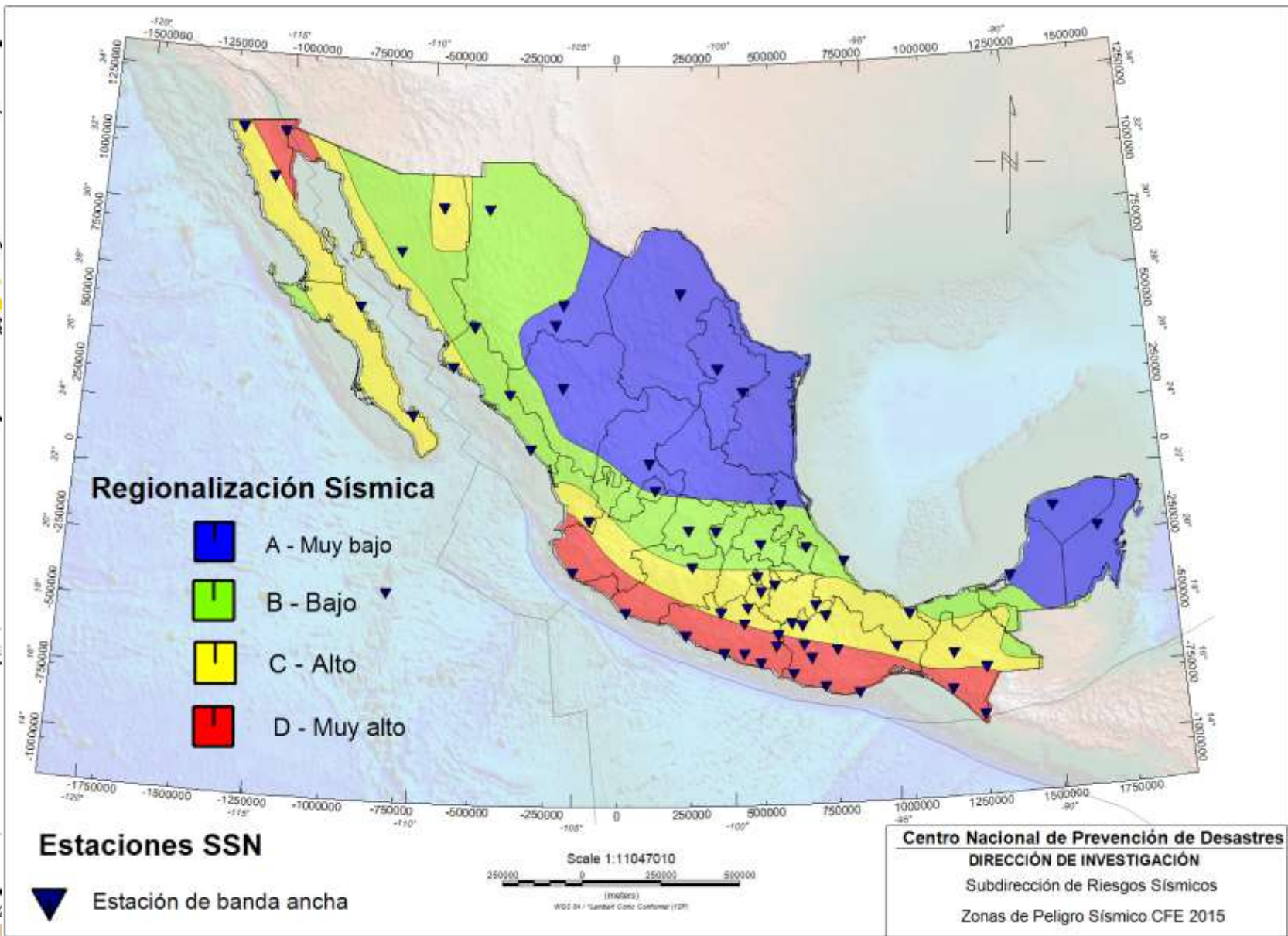
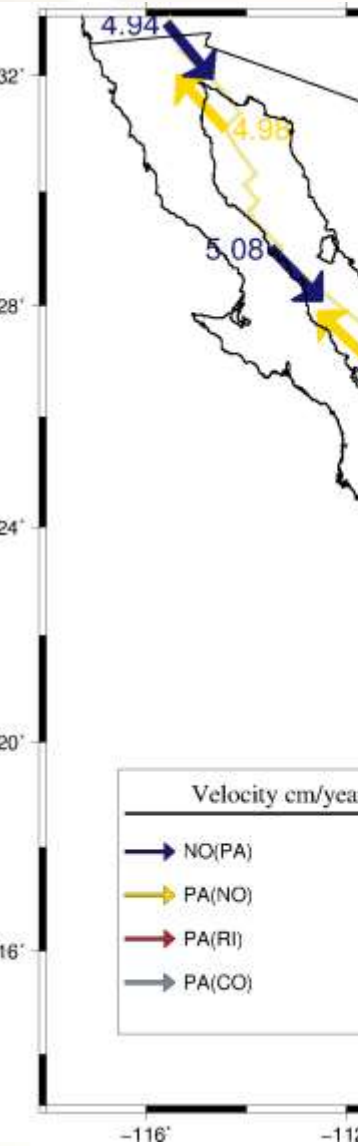
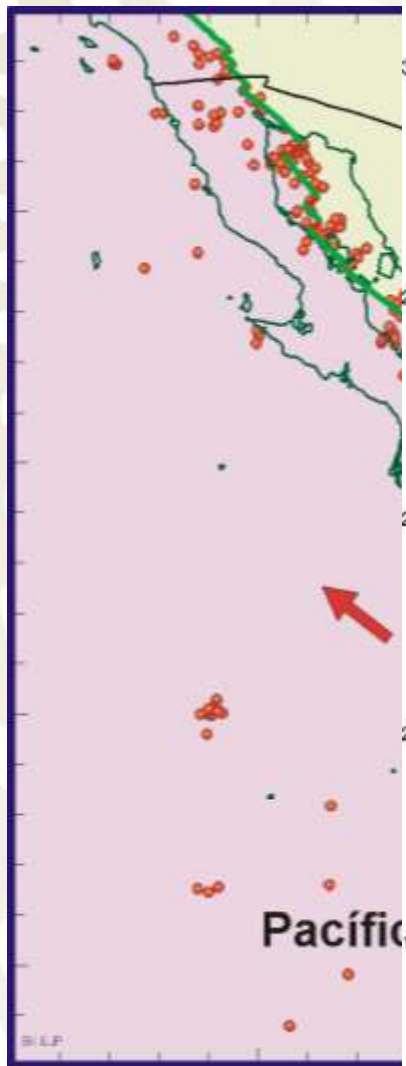


