GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

GEOLOGÍA: INTRODUCCIÓN

Autores: Lic. Héctor R. Fraga
Lic. Mariela Antola
Mgter. Ing. Marcelo Polare

2020
6ª Edición

Departamento de Ciencias Geológicas “Prof. Dra. Pierina Pasotti”
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura – UNR

Fuente principal de imágenes

-TARBUCK, E.J. y LUTGENS F.K.(2013). "*Ciencias de la Tierra: Una introducción a la geología física"*. 10ª ed., Madrid, Pearson Educación, Prentice Hall.

- Terremotos. Arquitecta Adriana Guisasola. Recuperado de https://es.slideshare.net/eugeniamartin/terremoto-en-power

GEOLOGÍA

del griego significa: **gè:** tierra y **logos:** tratado

La Geología es la ciencia que estudia la estructura de la Tierra y las rocas de las que están constituidas, los procesos que las formaron durante el tiempo geológico y el modelado de la superficie terrestre en el pasado y en el presente. El objetivo de la Geología es el estudio de la historia de la Tierra como un cuerpo dinámico.

RAMAS DE LA GEOLOGÍA

- Mineralogía
- Petrología
- Sedimentología
- Geomorfología
- Geología Estructural
- Hidrogeología
- Geología Histórica
- Geología de Yacimientos:
  - Metalíferos
  - No Metalíferos
  - Rocas de Aplicación
- Geología de los Combustibles:
  - Carbón
  - Petróleo y Gas

CIENCIAS AFINES

- Paleontología

- Geoquímica

- Geofísica

- Geotecnia

METODOLOGÍA

PROCESOS GEOLÓGICOS

Los procesos geológicos son un conjunto de fenómenos naturales que llevan a la formación de minerales y rocas. Además causan la transformación del relieve de la superficie terrestre y de la estructura interna de la corteza.

Los procesos geológicos del presente, ocurrieron en el pasado y ocurrirán en el futuro, solamente variará su intensidad y duración

El pasado es interpretado a la luz del presente.

En Geología nunca observamos los acontecimientos antiguos en sí mismos sino sólo su efecto sobre los materiales naturales de la Tierra (Rocas).

Las leyes físicas, químicas y biológicas que gobiernan los procesos geológicos se mantienen invariables a lo largo del tiempo

MINERAL

Es un elemento o compuesto sólido, natural, de origen inorgánico que presenta una estructura cristalina, con propiedades físicas bien establecidas y una composición química bien definida.

ROCA

Es un mineral o una asociación de minerales con un origen común y que presentan características distintivas.

ORIGEN DE LA TIERRA

Origen Frío (Urey, 1960)

Una nube de polvo cósmico es atrapada por el campo gravitatorio del sol y se produce la acreción o aglutinamiento de la materia a partir de núcleos que van tomando mayor tamaño hasta formar los planetas.

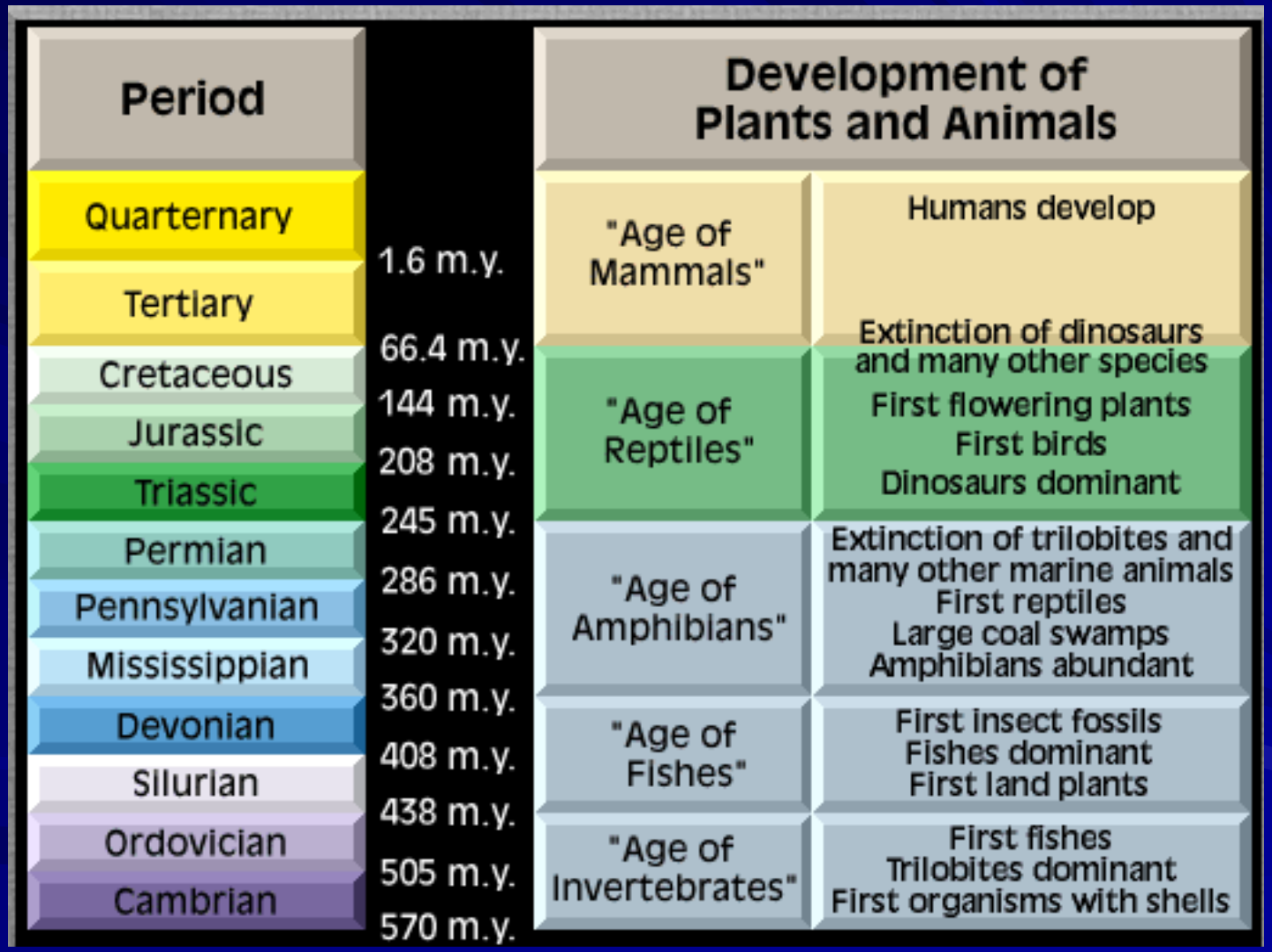
4,600,000,000 years

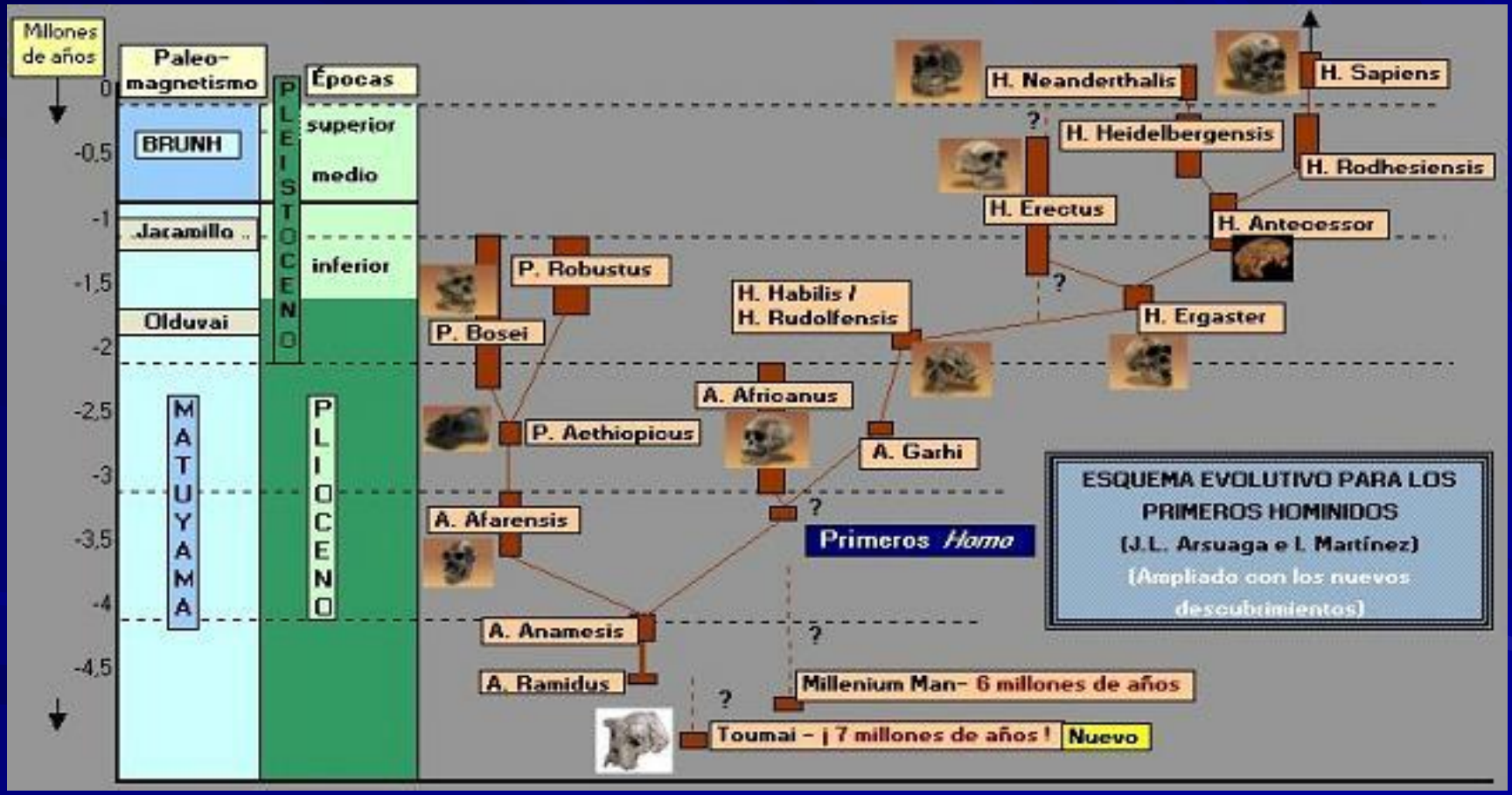
TIEMPO GEOLÓGICO

TABLA RESUMIDA DEL TIEMPO GEOLÓGICO

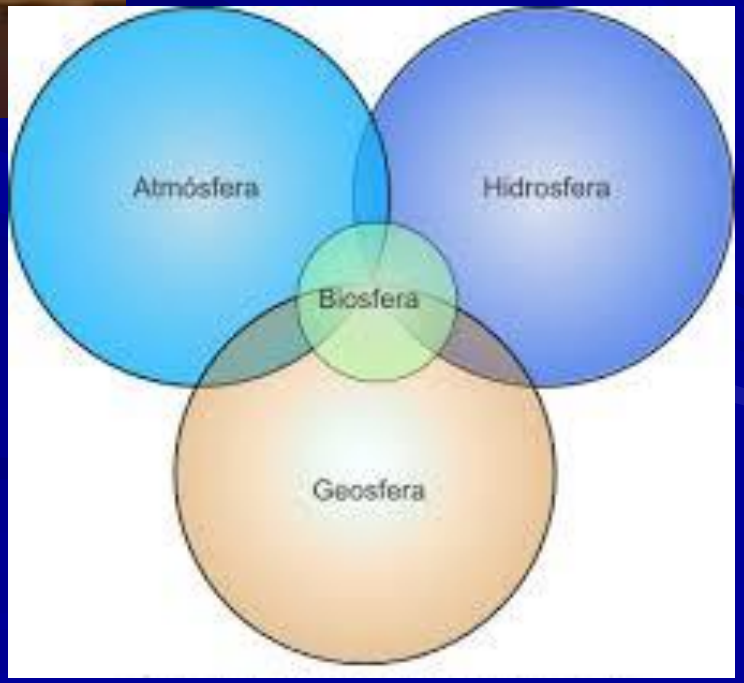
EÓN	ERA	PERÍODO		ÉPOCA	EDAD GEOLÓGICA (COMIENZOS EN M.A.)
FANEROZOICO	CENOZOICO	CUATERNARIO		HOLOCENO	0,01
				PLEISTOCENO	1,65
		TERCIARIO	NEÓGENO	PLIOCENO	5,3
				MIOCENO	23,5
				OLIGOCENO	34
			PALEÓGENO	EOCENO	53
				PALEOCENO	65
	MESOZOICO	CRETÁCICO			135
		JURÁSICO			205
		TRIÁSICO			245
	PALEOZOICO	PÉRMICO			295
		CARBONÍFERO			360
		DEVÓNICO			410
		SILÚRICO			435
		ORDOVÍCICO			500
		CÁMBRICO			540
PROTEROZOICO	NEO-PROTEROZOICO				1000
	MESO-PROTEROZOICO				1600
	PÁLEO-PROTEROZOICO				2500
ARQUEOZOICO					4600

MA = Millones de años


Period
Development of Plants and Animals
Quarternary
Tertiary
Cretaceous
Jurassic
Triassic
Permian
Pennsylvanian
Mississippian
Devonian
Silurian
Ordovician
Cambrian
1.6 m.y.
66.4 m.y.
144 m.y.
208 m.y.
245 m.y.
286 m.y.
320 m.y.
360 m.y.
408 m.y.
438 m.y.
505 m.y.
570 m.y.
"Age of Mammals"
Humans develop
Extinction of dinosaurs and many other species
"Age of Reptiles"
First flowering plants
First birds
Dinosaurs dominant
"Age of Amphibians"
Extinction of trilobites and many other marine animals
First reptiles
Large coal swamps
Amphibians abundant
"Age of Fishes"
First insect fossils
Fishes dominant
First land plants
"Age of Invertebrates"
First fishes
Trilobites dominant
First organisms with shells


