

TEMA 2:

LA FORMACIÓN DE LA TIERRA

1. Historia de las Ciencias Geológicas
2. Formación del Sistema Solar y de la Tierra
3. Estructura interna de la Tierra
 1. Ondas sísmicas
 2. Modelo Geoquímico
 3. Capas
4. Tectónica de placas
 1. Movimiento de las placas
 2. Bordes de las placas
 3. Fenómenos geológicos
5. Deriva continental. Ciclo de Wilson.

1. HISTORIA DE LAS CIENCIAS GEOLÓGICAS

Las primeras teorías que en el S XVIII explicaron el origen de las rocas y los cambios geológicos fueron influidas por el relato bíblico del diluvio universal:



Cuvier

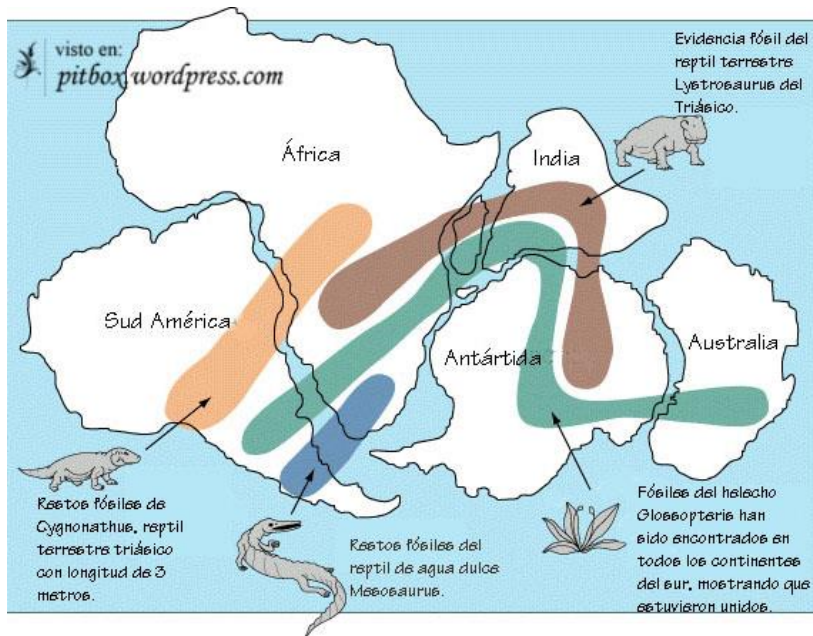


- NEPTUNISMO – Abraham Werner – Todas las rocas se forman por sedimentación a partir de los mares primitivos, excepto las rocas volcánicas.
- CATASTROFISMO – Georges Cuvier – Las formaciones geológicas y los fósiles se forman por catástrofes súbitas y violentas, como el diluvio universal.

En contraposición a esta influencia bíblica:

- PLUTONISMO – James Hutton – proponía que las rocas se formaban por enfriamiento del magma que venía del interior de la Tierra.
- UNIFORMISMO o ACTUALISMO– Hutton y Lyell – Las fuerzas naturales que actuaron en el pasado son las mismas que actúan hoy en día, son los mismos procesos geológicos.

- En 1912 Alfred Wegener propone la hipótesis de la DERIVA CONTINENTAL para explicar el movimiento de los continentes como si fueran barcos flotando sobre el manto terrestre.



Existen pruebas Geológicas, paleontológicas y paleoclimáticas que confirman que los continentes estuvieron unidos en el pasado. Wegener no demostró el mecanismo que movía los continentes.

- TECTÓNICA DE PLACAS** – desarrollada por diversos autores que aportaron pruebas sobre las corrientes de convección del manto, el relieve del fondo marino y el descubrimiento de las dorsales oceánicas, la expansión de los océanos... Esta es una teoría global que explica la dinámica interna de la Tierra y sus efectos en el relieve.