## Límite convergente (zona de subducción)





# Placas tectónicas en México



# Grandes sismos en México



GOBIERNO DE  
**MÉXICO**

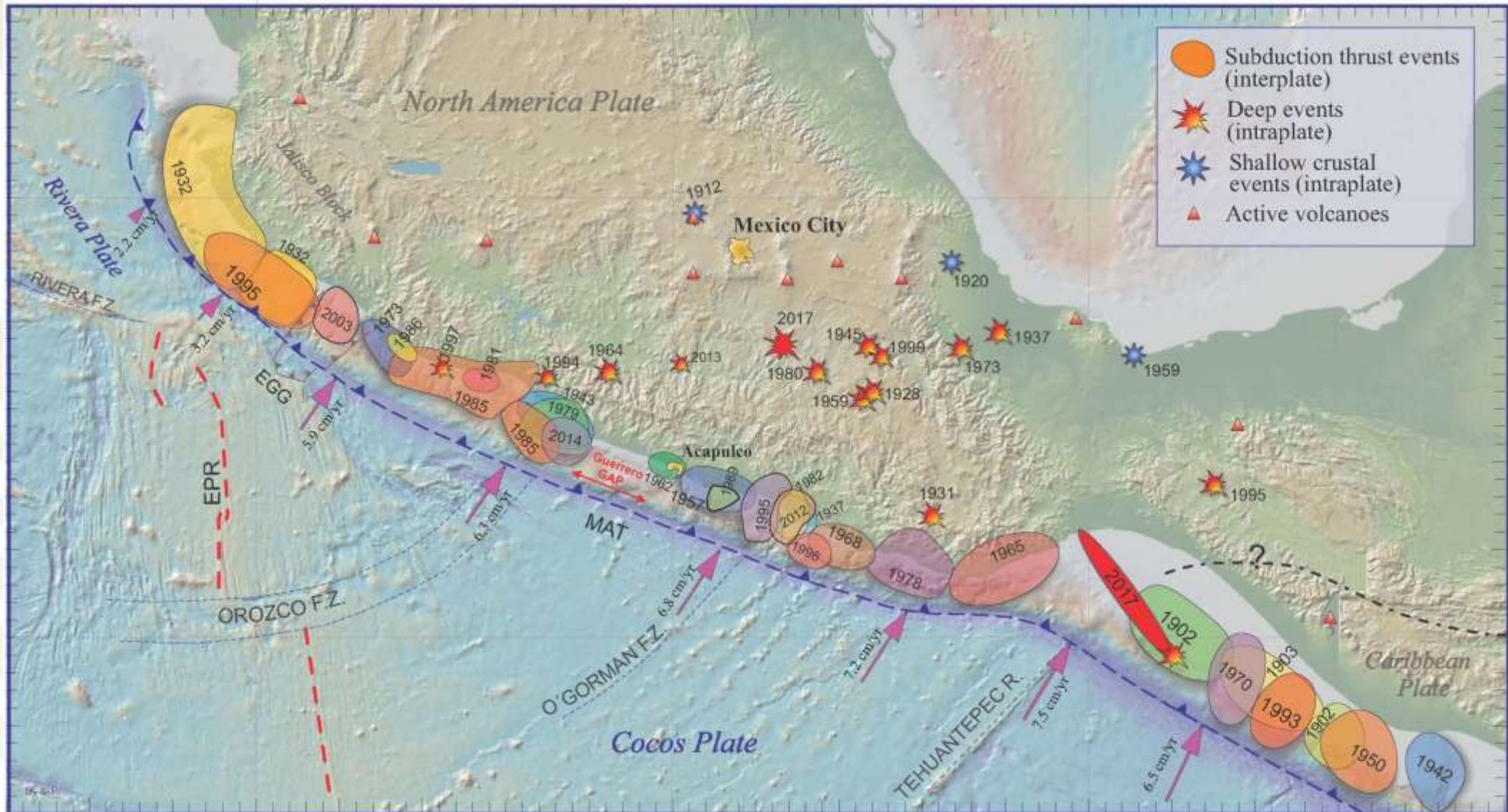
SEGURIDAD  
SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA

 **CNPC**  
COORDINACIÓN NACIONAL  
DE PROTECCIÓN CIVIL

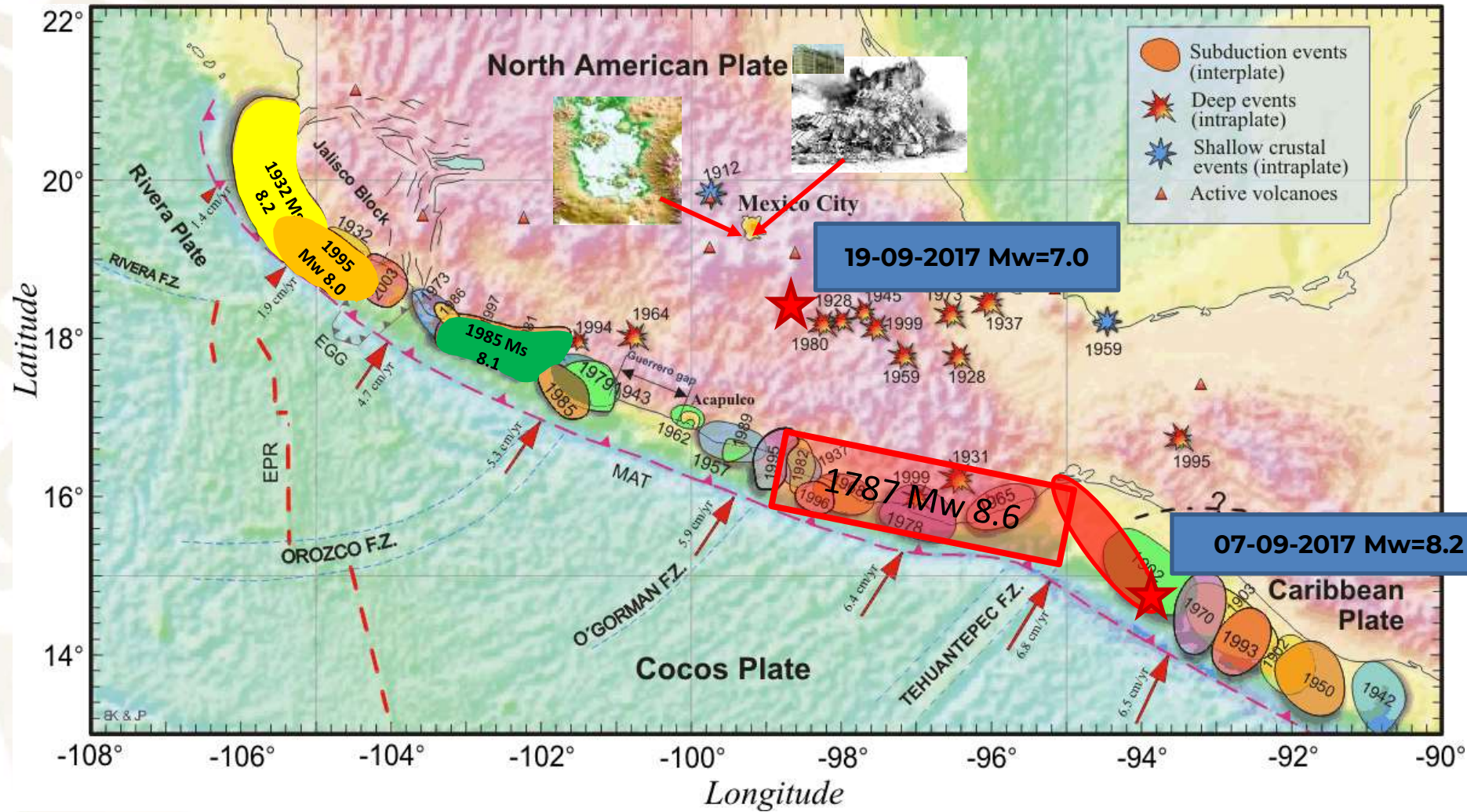
 **CENAPRED**  
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN  
DE DESASTRES

- En los últimos **250 años** se han documentado al menos **cinco grandes sismos** en México, con magnitudes mayores a **8.0** y menores que **8.6**.
- 1787, Costas de Oaxaca (**8.4 a 8.6**)
- 1932, Costas de Colima y Jalisco (**8.2**)
- 1985, Costas de Michoacán (**8.1**)
- 1995, Costas de Colima (**8.0**)
- 2017, Golfo de Tehuantepec (**8.2**)

# Grandes sismos en México



# Grandes sismos en México





# Grandes sismos en México



GOBIERNO DE  
**MÉXICO**

SEGURIDAD  
SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC  
COORDINACIÓN NACIONAL  
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED  
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN  
DE DESASTRES

- En los últimos **250 años** se han documentado al menos **cinco grandes sismos** en México, con magnitudes mayores a **8.0** y menores que **8.6**.
- En el futuro, el país se enfrentará a una situación similar.
- **1787**, Costas de Oaxaca (**8.4 a 8.7**)
- **1932**, Costas de Colima y Jalisco (**8.2**)
- **1985**, Costas de Michoacán (**8.1**)
- **1995**, Costas de Colima (**8.1**)
- **2017**, Golfo de Tehuantepec (**8.2**)

- Cada **10 años** se espera un sismo con magnitud mayor a **7.5**.
- Cada **sexenio** se espera al menos un sismo de magnitud mayor o igual a **6.5**
- **Anualmente** se detectan alrededor de **150 sismos** con magnitudes mayores o iguales a **4.5**.
- En los últimos años se detectan en promedio **60 sismos diarios**.

# Grandes sismos en México



GOBIERNO DE  
**MÉXICO**

SEGURIDAD  
SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC  
COORDINACIÓN NACIONAL  
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED  
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN  
DE DESASTRES