Millones de años
Paleo-magnetismo
Épocas
PLEISTOCENO
superior
medio
inferior
BRUNH
Jaramillo
Olduvai
MATUYAMA
PLIOCENO
0
-0.5
-1
-1,5
-2
-2,5
-3
-3,5
-4
-4,5
H. Neanderthalis
H. Sapiens
H. Heidelbergensis
H. Rodhesiensis
H. Erectus
H. Antecessor
H. Ergaster
P. Robustus
P. Bosei
H. Habilis / H. Rudolfensis
A. Africanus
P. Aethiopicus
A. Garhi
A. Afarensis
Primeros Homo
A. Anamesis
A. Ramidus
Millenium Man- 6 millones de años
Toumai - ¡ 7 millones de años !
Nuevo
ESQUEMA EVOLUTIVO PARA LOS PRIMEROS HOMINIDOS
(J.L. Arsuaga e I. Martínez)
(Ampliado con los nuevos descubrimientos)

Biosfera
Atmósfera
Hidrosfera
Litosfera


Atmósfera
Hidrosfera
Biosfera
Geosfera

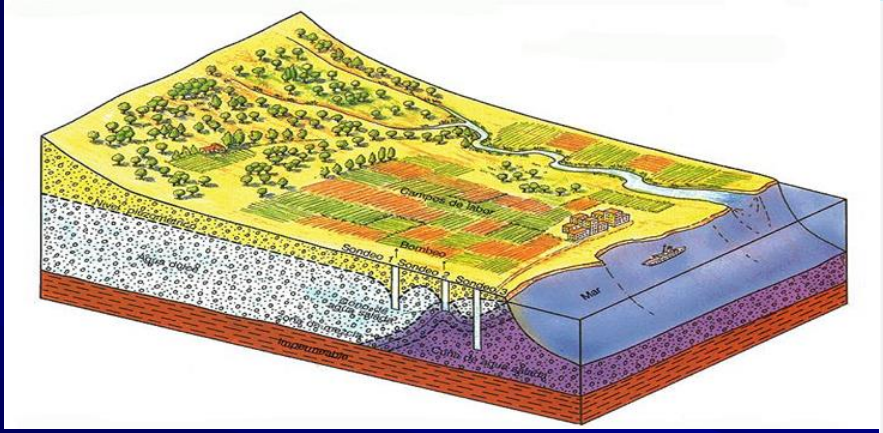
LITOSFERA

ROCAS ÍGNEAS

ROCAS SEDIMENTARIAS

ROCAS METAMÓRFICAS

HIDROSFERA



EL AGUA **EN EL MUNDO**

70%
de su superfiecie
está cubierta de agua

97.5%
es agua salada

2.5%
es agua dulce

DEL TOTAL DE **AGUA DULCE** EN EL MUNDO

70%
son glaciares, nieve
o hielo

casi el **30%**
son aguas subterráneas
de difícil acceso

menos del **1%**
es agua disponible para
consumo humano y los
ecosistemas

SU EXTRACCIÓN POR **USO** ES

69%
Sector Agropecuario

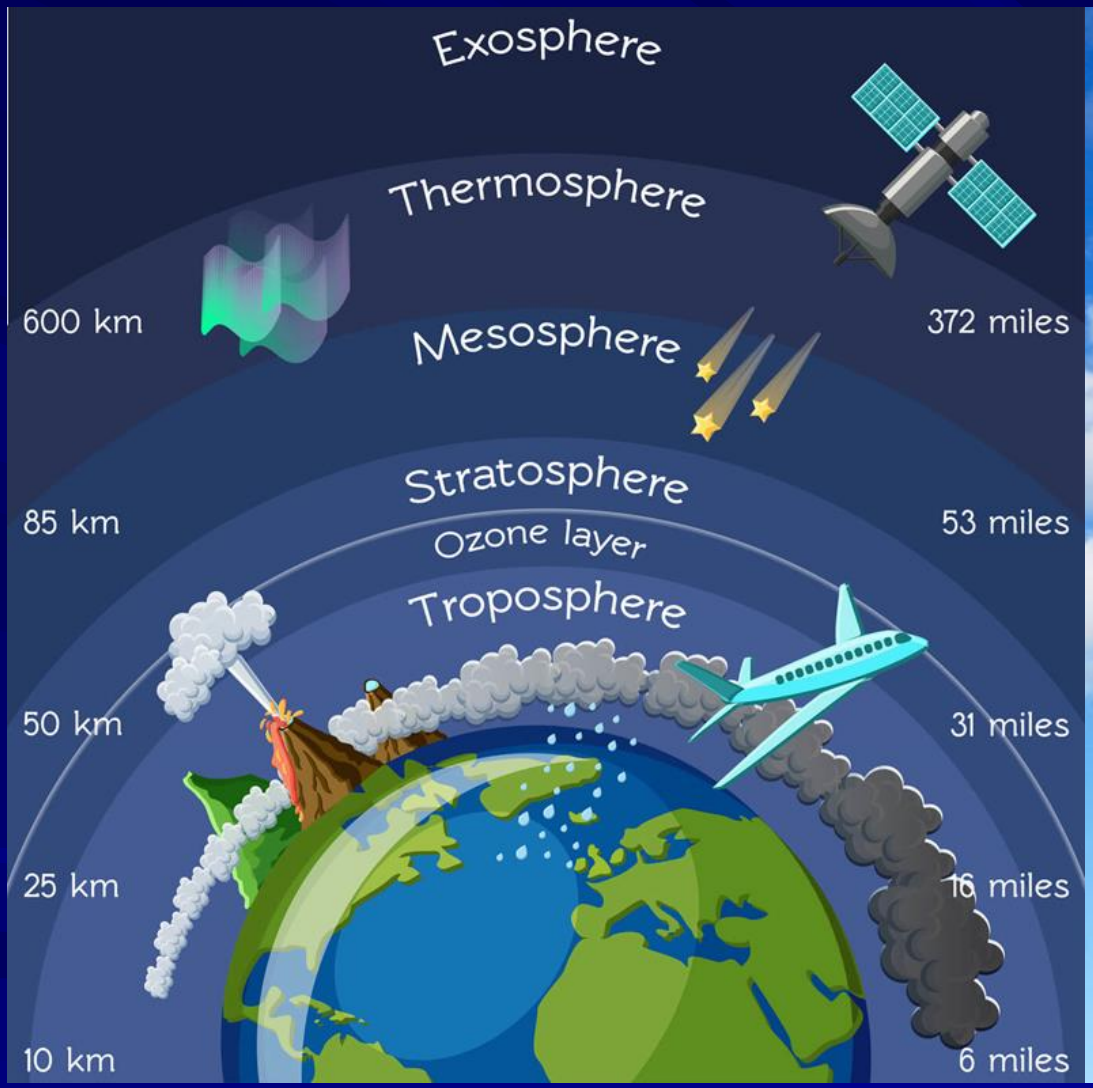
19%
Sector Industrial

12%
Sector Municipal

Centro Virtual de Información del Agua, 2017

AGUA .org.mx

ATMOSFERA



N_2 75%

O_2 23%

CO_2
0,045%

H_2O

GASES NOBLES:

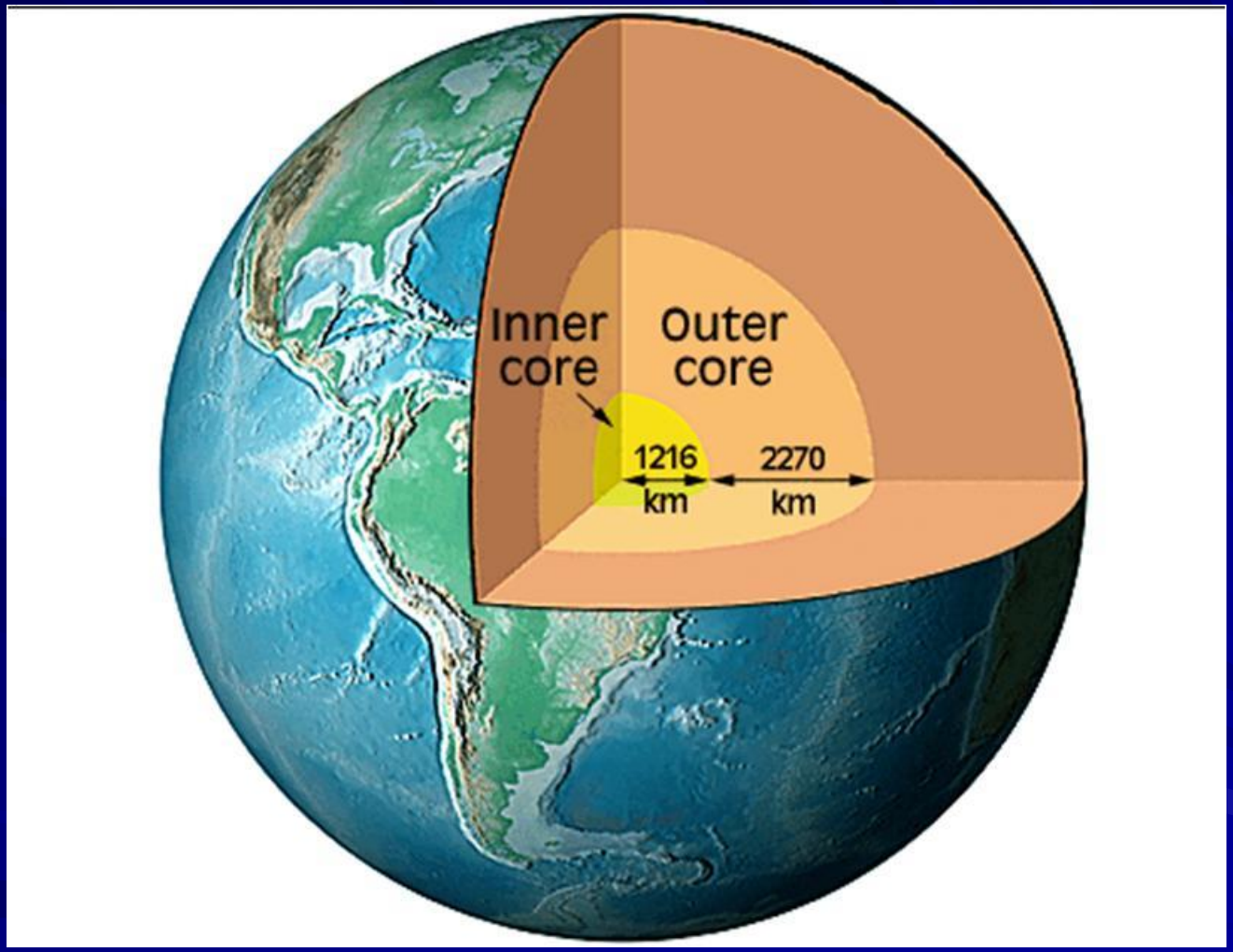
He
Ne
Xe
Ar
Kr

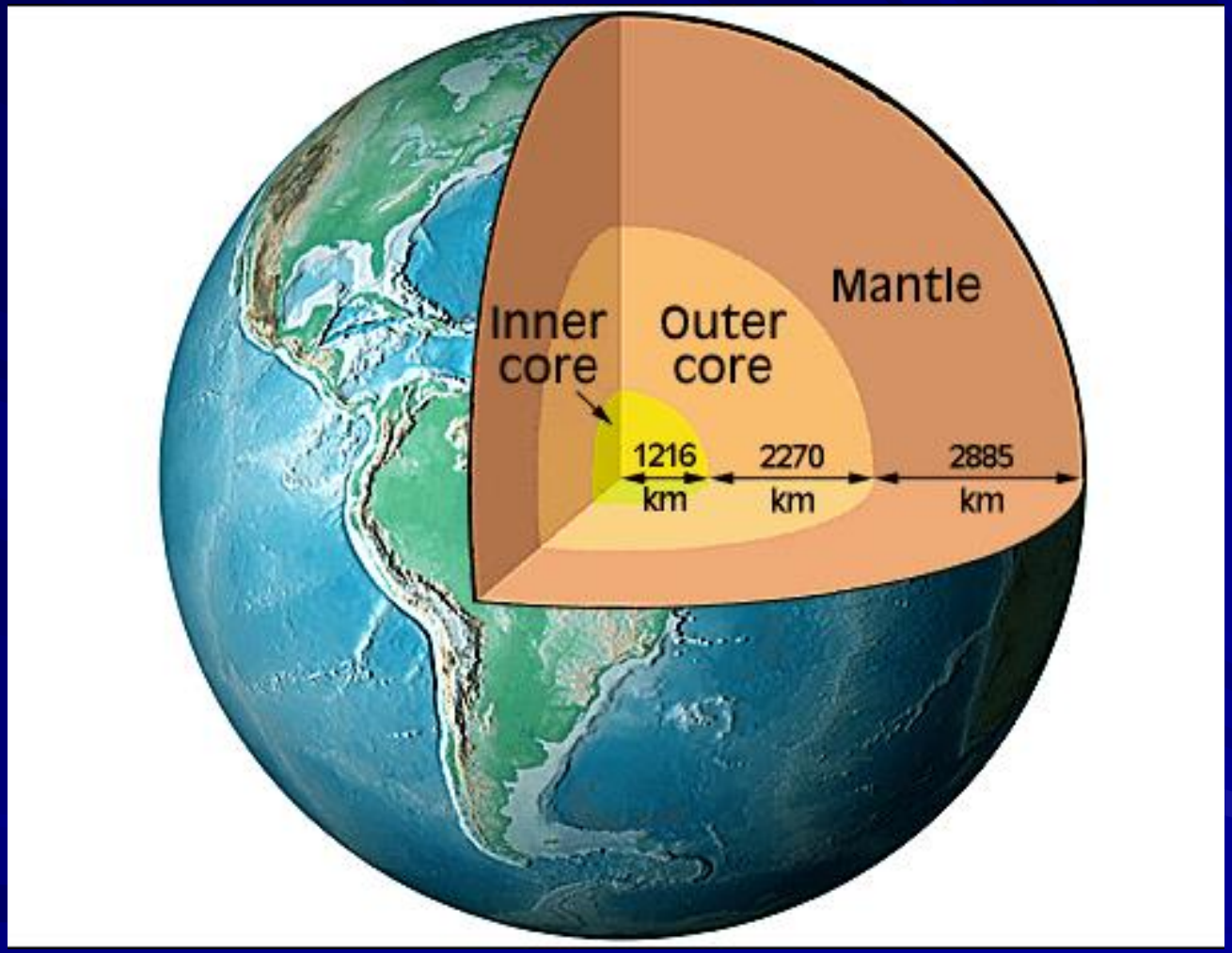
OZONO O_3

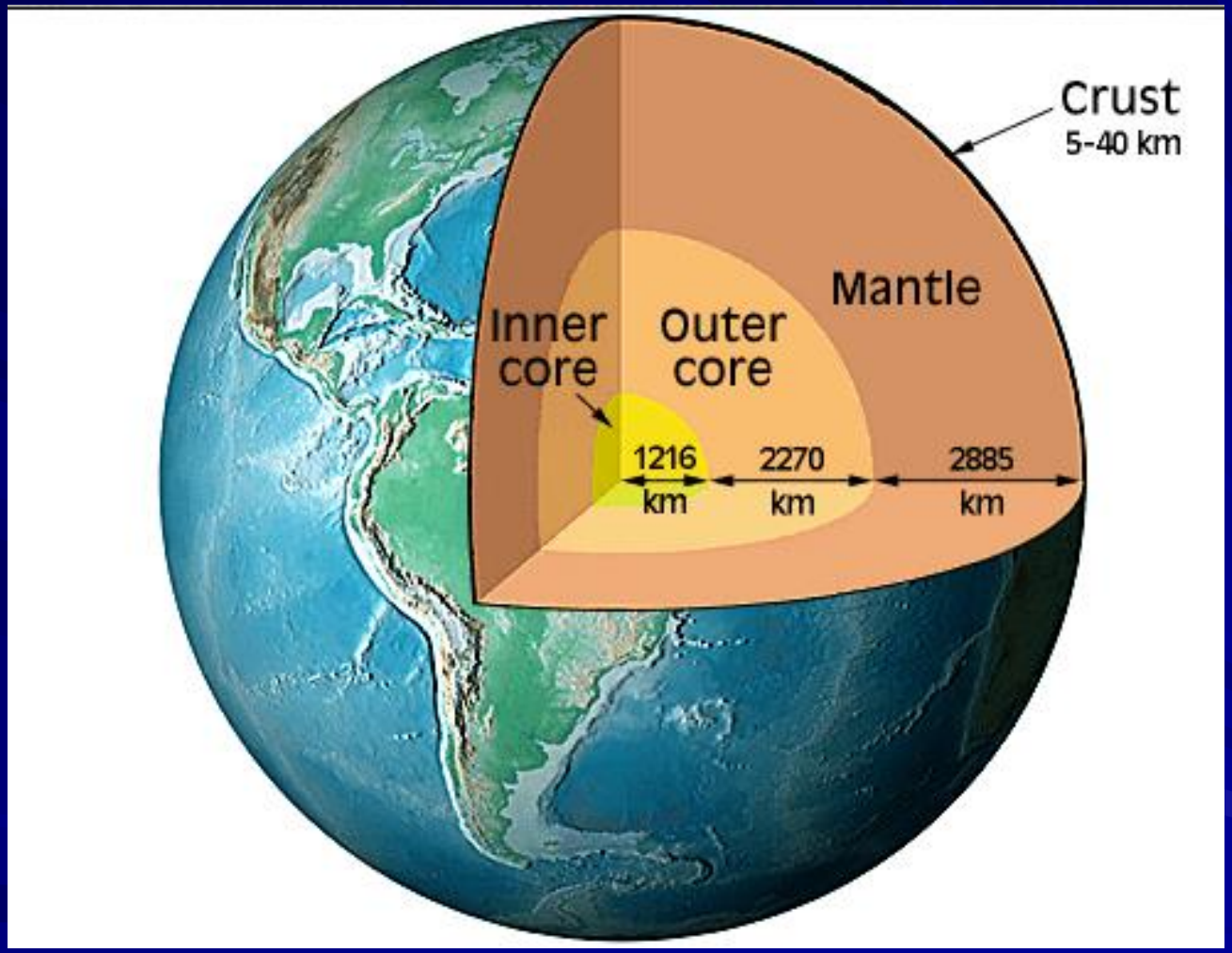
Tomado de https://www.definicionabc.com/ciencia/troposfera.php

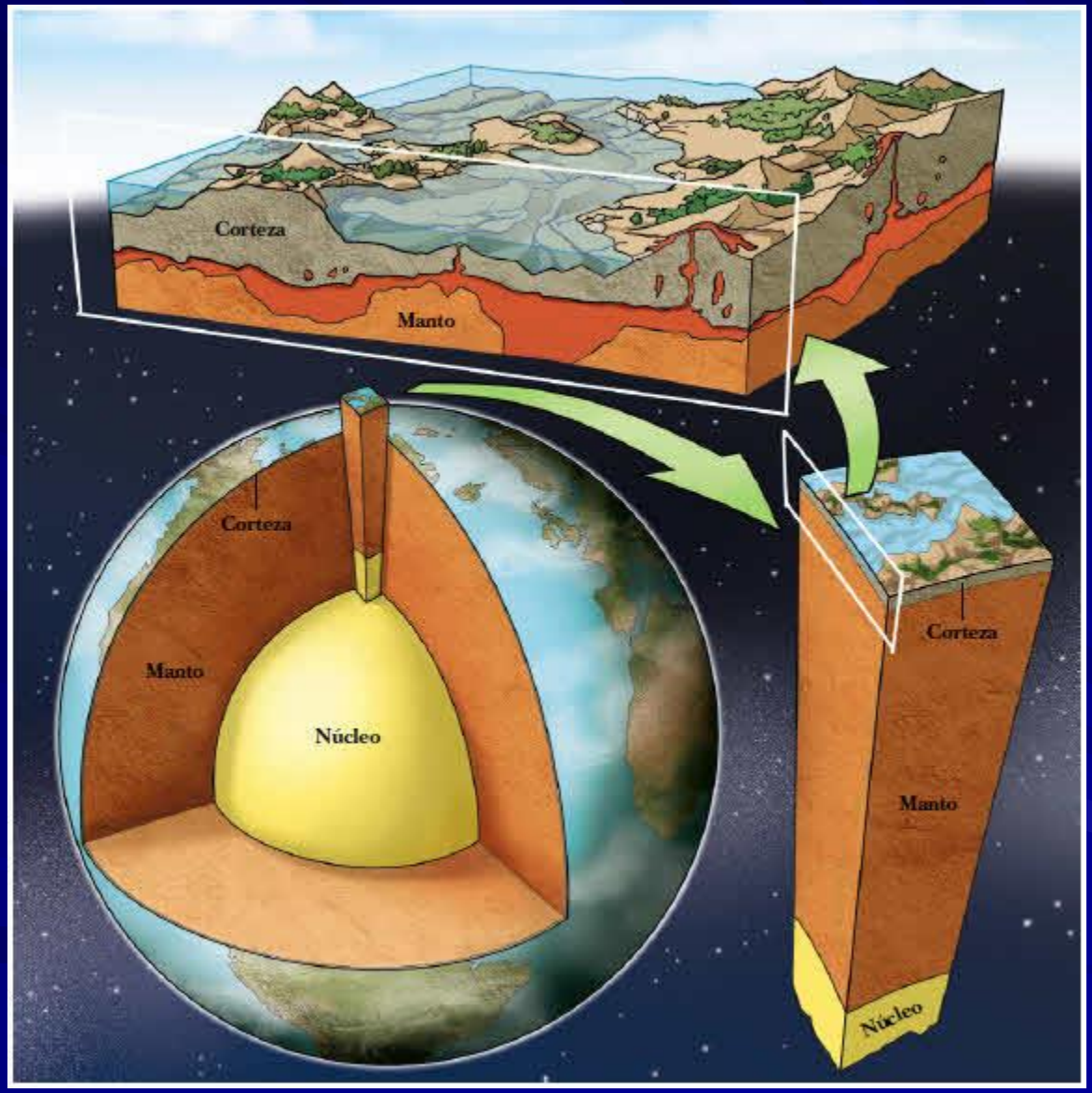
BIOSFERA

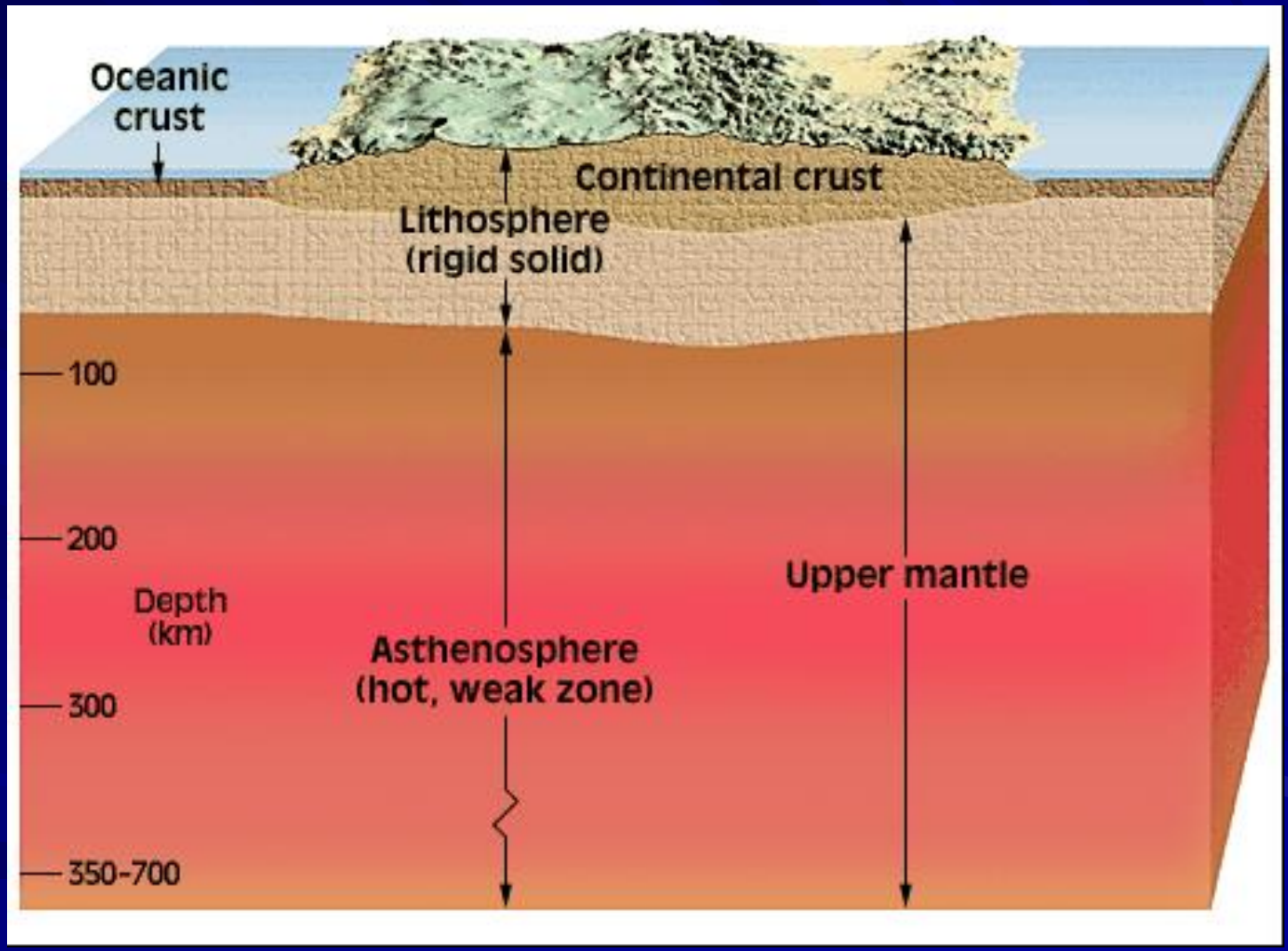
ESTRUCTURA INTERNA DE LA TIERRA




Inner core
Outer core
Mantle
1216 km
2270 km
2885 km


Crust
5-40 km
Mantle
Inner core
Outer core
1216 km
2270 km
2885 km


Corteza
Manto
Corteza
Manto
Núcleo
Corteza
Manto
Núcleo


Oceanic crust
Continental crust
Lithosphere (rigid solid)
100
200
Depth (km)
300
350-700
Asthenosphere (hot, weak zone)
Upper mantle