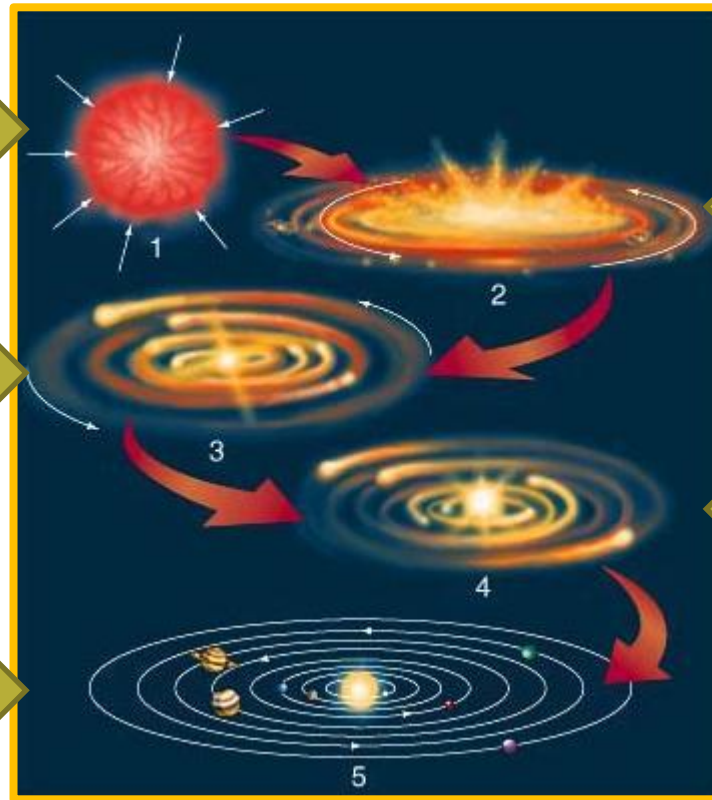
2. FORMACIÓN DEL SISTEMA SOLAR Y LA TIERRA

La TEORÍA DE LA ACRECIÓN, explica la formación de los planetas a partir del gas y polvo cósmico. Las partículas van colisionando y agregándose, formando estructuras cada vez mayores que dan lugar a los planetas.

La nebulosa de gas y polvo, procedente de los restos de una *supernova* comienza a compactarse y girar, posiblemente a causa de la explosión de otra supernova cercana.

Alrededor del Sol se forma un DISCO PROTOPLANETARIO con los materiales más pesados hacia el centro y los gases ligeros en el exterior.

Alrededor de cada planeta, por gravedad se van agregando otros cuerpos, que formarán sus satélites.



El centro del disco se contrae hasta formar una bola de gas Hidrógeno y Helio. Cuando su temperatura es lo suficientemente elevada, comienzan las reacciones nucleares de fusión de Hidrógeno, y comienza a brillar.

Según la teoría de la acreción, se van agregando materiales formando PLANETESIMALES cada vez mayores en órbitas estables. Los planetas interiores son sólidos y los exteriores son gaseosos.

La Tierra es un planeta interior, formada por materiales sólidos. Durante su formación, los impactos de otros cuerpos (meteoritos, planetesimales...) fueron calentando el planeta hasta un estado de fusión.



Los materiales más densos (hierro, níquel) se situaron en el centro del planeta → NÚCLEO

Los menos densos (silicatos de hierro y aluminio), se situaron encima → MANTO
y los de la superficie, al enfriarse, se solidificaron → CORTEZA

El agua de la superficie provenía de la actividad volcánica y del impacto de cometas y meteoritos.

La atmósfera primitiva estaba formada por vapor de agua, amoníaco, metano, dióxido de carbono y nitrógeno. No había oxígeno.