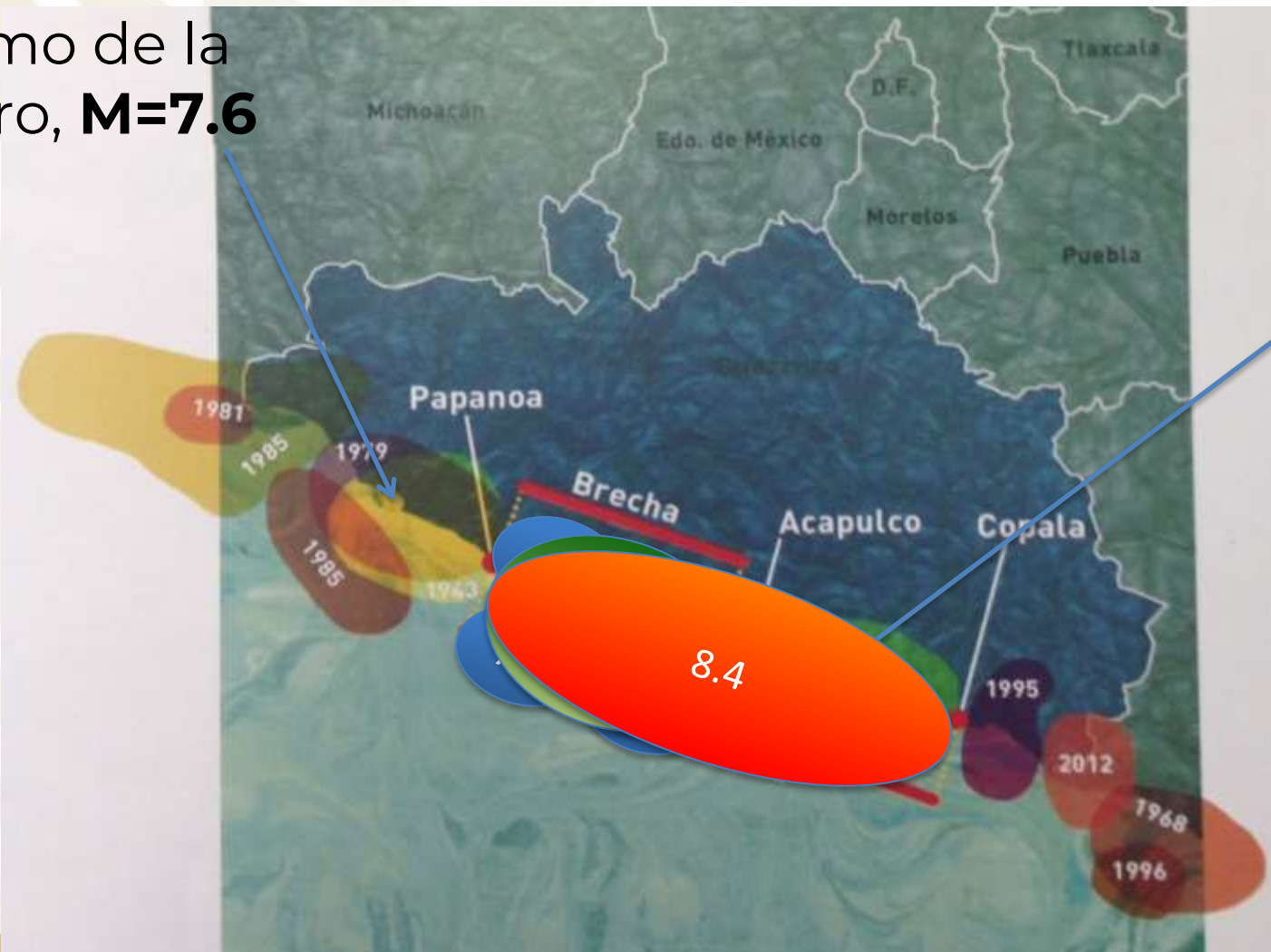
- Los sismos de **septiembre de 1985** son los que más **pérdidas humanas y económicas** han generado; en tanto, los que mayores **damnificados y viviendas afectadas** provocaron son los de **septiembre de 2017**.
- En la región entre **Zihuatanejo y Acapulco** se encuentra el área conocida como la **Brecha Sísmica de Guerrero**, donde hace más de **100 años** que no sucede un sismo mayor de **7.5** , y si bien no se sabe cuándo pueda ocurrir, sólo por su extensión de área existe la posibilidad de uno de magnitud **8.2**



## La Brecha Sísmica de Guerrero

Último sismo: 16 de diciembre de 1911, ¡hace más de 100 años!