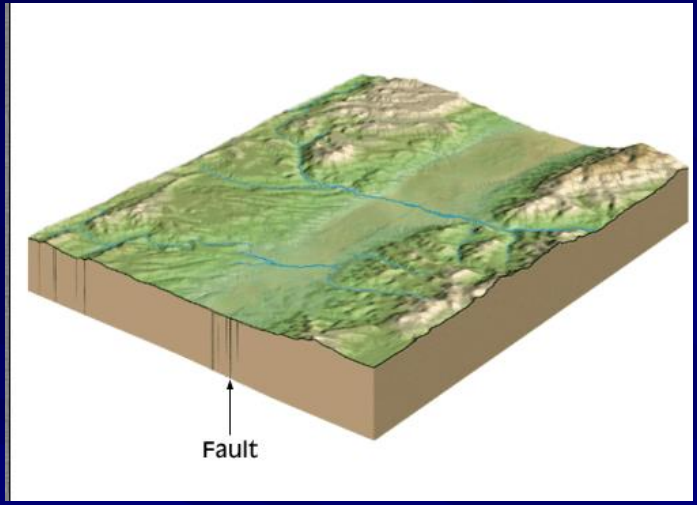
SISMOS

Damage to Marina district of San Francisco
1989 Loma Prieta Earthquake

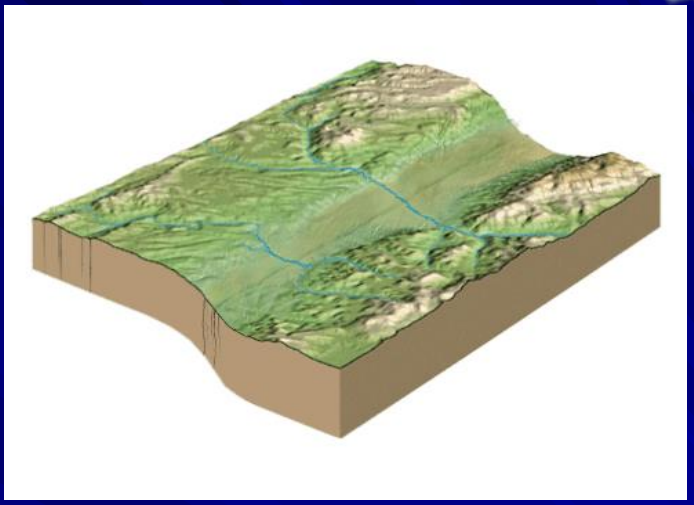
SISMOS

Son causados por esfuerzos tectónicos acumulados por centenares de años deformando lentamente las rocas de la corteza a ambos lados de la falla. Cuando supera la resistencia friccional se produce la ruptura de segmentos de falla liberando gran cantidad de energía en forma de calor y ondas sísmicas (energía elástica) provocando vibraciones en el material que las transmite.

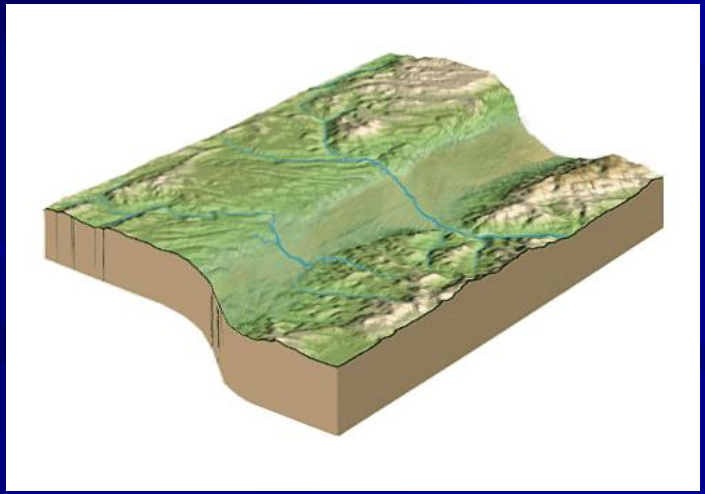
A- Posición original



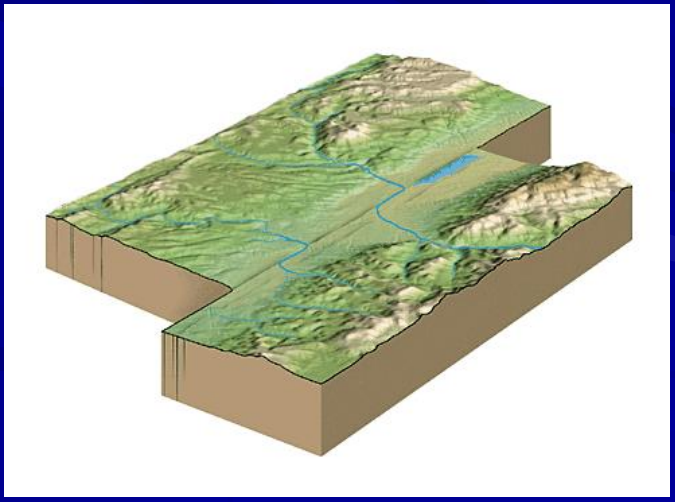
B- Aumento de esfuerzos



C- Esfuerzos y deformación



D- Ruptura y deslizamiento



- Los sismos se producen por la liberación rápida de energía elástica almacenada en la roca que ha sido deformada por esfuerzos diferenciales.

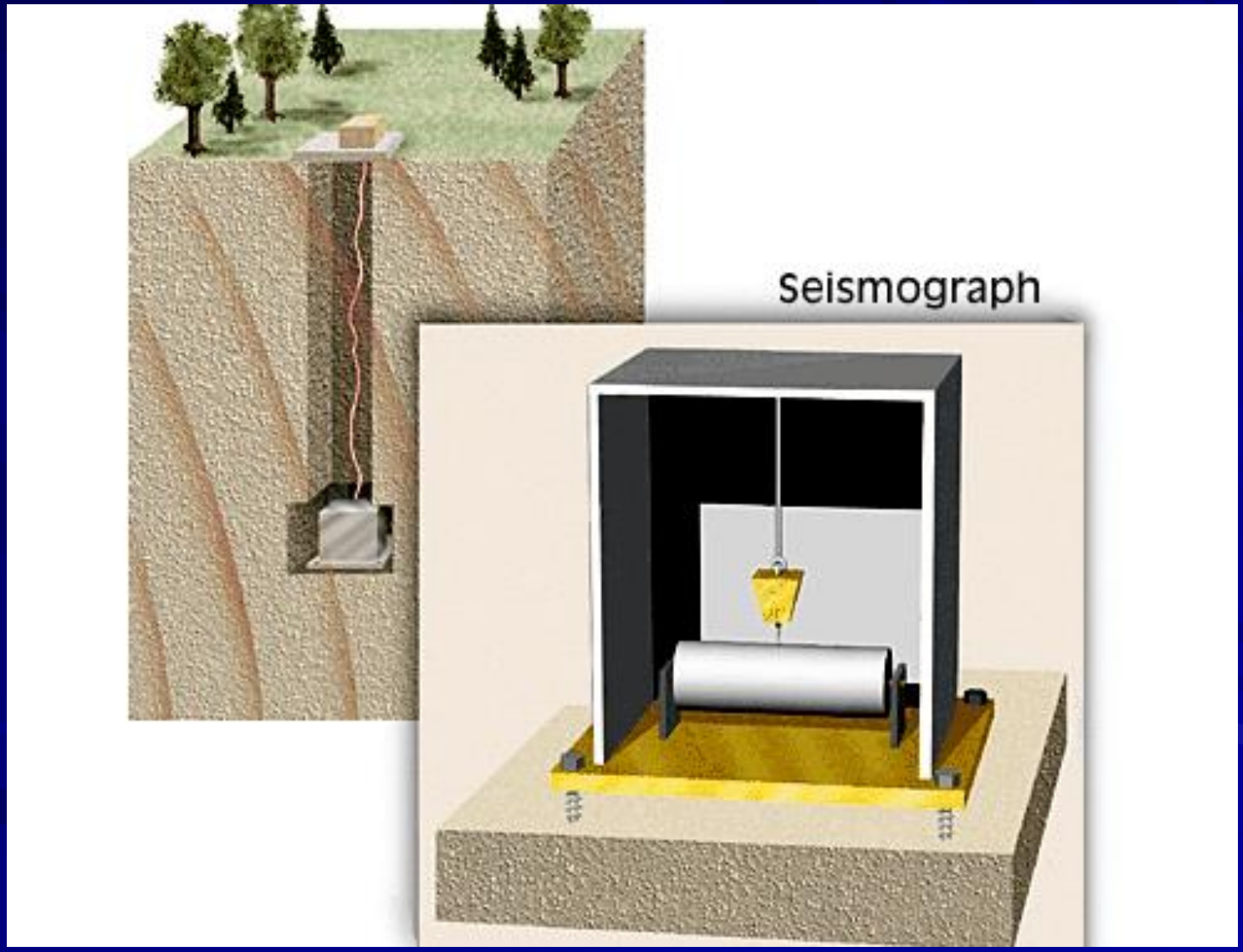
- Se producen hasta 700 km de profundidad.

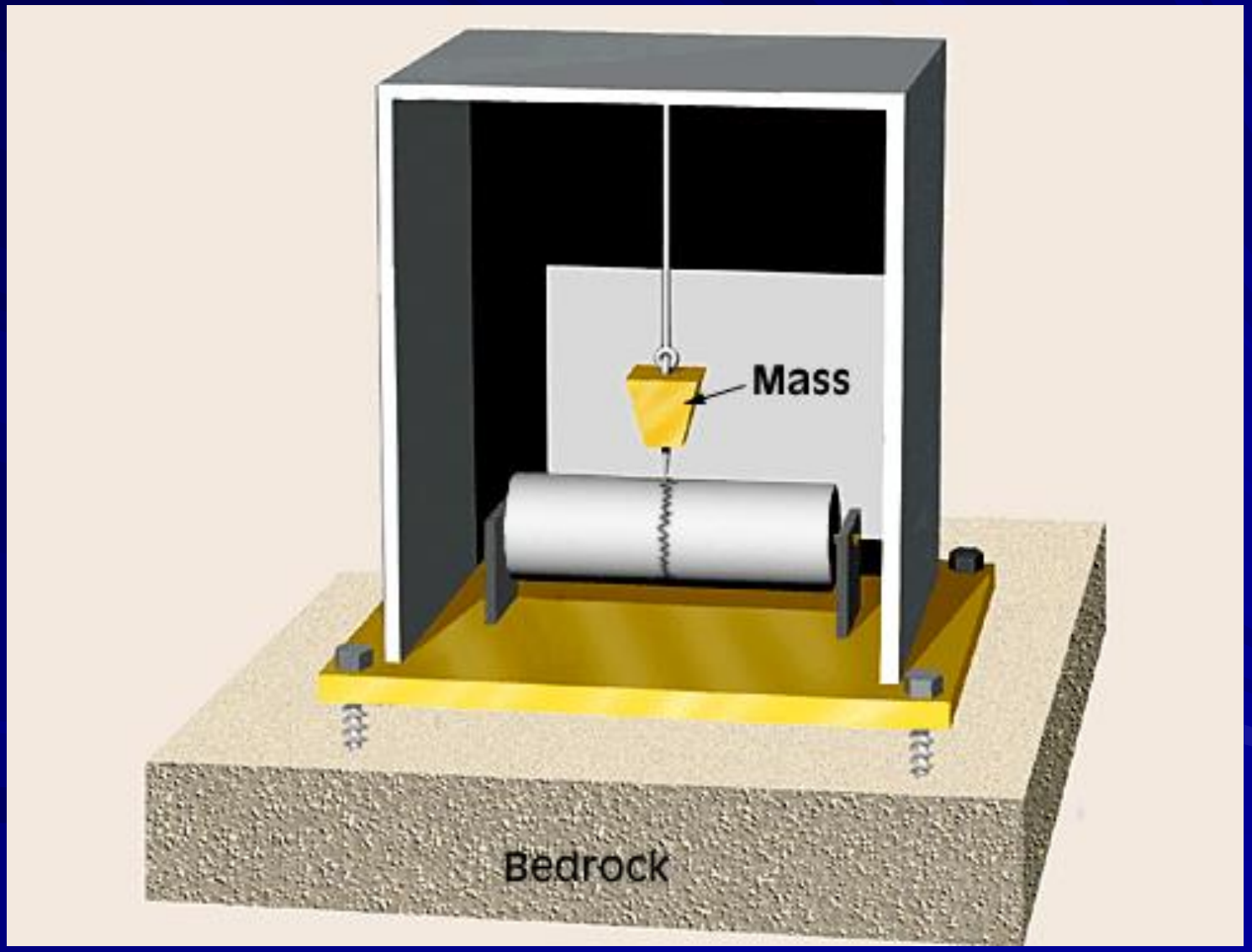
Epicentro
Falla
Foco (centro
del terremoto)
Hipocentro
Ondas sísmicas
2

SISMOLOGIA

Hace 2000 años los Chinos intentaban determinar la dirección de procedencia de las ondas sísmicas…

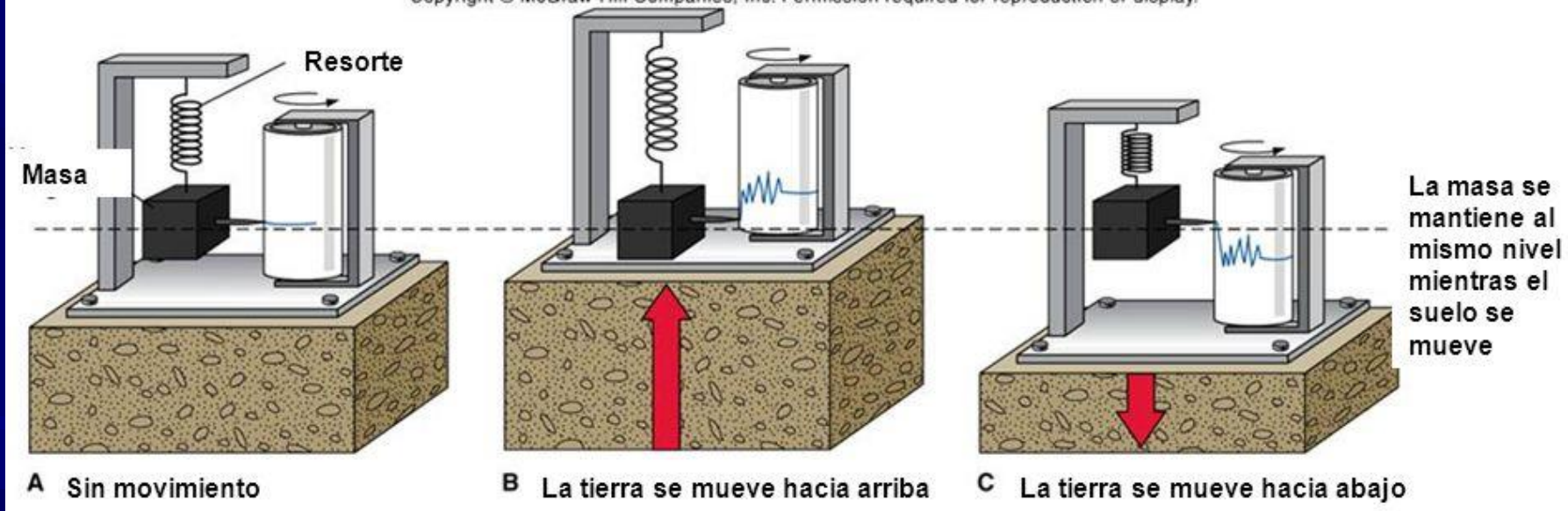
Principio sismógrafos movimiento horizontal



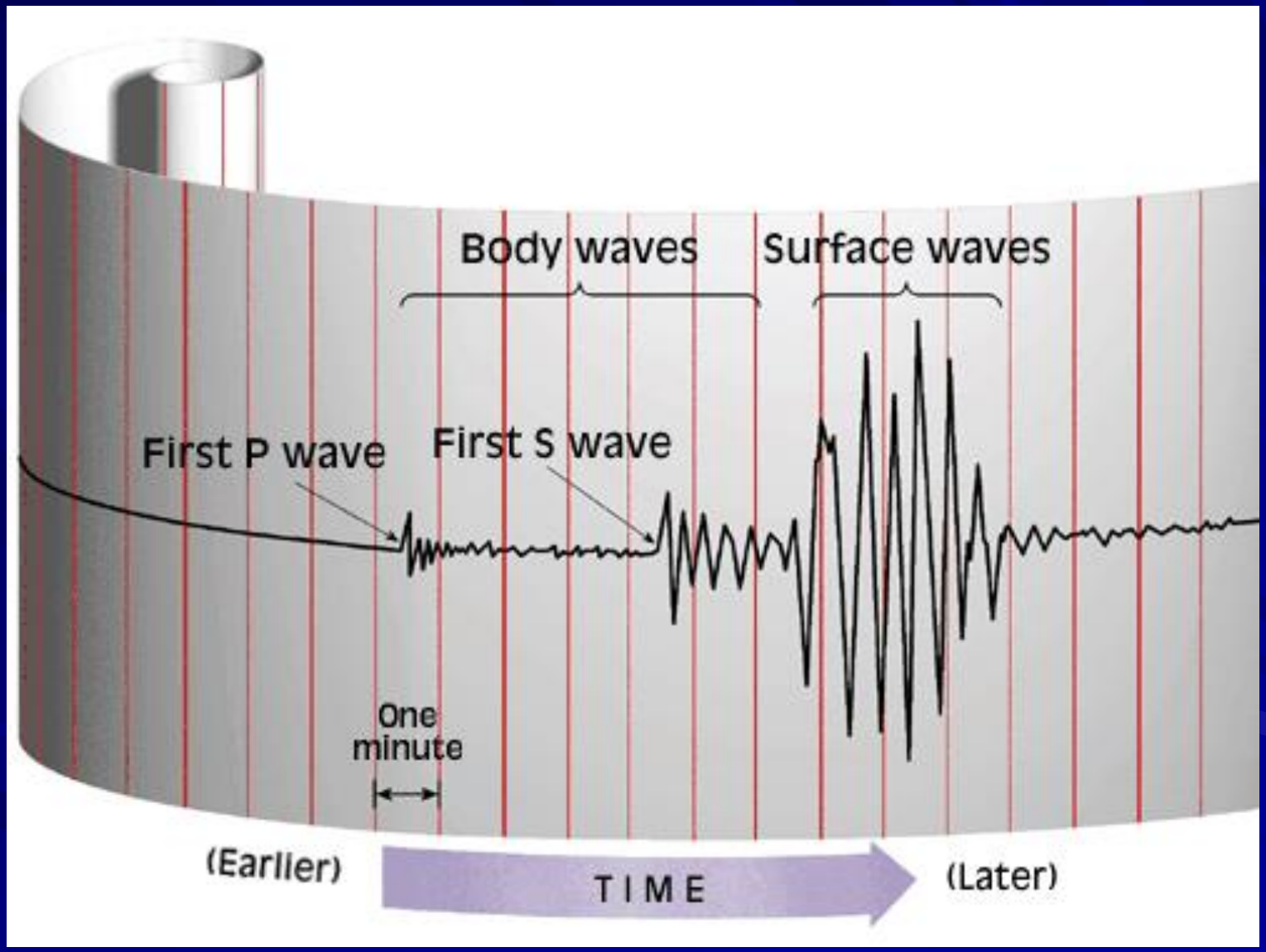

Mass
Bedrock

Principio para los sismógrafos de movimiento vertical

Copyright © McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



Tomado de Midiendo Terremotos Prof. Diana Comte S.
https://slideplayer.es/slide/1094624/

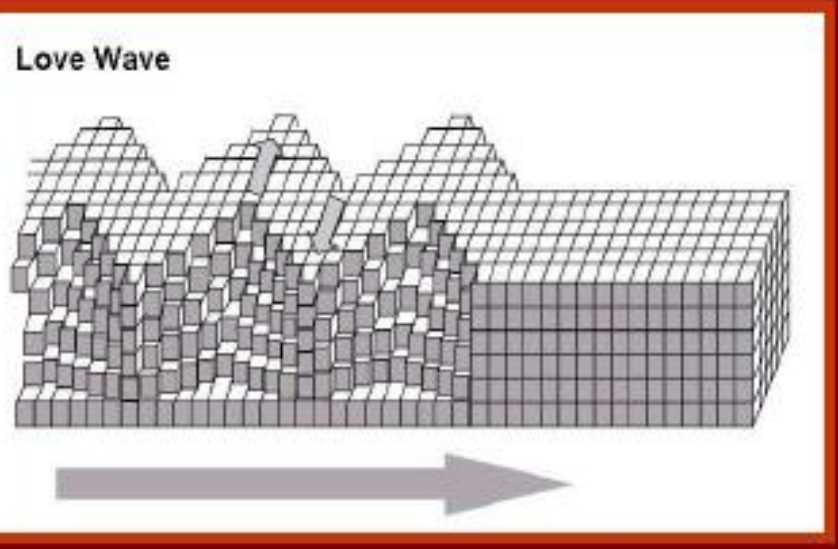

Body waves
Surface waves
First P wave
First S wave
One minute
(Earlier)
TIME
(Later)

Ondas de Superficie

Las ondas superficiales son análogas a las ondas de agua y viajan sobre la superficie de la Tierra. Se desplazan a menor velocidad que las ondas internas. Debido a su baja frecuencia provocan resonancia en edificios con mayor facilidad que las ondas de cuerpo y son por ende las ondas sísmicas más destructivas