Sismo de la  
Ibero, **M=7.6**



Sismo del Ángel, **M=7.8**

1er escenario:  
**cuatro** sismos de **7.5 -7.7**

2do escenario:  
**un** sismo de **8.2**

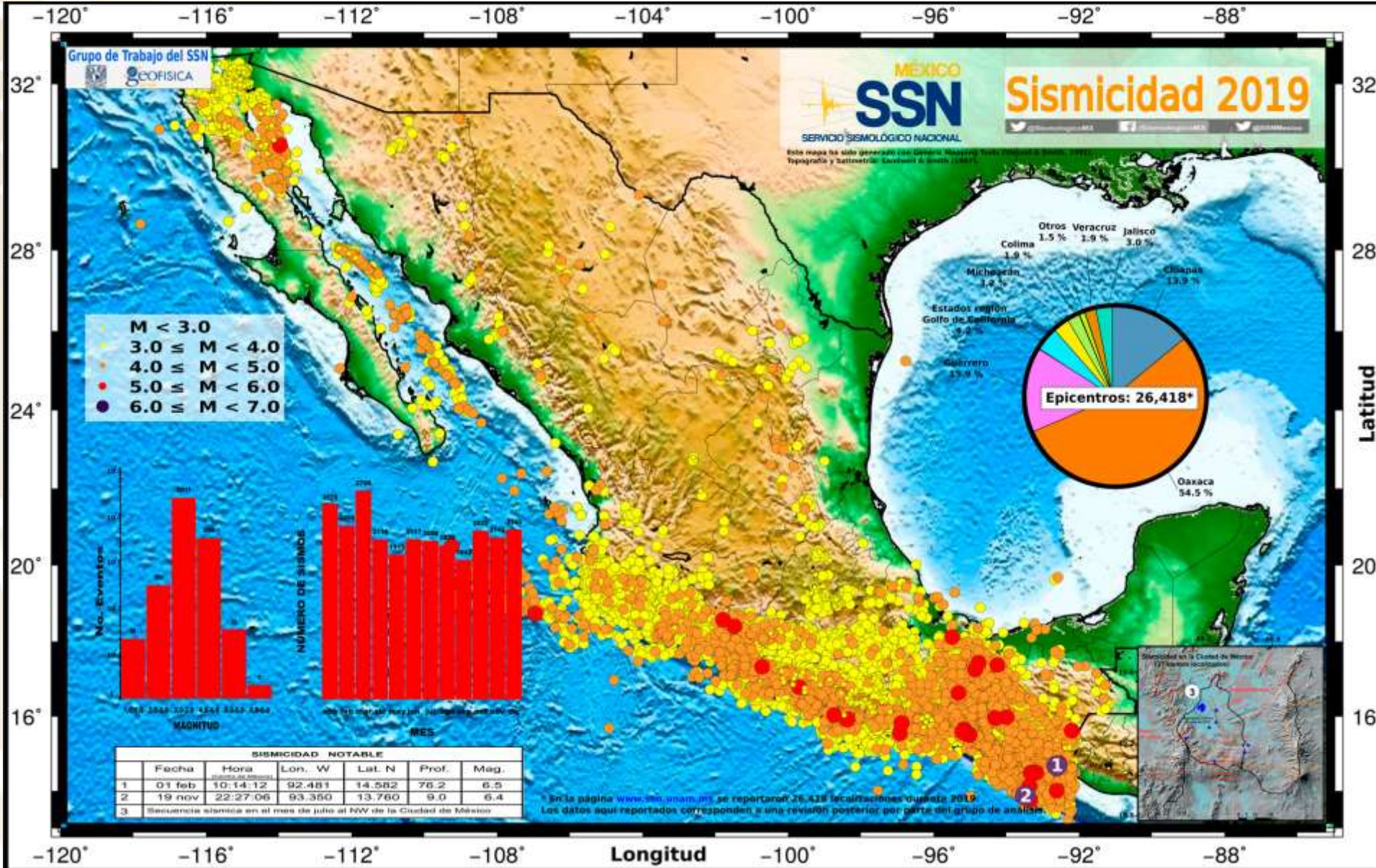
3er escenario:  
**un** sismo **> 8.2**

# Sismicidad en México



GOBIERNO DE  
**MÉXICO**

SEGURIDAD  
SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



**2020: 20,707**

**2019: 26,418**

**2018: 30,350**

**2017: 26,413**

**2016: 15,460**

**2015: 10,946**

**2014: 7,608**

**2013: 5,361**

**2012: 5,244**

**2011: 4,272**

**2010: 3,462**

# Sismicidad en México



GOBIERNO DE  
MÉXICO

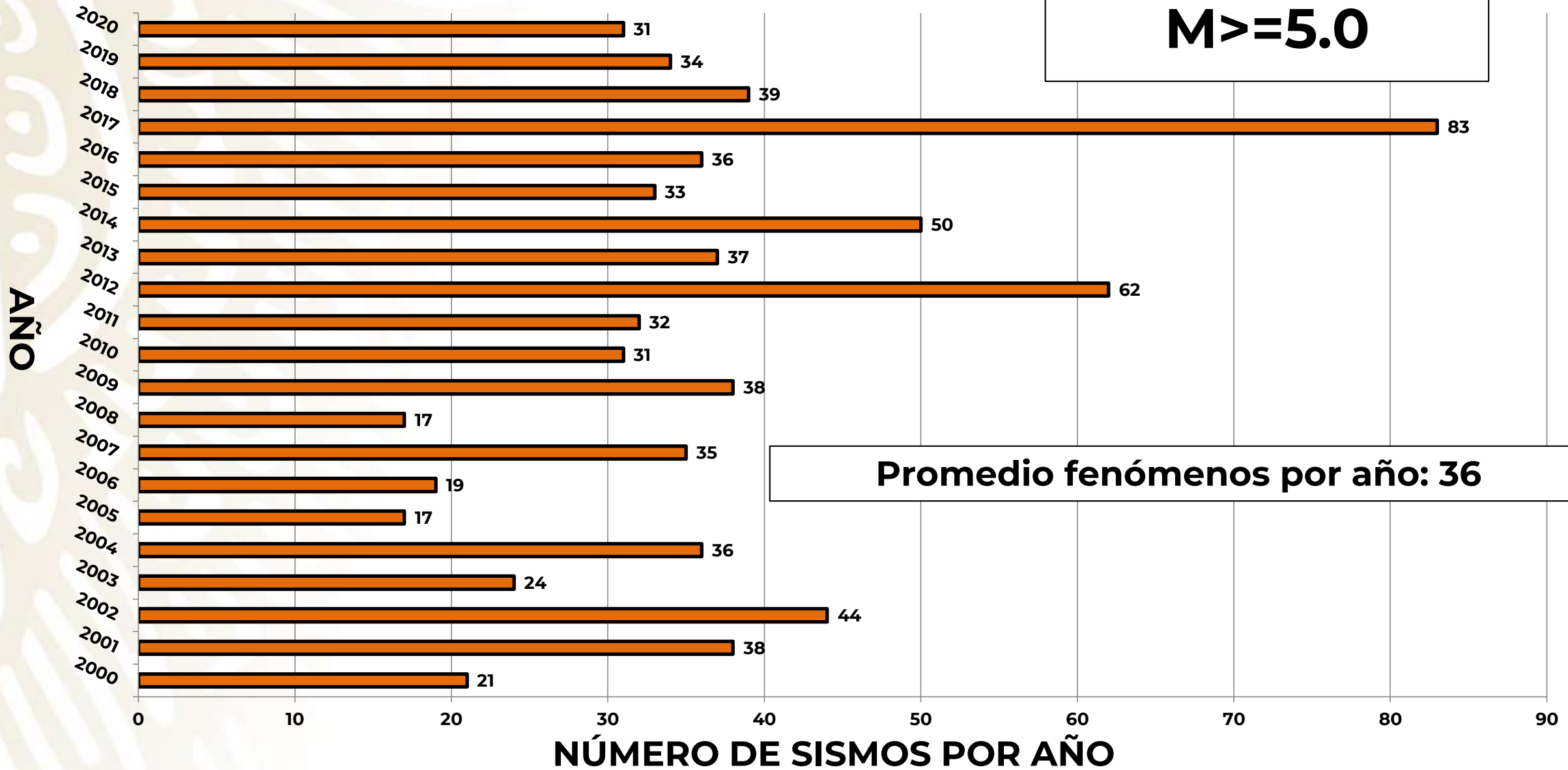
SEGURIDAD  
SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC  
COORDINACIÓN NACIONAL  
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED  
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN  
DE DESASTRES