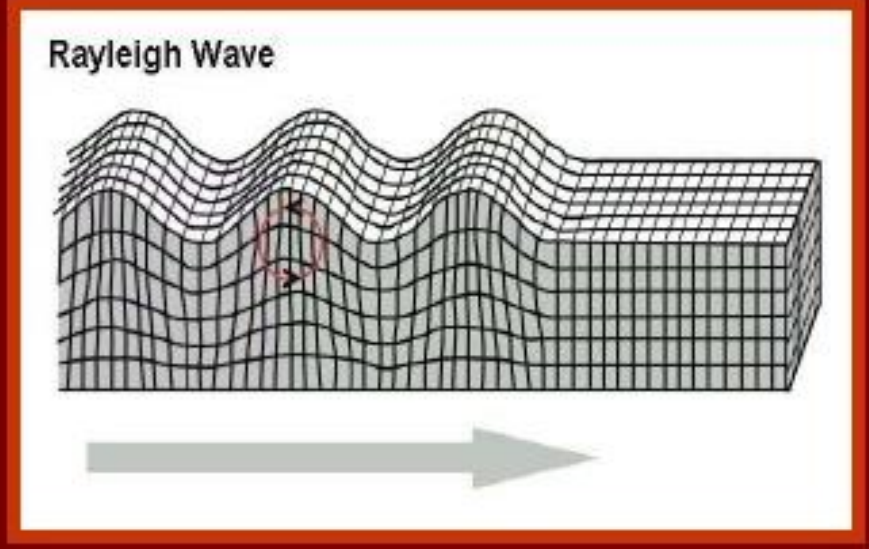
Ondas L

provocan cortes horizontales en la tierra

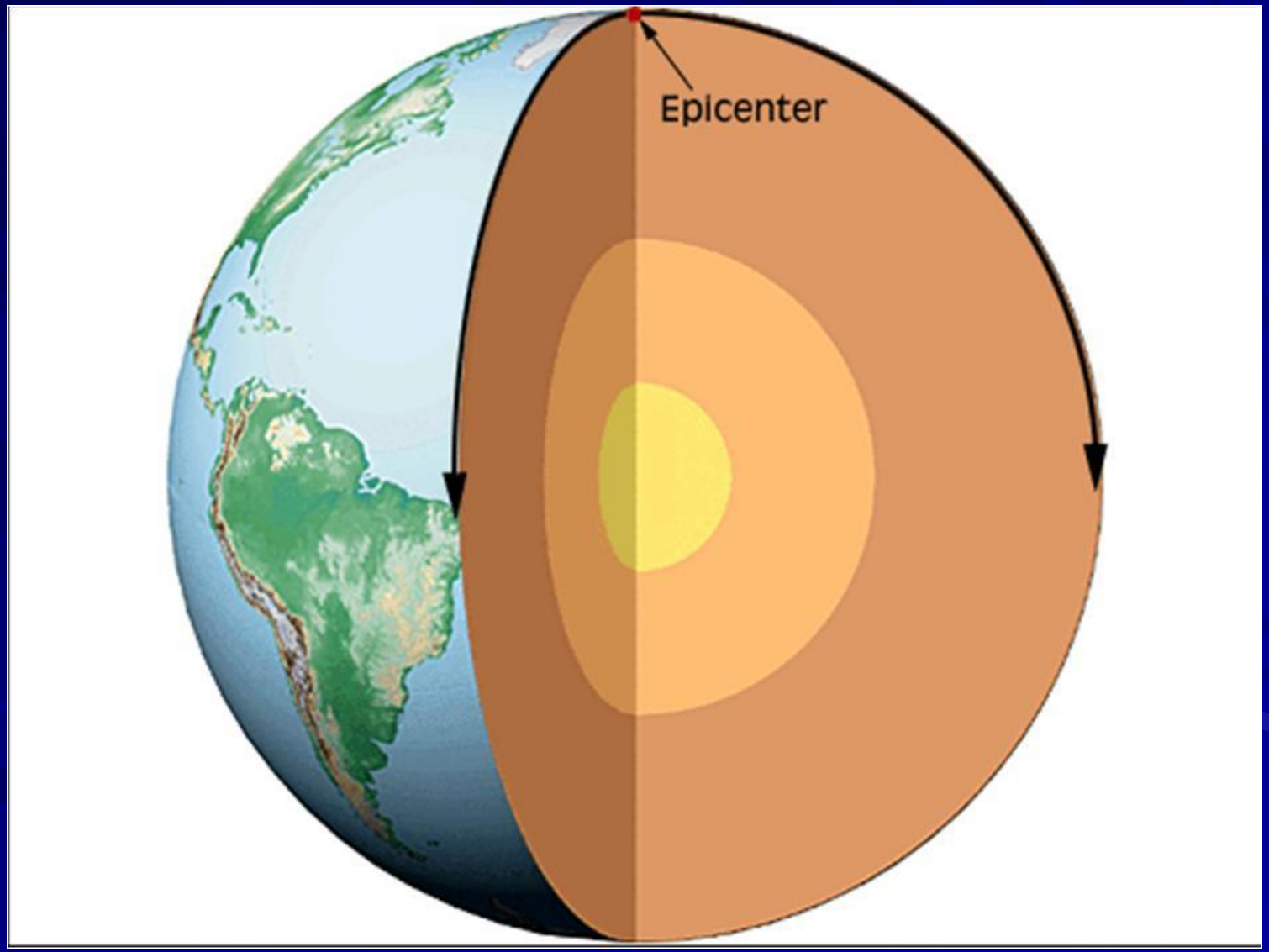


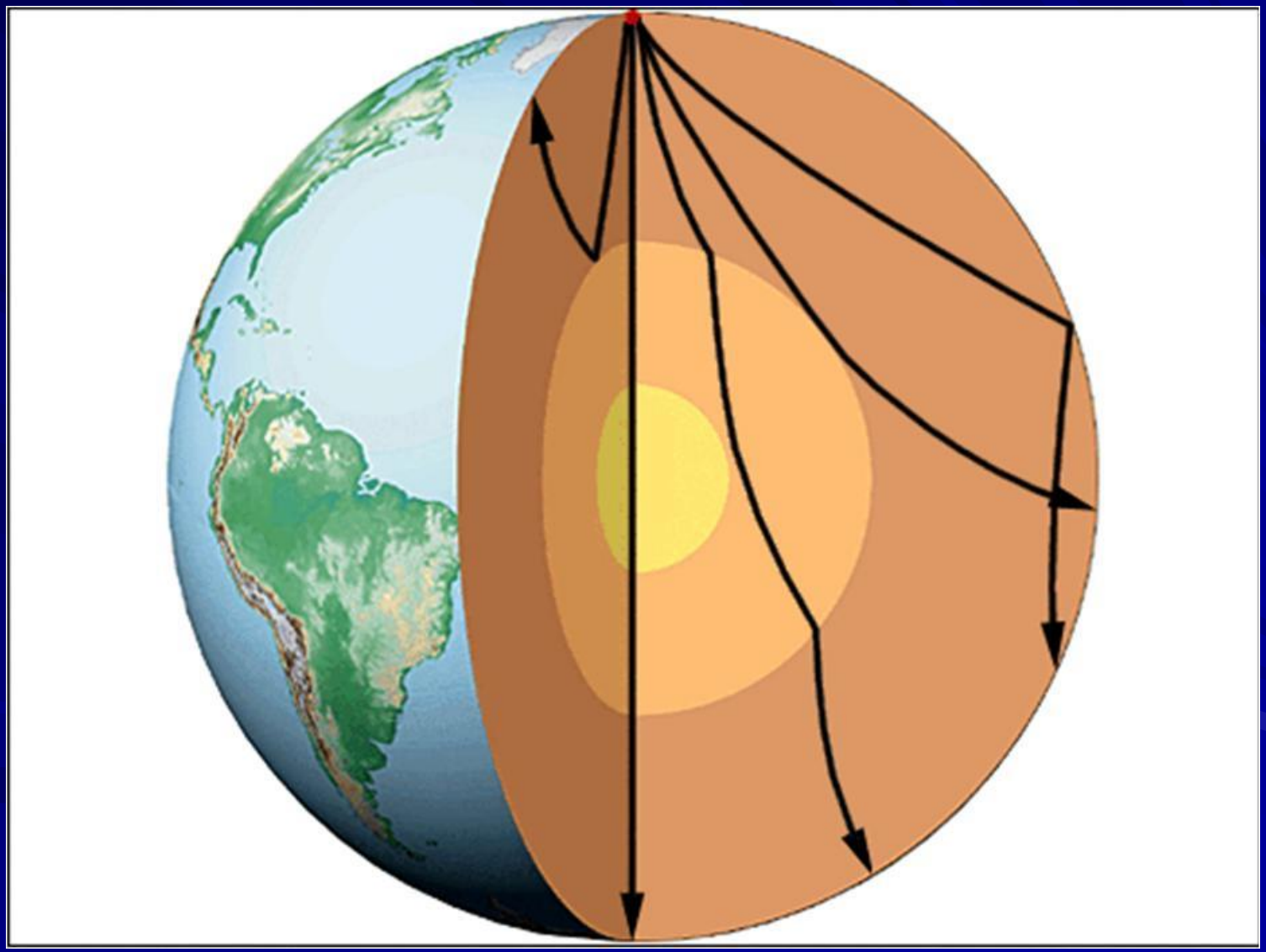
Ondas R

viajan como ondulaciones similares a aquellas encontradas en la superficie del agua

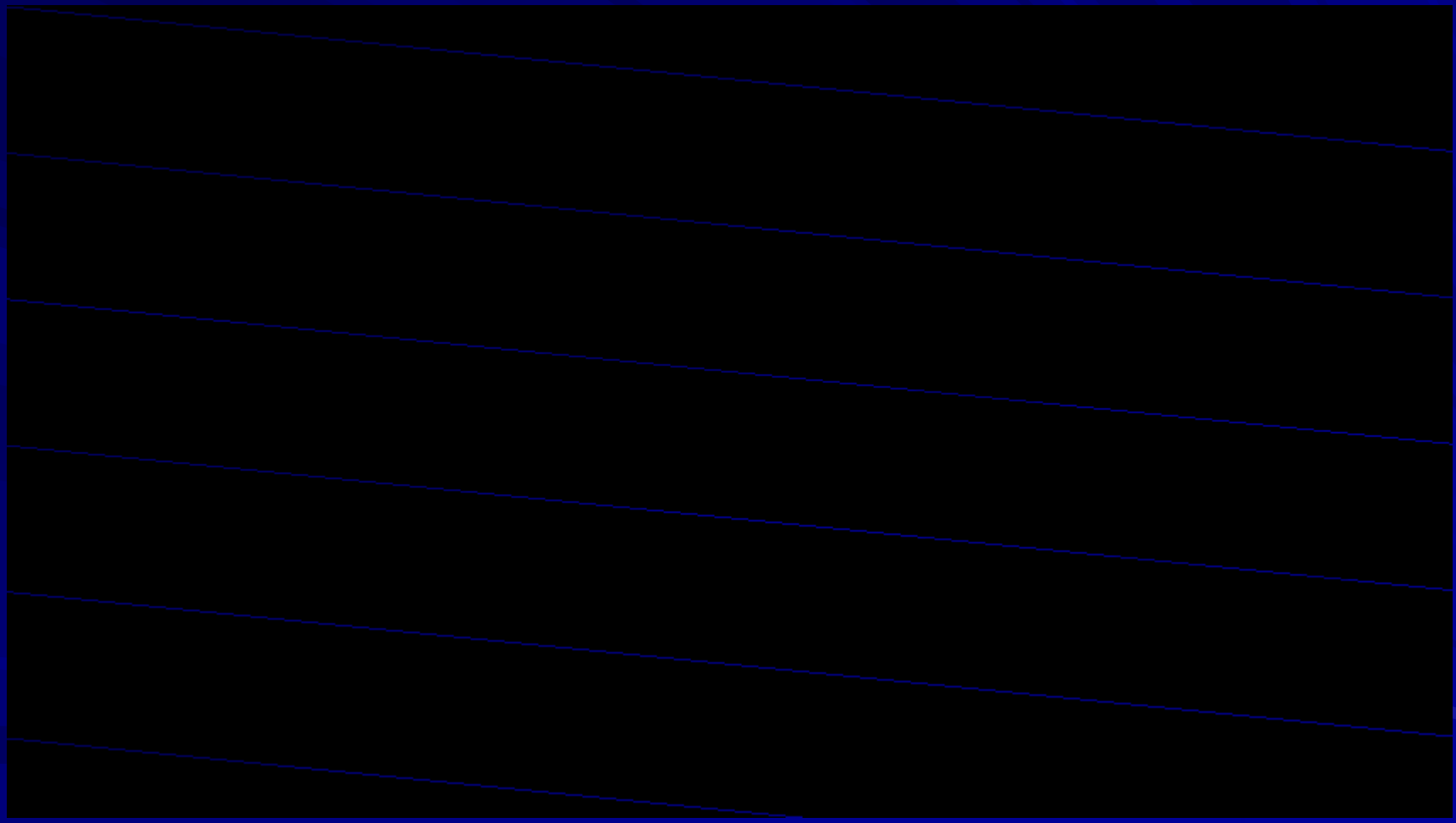


	S waves	P waves
Speed	intermediate	fastest
Amplitude	intermediate	smallest
Period	intermediate	shortest
Medium	only solids	solid, liquid, gas

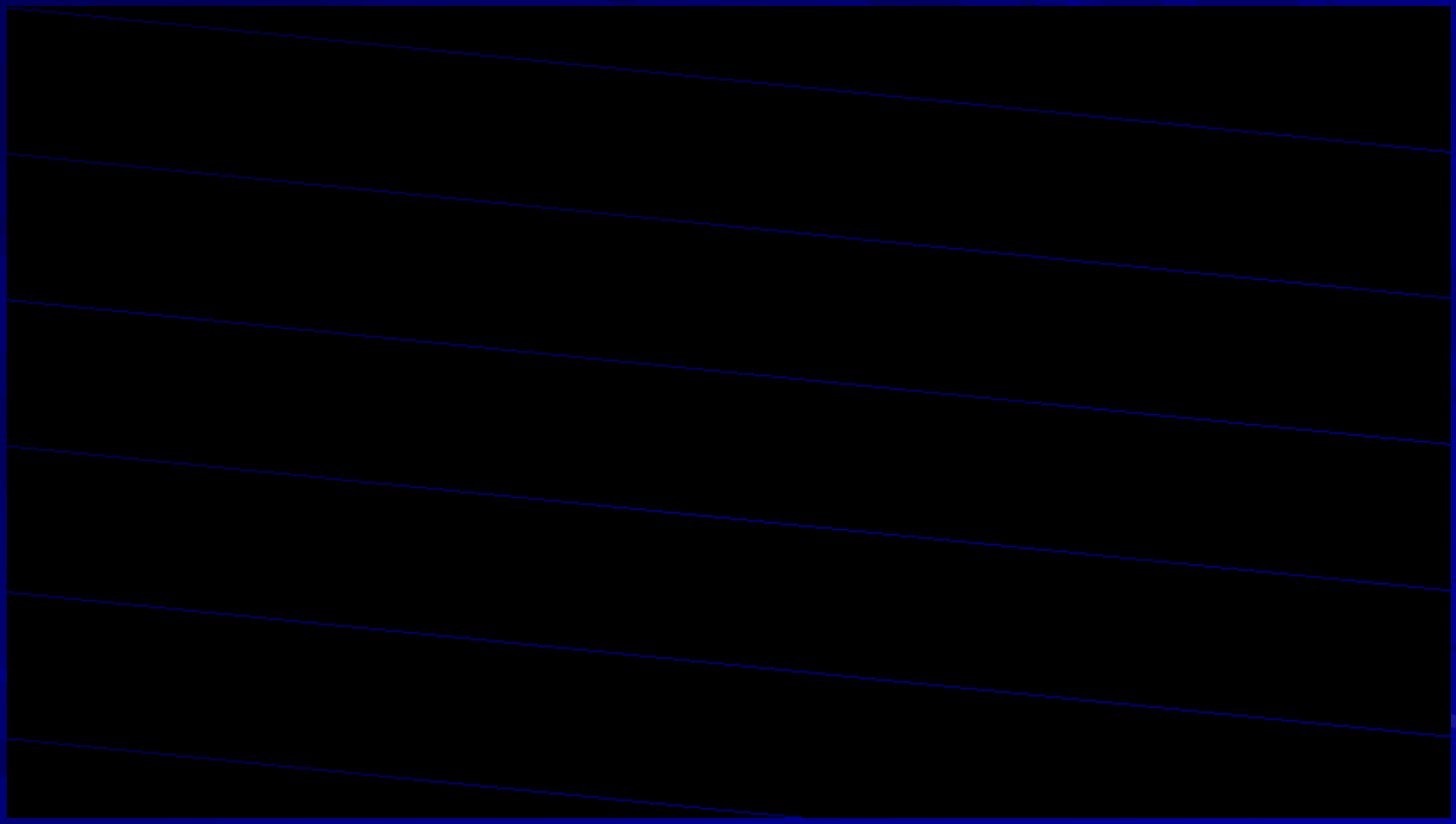

Epicenter

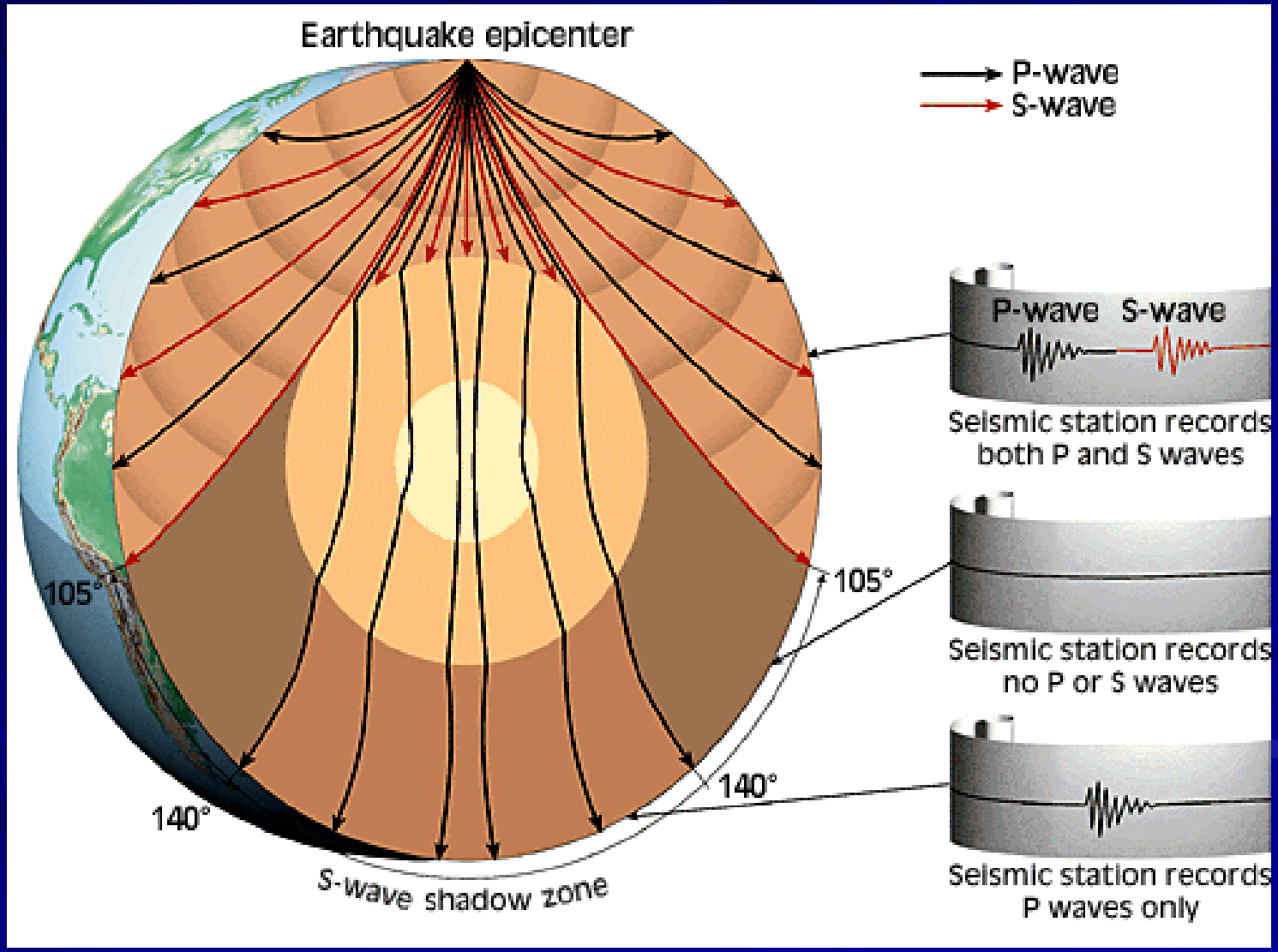


Propagación Ondas P



Propagación Ondas S




Earthquake epicenter
P-wave
S-wave
P-wave S-wave
Seismic station records
both P and S waves
105°
105°
Seismic station records
no P or S waves
140°
140°
S-wave shadow zone
Seismic station records
P waves only

ESCALA DE MERCALLI

La intensidad de un terremoto puede estimarse de los efectos sentidos o vistos por un observador, y tales observaciones son colectadas y utilizadas para determinar el centro de la perturbación. Se clasifican de acuerdo con una *escala de* ***intensidad***, como la Escala de Mercalli la cual tiene doce grados:

I. Detectado únicamente por los instrumentos.

II. Sentido por algunas personas en reposo; los objetos suspendidos pueden oscilar.

III. Sentido perceptíblemente dentro de las casas. Vibraciones semejantes a las producidas por el paso de un camión.

IV. Sentido por muchas personas dentro de sus casas y por pocas fuera de ellas; sacudidas de puertas y ventanas.

V. Sentido por casi todos; algunas ventanas se rompen; los péndulos de los relojes se detienen.

VI. Sentido por todos; muchos se aterrorizan. Algunos muebles pesados son movidos, en algunos casos se cae el estuco y las chimeneas son dañadas.

VII. Muchos salen corriendo de sus casas; daños a edificios mal construidos; las chimeneas se caen.

VIII. Daños considerables a los edificios, con excepción de aquellos con diseño especial. Se derrumban las chimeneas y columnas altas. Lodo y arena son expulsados por las grietas del terreno.

IX. Daños considerables en estructuras especialmente proyectadas, terreno agrietado, las cañerías subterráneas se rompen.

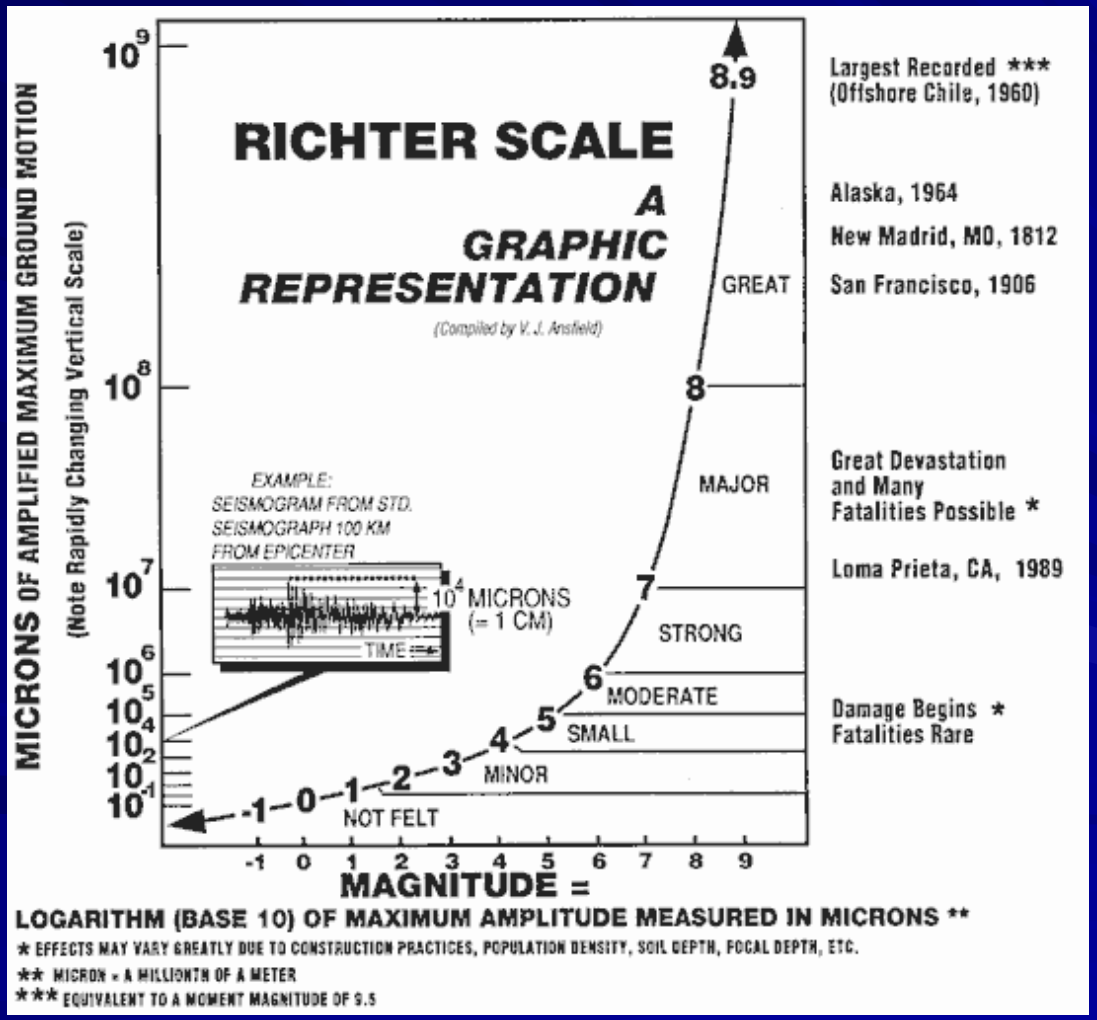
X. Desastroso; edificios de madera destruidos, los rieles son curvados, pequeños deslizamientos de tierra.

XI. Muy pocas estructuras permanecen en pie; las fisuras del terreno se amplían con desplomes y deslizamientos de tierra.

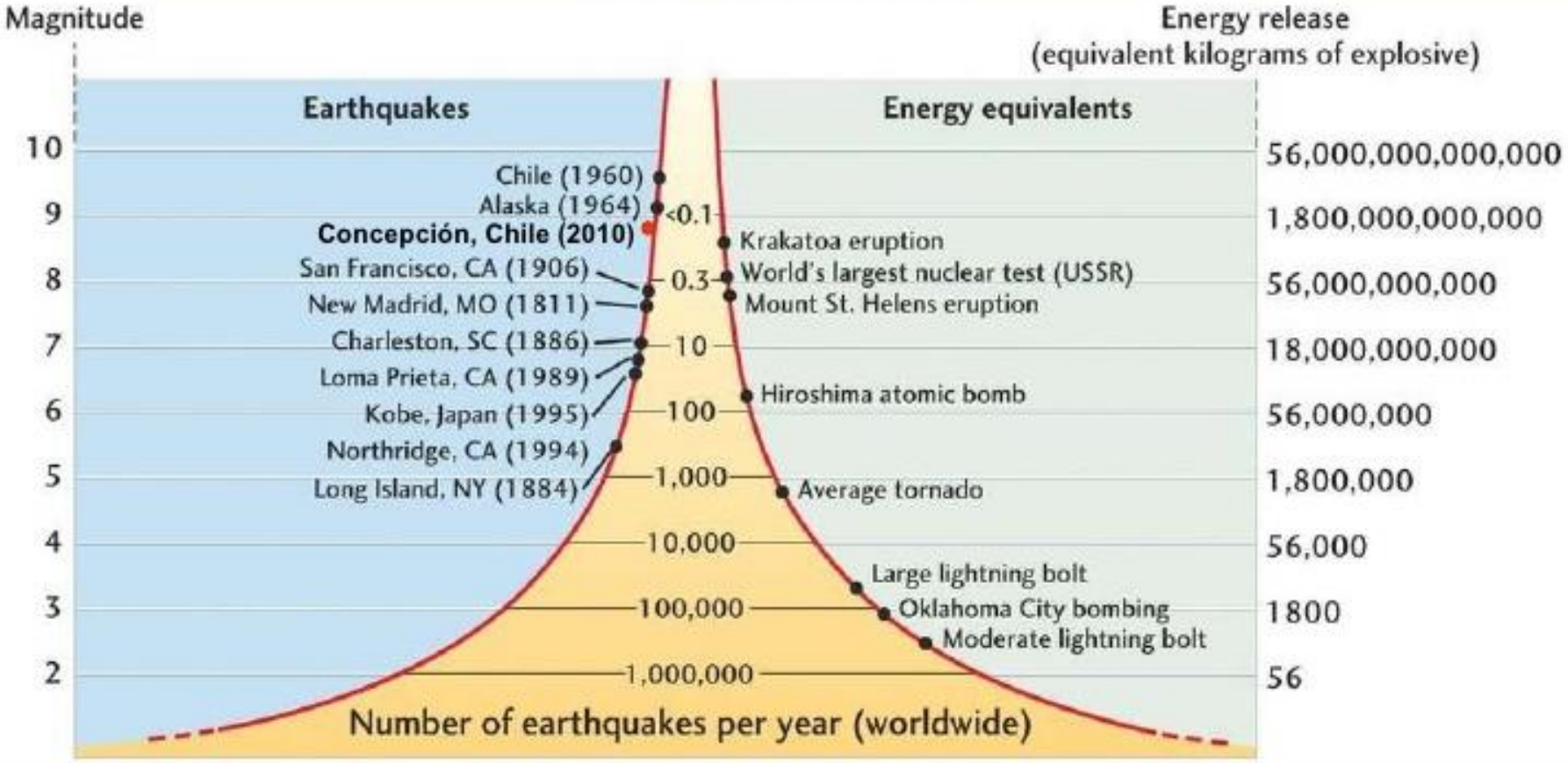
XII. Daño total; ondulamiento del terreno, el cual puede verse, los objetos son arrojados hacia arriba.

Escala de Richter (1952)

Es una escala logarítmica que mide la ***magnitud***, que es la cantidad de energía liberada en un terremoto. Estos datos se obtienen de los sismogramas y varía de 0 a 9.