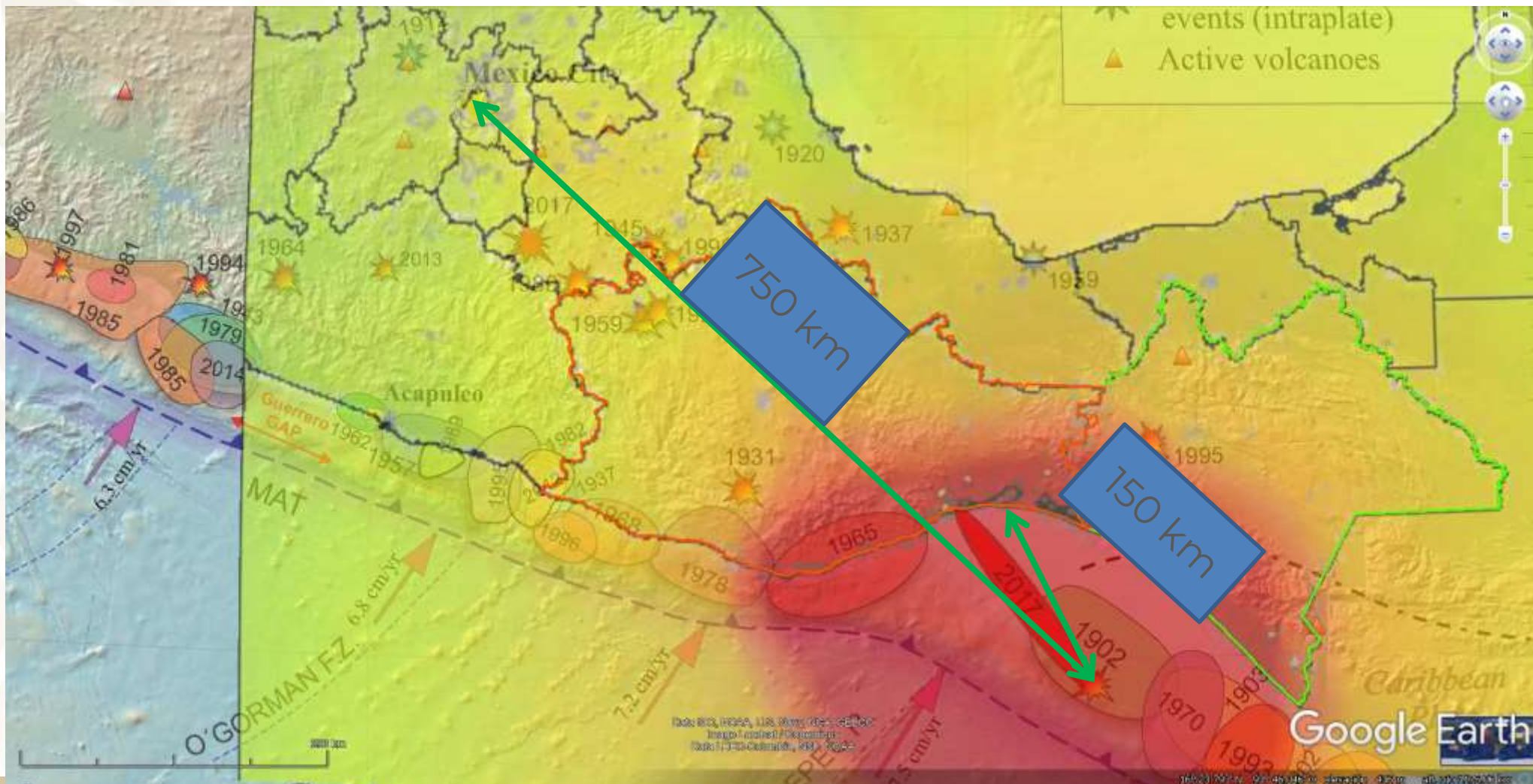




## Sismos de septiembre de 2017

El 07 de septiembre de 2017 ocurrió un sismo de magnitud **Mw=8.2**

Causo daños severos en las costas de Oaxaca y Chiapas

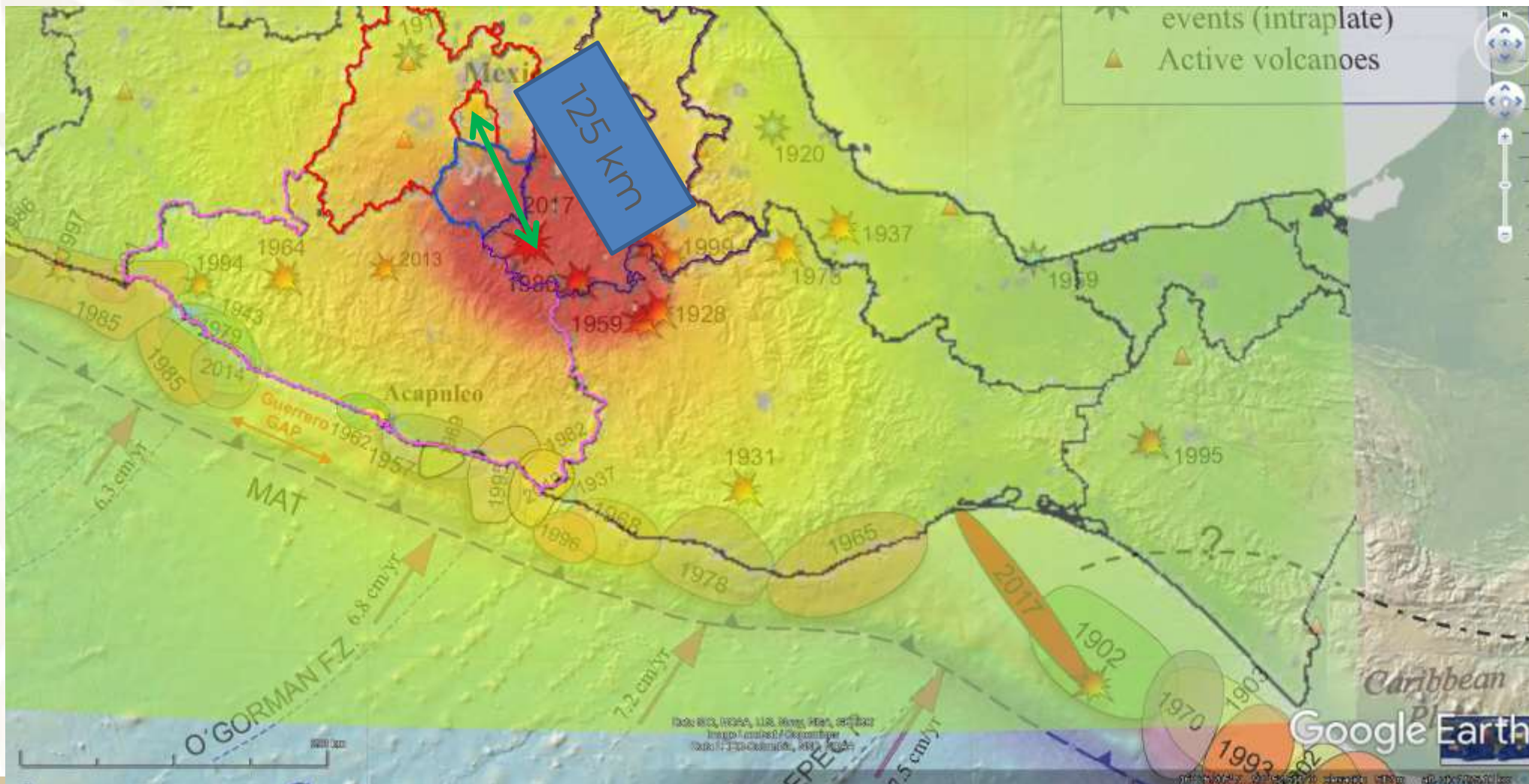




## Sismos de septiembre de 2017

El 19 de septiembre de 2017 ocurrió un sismo de magnitud **Mw=7.0**

Fue sentido fuertemente en Puebla, Morelos, Guerrero, Oaxaca, EDOMEX y CMDX







## Sismos de septiembre de 1985 y 2017

Fecha	Mw	Estados afectados	Decesos	Damnificados	Viviendas afectadas	Escuelas dañadas	Hospitales y unidades de salud	Daños Millones (MX)	Daños Millones (US)
19/09/85	8.0	CDMX, Col., Gro., Méx., Mor. y Mich.	6,000	150,000	90,000	SD	50	258,242.67	9,400.49
07/09/17	8.2	Oax., Chis., Ver. y Tab.	99	449,628	112,407	6,149	51	19,257.00	1,058.50
19/09/17	7.0	CDMX, Mor., Pue., Gro., Méx. y Tlax.	369	281,560	182,797	4,321	214	61,880.40	3,264.40

**Nota: Las monedas se encuentran en valores constantes del 2017 (OCDE, IPC)**

# Los sismos y la mitología



GOBIERNO DE  
MÉXICO

SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC

COORDINACIÓN NACIONAL  
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED

CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN  
DE DESASTRES



NAMAZU-E

Sismo de Ansei Edo 1855 M~7

Japón



Rūaumoko

El dios de los sismos y volcanes

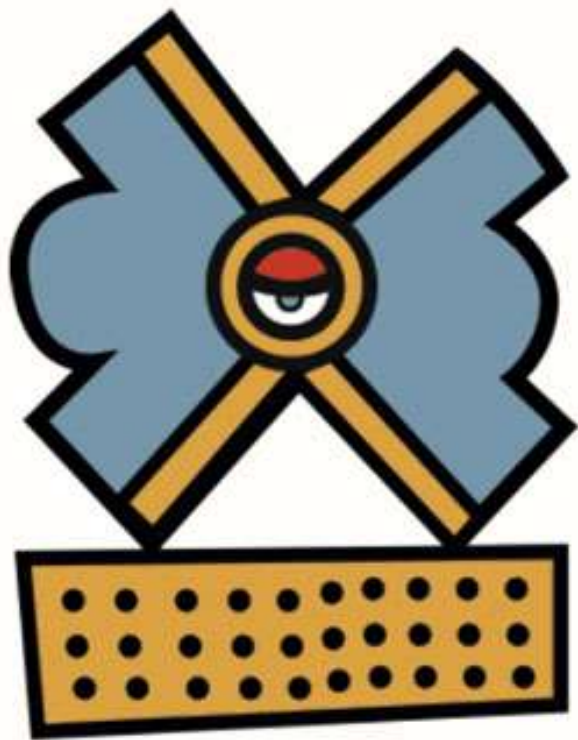
Nueva Zelanda (Tradición Māori)

# Los sismos y la mitología



GOBIERNO DE  
**MÉXICO**

SEGURIDAD  
SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



Tlalollin  
Ollin (movimiento)  
Talli (Tierra). Azteca



Kab Rakan  
El dios que mueve a la Tierra con  
sus danzas. Maya

# Los sismos y la mitología



GOBIERNO DE  
**MÉXICO**

SEGURIDAD  
SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



**FALSO!**

VA A TEMBLAR SI:

LADRAN LOS PERROS

LO PREDICE UN CHAMÁN

LO SUEÑA MI ABUELITA

## REALIDAD

Hasta el día de hoy NO existe una herramienta con bases científicas que permita saber cuándo exactamente va a ocurrir un sismo.

México se encuentra en una zona de alta sismicidad. Por esta razón se producen temblores continuamente. ¡El SSN registra un promedio de 4 Temblores por día!

Tembló ayer, tiembla hoy y temblará mañana.

Lo mejor es estar informados y no dejarnos engañar por charlatanes. ¿Cuándo ocurrirá el próximo gran sismo? ¡Hagan sus apuestas!



# Los sismos y la mitología



GOBIERNO DE  
**MÉXICO**

SEGURIDAD

SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC  
COORDINACIÓN NACIONAL  
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED  
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN  
DE DESASTRES



UN SISMO ES TREPIDATORIO  
U OSCILATORIO

## REALIDAD

Al generarse un temblor las ondas sísmicas se propagan en todas direcciones provocando el movimiento del suelo tanto en forma horizontal como vertical. Es decir, un sismo contiene **AMBOS** tipos de movimiento en **TODO** momento.

En los lugares cercanos al epicentro, la componente vertical del movimiento es mayor que las horizontales (se percibe el movimiento trepidatorio).