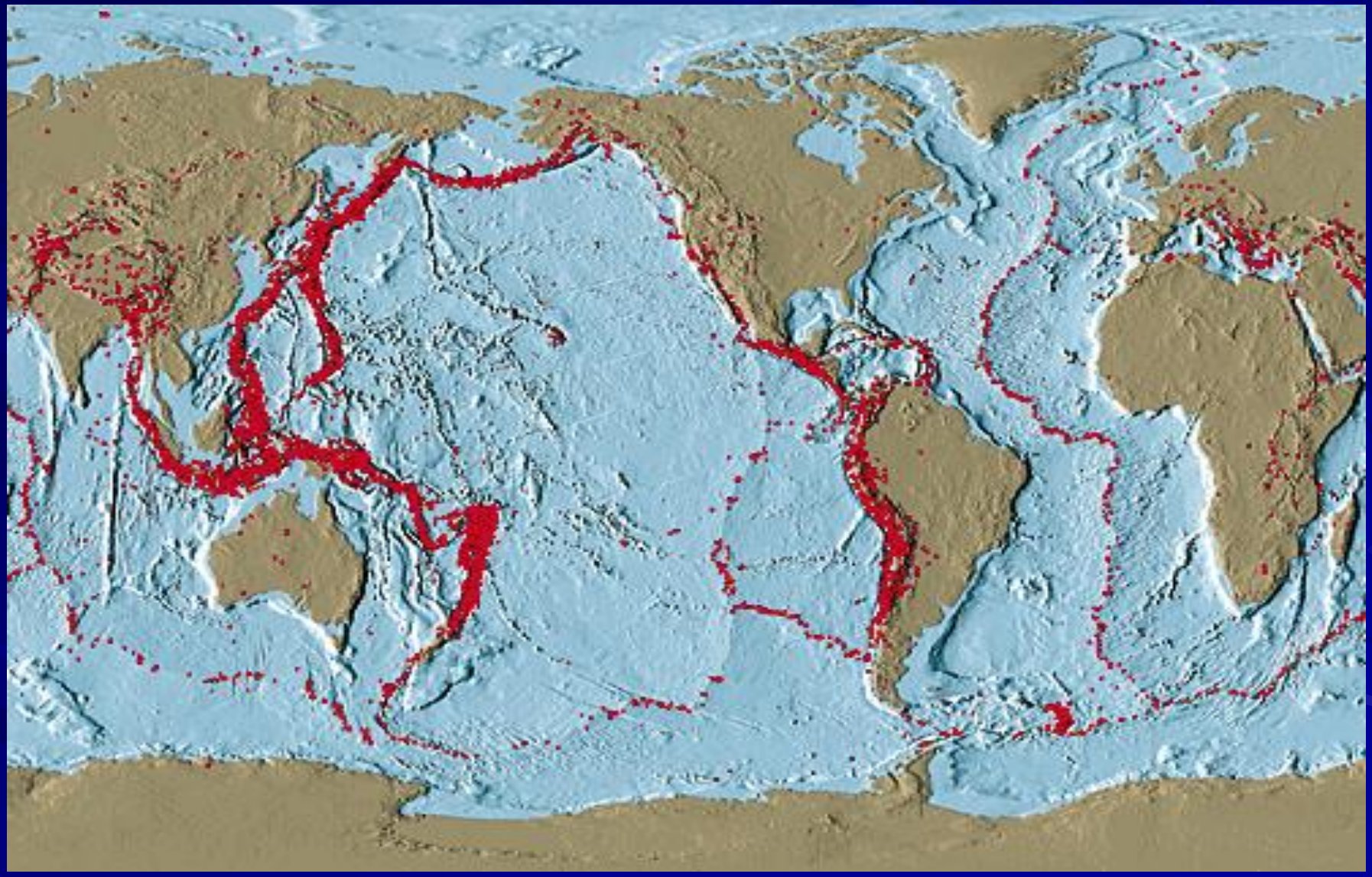


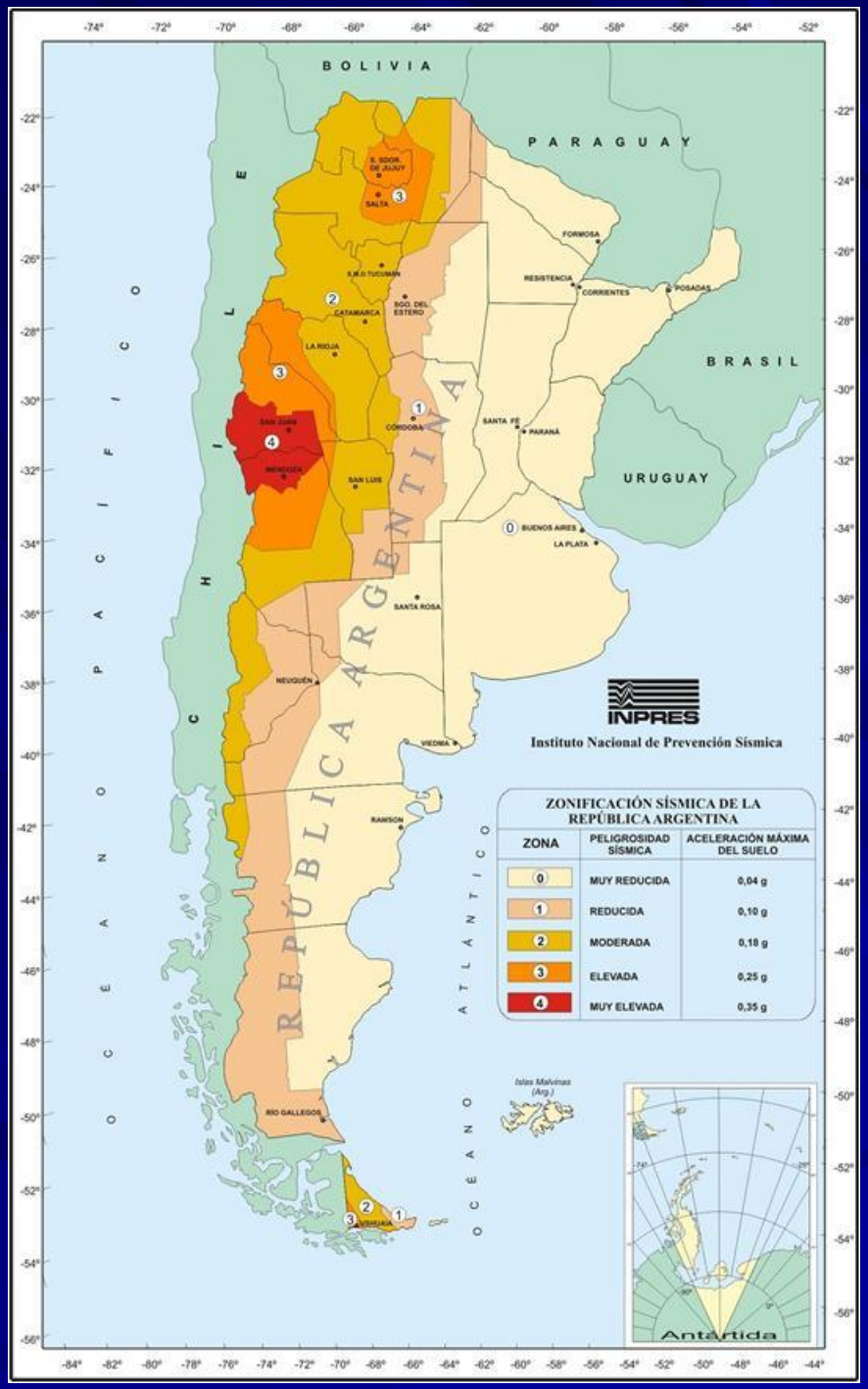
Magnitudes



Este gráfico es para que podamos apreciar la fuerza de la naturaleza contra la fuerza que el hombre puede generar. Por ejemplo, el terremoto de Chile de 2010, cuya magnitud fue de 8.8, fue mucho más alta que la mayor prueba nuclear realizada por Rusia, de 56.000 millones de kilos de exposivos!

Mapa de sismisidad mundial, los puntos rojos indican los epicentros





Fuente: INPRES (Instituto Nacional de Prevensión Sísmica)

INSTITUTO NACIONAL DE PREVENCIÓN SÍSMICA
SECRETARÍA DE OBRAS PÚBLICAS
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Buscar sismos

Últimos sismos determinados por el INPRES

Sismo calculado automáticamente. A menos que esté revisado por un sismólogo el sismo calculado automáticamente puede contener errores en su determinación.
Sismo revisado por un sismólogo.
Sismo sentido en territorio argentino.

Últimos 50 sismos determinados por el INPRES

Nº	Dia	Hora	Latitud	Longitud	Mg.	Prof.	Lugar
01	04/09/2020	14:49:41 hs.	-31.685	-69.204	2.7	109 km.	SAN JUAN
02	04/09/2020	12:21:53 hs.	-24.291	-67.158	3.3	185 km.	SALTA
03	04/09/2020	10:10:42 hs.	-24.187	-67.230	3.3	188 km.	SALTA
04	04/09/2020	09:58:58 hs.	-30.769	-68.909	2.5	095 km.	SAN JUAN
05	04/09/2020	09:50:56 hs.	-32.851	-69.205	2.6	009 km.	MENDOZA
06	04/09/2020	08:37:38 hs.	-28.436	-67.127	2.8	017 km.	LA RIOJA
07	04/09/2020	08:28:52 hs.	-28.094	-66.574	3.2	160 km.	CATAMARCA
08	04/09/2020	05:20:07 hs.	-31.834	-67.354	3.1	109 km.	SAN JUAN
09	04/09/2020	05:01:08 hs.	-33.775	-68.686	2.8	012 km.	MENDOZA
10	04/09/2020	04:46:08 hs.	-31.810	-67.126	3.0	116 km.	SAN JUAN
11	03/09/2020	23:38:16 hs.	-24.196	-67.106	3.9	196 km.	SALTA
12	03/09/2020	21:47:19 hs.	-23.845	-66.712	3.6	219 km.	JUJUY
13	03/09/2020	21:38:08 hs.	-31.445	-68.385	3.1	103 km.	SAN JUAN
14	03/09/2020	19:54:29 hs.	-34.729	-68.184	2.7	009 km.	MENDOZA
15	03/09/2020	19:36:12 hs.	-24.060	-67.102	2.9	198 km.	SALTA
16	03/09/2020	14:02:42 hs.	-30.585	-69.306	2.6	026 km.	SAN JUAN

Los cambios más importantes producidos en los Reglamentos para construcciones sismorresistentes fueron.

1. **Año 1970 -Normas Antisísmicas CONCAR 70- promulgadas por el Consejo Nacional de Construcciones Antisísmicas y de Reconstrucción de San Juan. Adopta el capítulo VII del Proyecto de Reglamento Argentino para Estructuras de Hormigón (P.R.A.E.H.), y las pone en vigencia en forma obligatoria en el ámbito provincial. Es adoptado prácticamente por la totalidad de las provincias.**
2. **Año 1980 -Normas Antisísmicas Argentinas (N.A.A.80)- elaboradas por el INPRES. Se vuelca la experiencia del terremoto del 23-11-77 de Caucete – San Juan-. De aplicación en todo el territorio nacional.**
3. **Año 1984 Normas Argentinas para Construcciones Sismorresistentes: Reglamento INPRES -CIRSOC 103- elaboradas por el INPRES y el Centro de Investigaciones de los Reglamentos de Seguridad para las Obras Civiles (CIRSOC). De aplicación en todo el territorio nacional.**
4. **Año 2013 Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes: Reglamento INPRES – CIRSOC 103- Parte II Construcciones de Hormigón Armado y Parte IV Construcciones de Acero. De aplicación en todo el territorio nacional.**
5. **Año 2017 Parte I Construcciones en General. De aplicación en todo el territorio nacional.**
6. **Año 2017 Parte V Soldaduras de Estructuras de Acero Sismorresistentes. De aplicación en todo el territorio nacional.**
7. **Año 2017 Parte III Construcciones de Mampostería.**
8. **Año 2017 Puentes de Hormigón Armado.**

Los Reglamentos, actualmente en vigencia, son de aplicación obligatoria en toda obra pública nacional, por parte de los responsables de su proyecto, ejecución y control.

Dado el régimen federal de nuestro país, en las obras públicas y/o privadas de carácter provincial o municipal, son las autoridades provinciales competentes las encargadas de velar por el cumplimiento de la reglamentación.

¿Qué más causan los Terremotos?

Es el desencadenante de otros desastres

La mayor parte de los daños causados por terremotos se deben a sus efectos secundarios

Licuefacción

Es la pérdida de resistencia de ciertos tipos de suelos que están saturados en agua cuando son sometidos a la sacudida de un terremoto.

El terreno pierde su primigenia resistencia y como consecuencia la Arquitectura pierde sus condiciones de estabilidad y resistencia. Esto se traduce en daños severos y hasta colapsos

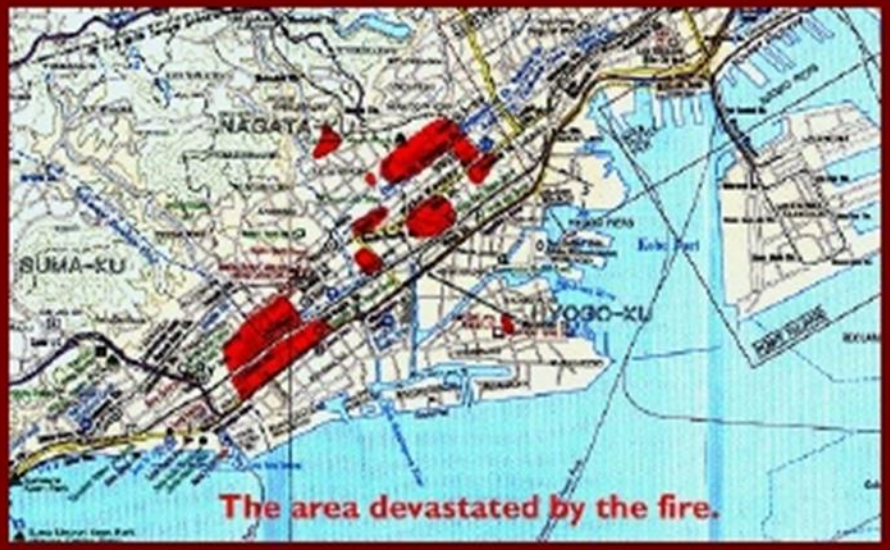
Deslizamientos

Un deslizamiento se define como un movimiento de una masa de roca, detritos o tierra pendiente abajo bajo la acción de la gravedad, cuando el esfuerzo de corte excede el esfuerzo de resistencia del material

Santa Tecla Landslide, El Salvador Earthquake, 2001, M 7.7

http://neic.usgs.gov/neis/eq_depot/2001/eq_010113/

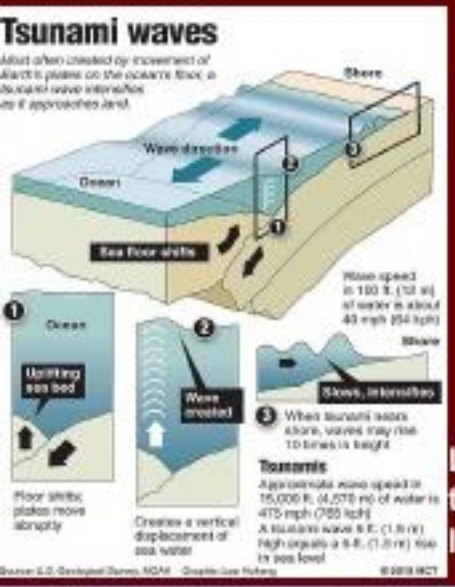
Incendios



Incendio tras el Terremoto de Kobe, Japón, 1995, M 6.9

Los incendios producidos por la rotura de la infraestructura duraron 3 días, aumentando considerablemente la pérdida de vidas. Las calles eran tan estrechas que no se podía acceder a la zona afectada, los materiales con que estaban construidas las viviendas empeoraron el panorama

Tsunamis



La ola generada por el terremoto alcanzó casi las costas de Australia

Tsunami tras el Terremoto de Concepción, Chile, 2010, M 8.8

http://earthquake.usgs.gov

GEODINÁMICA EXTERNA

PROCESOS LITOLÓGICOS	Rocas Sedimentarias
PROCESOS SUPERFICIALES	Meteorización
	Erosión
	Sedimentación
	Discordancias

GEODINÁMICA INTERNA

PROCESOS LITOLÓGICOS	Rocas ígneas
	Rocas Metamórficas
PROCESOS GEOTECTÓNICOS	Diaclasas
	Fallas
	Pliegues

DISTRIBUCIÓN DE LAS ROCAS EN LA CORTEZA TERRESTRE

	SUPERFICIE TERRESTRE (%)	CORTEZA (%)
ROCAS SEDIMENTARIAS	75	10
ROCAS ÍGNEAS	20	65
ROCAS METAMÓRFICAS	5	25