Por otro lado, al ir viajando las ondas sísmicas, las componentes se atenúan y al llegar a un suelo blando, como el de la ciudad de México, las componentes horizontales se amplifican (se percibe el movimiento oscilatorio).

# Los sismos y la mitología



GOBIERNO DE  
**MÉXICO**

SEGURIDAD  
SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



CNPC  
COORDINACIÓN NACIONAL  
DE PROTECCIÓN CIVIL



CENAPRED  
CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN  
DE DESASTRES

**FALSO!**

TIEMBLA CUANDO HACE FRÍO  
TIEMBLA CUANDO HACE CALOR  
TIEMBLA CUANDO LLUEVE  
TIEMBLA CUANDO NO LLUEVE  
TIEMBLA CUANDO HAY LUNA LLENA  
TIEMBLA CUANDO EL CIELO SE VE ROJO  
TIEMBLA SÓLO EN SEPTIEMBRE  
TIEMBLA SÓLO EN LA MADRUGADA

## REALIDAD

Un sismo es una liberación **REPENTINA** de energía la cual ocurre por el rompimiento de las rocas en el interior de la Tierra.

La acumulación de esta energía se debe a los esfuerzos que tienen lugar en los límites de las placas tectónicas. Por lo tanto, la ocurrencia de sismos es ajena a factores de tipo meteorológico.

# Los sismos y la mitología



GOBIERNO DE  
**MÉXICO**

SEGURIDAD  
SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



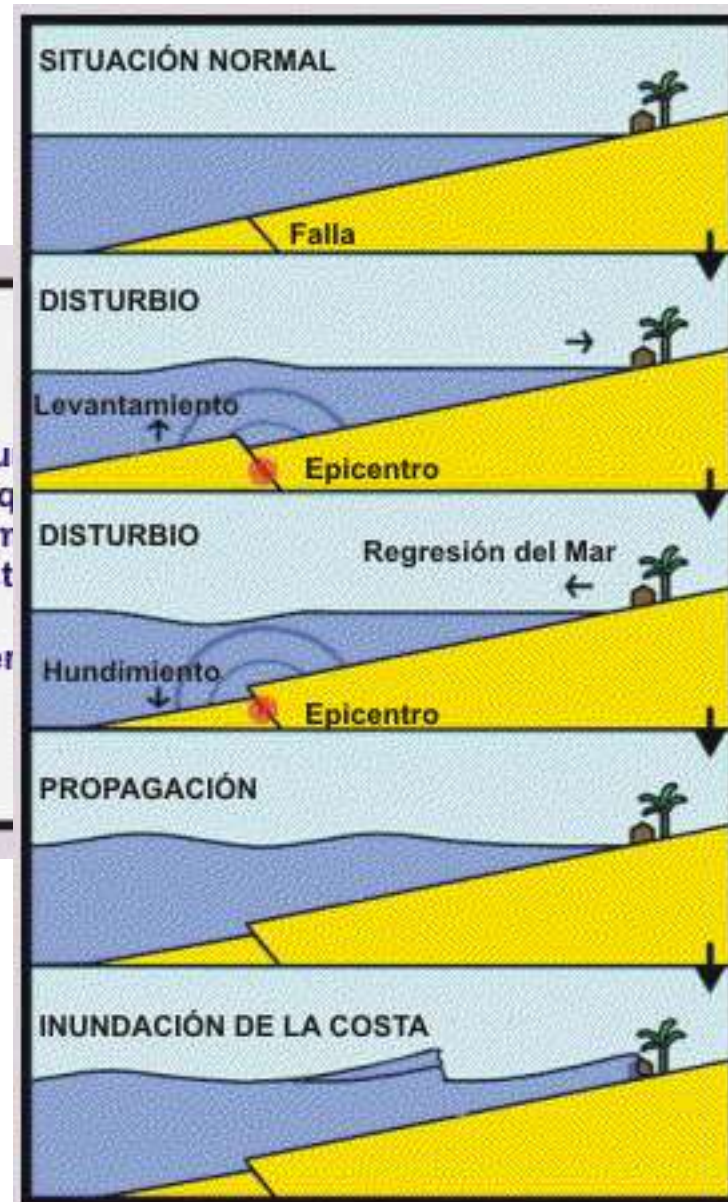
**FALSO!**

TODOS LOS SISMOS GENERAN  
TSUNAMIS

## REALIDAD

Un tsunami son olas de varios metros de altura producidas por un cuyo hipocentro tiene lugar bajo el océano. Estos sismos hacen que el marino se desplace en forma vertical, lo que genera un desplazamiento violento del volumen de agua que se encuentra por encima de éste.

Los temblores de baja magnitud y los que producen desplazamientos horizontales del fondo marino no generan tsunamis.



Generación de un Tsunami

# Los sismos y la mitología



**FALSO!**

LA OCURRENCIA DE MUCHOS  
TEMBLORES PEQUEÑOS AYUDA A QUE  
NO OCURRAN TEMBLORES GRANDES

## REALIDAD

La energía liberada en los eventos de magnitudes pequeñas es despreciable si se le compara con la energía liberada por los grandes terremotos.

Después de ocurrir un fuerte terremoto se recarga de energía de deformación nuevamente, pudiendo acumularse energía liberada con la ocurrencia de nuevos eventos.

Magnitud del Temblor	Energía que libera (ergios)
1.0	$2.0 \times 10^{11}$
2.0	$6.3 \times 10^{14}$
3.0	$2.0 \times 10^{16}$
4.0	$6.3 \times 10^{17}$
5.0	$2.0 \times 10^{19}$
6.0	$6.3 \times 10^{20}$
7.0	$2.0 \times 10^{22}$
8.0	$6.3 \times 10^{24}$
9.0	$2.0 \times 10^{26}$

La energía cambia por un factor de 32

La energía cambia por un factor de 1000!

La energía sísmica liberada durante un sismo de **magnitud 8.0** es equivalente a la energía de alrededor de **100,000,000** temblores de **magnitud 2.0**