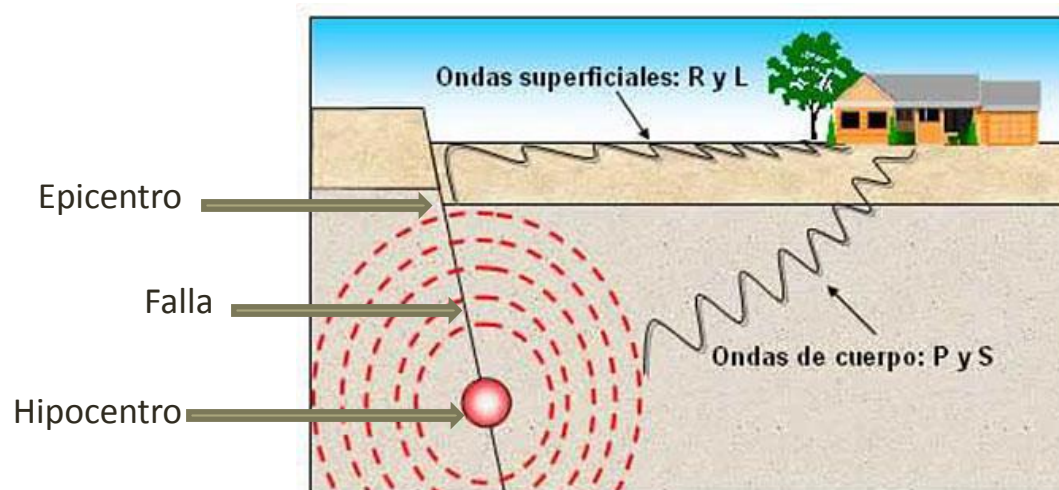


3. ESTRUCTURA INTERNA DE LA TIERRA

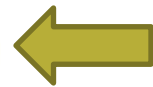
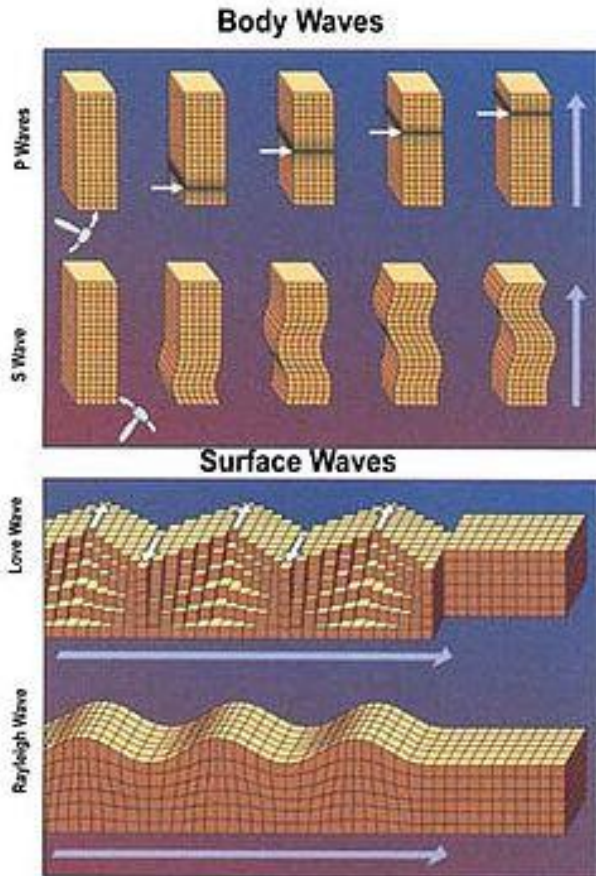
La estructura interna de la Tierra sólo puede conocerse mediante métodos indirectos como el estudio de la propagación de las ondas sísmicas, tanto naturales (terremotos) como artificiales (explosiones controladas).

3.1 ONDAS SÍSMICAS:

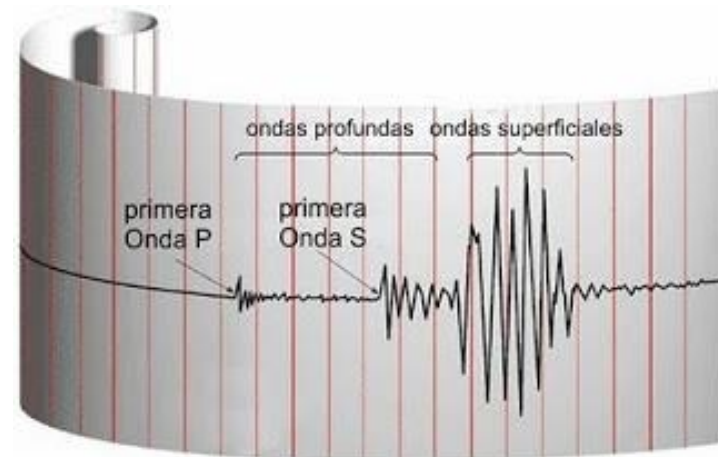
Son las ondas que se generan debido a la propagación de las vibraciones generadas por un seísmo.



Tipos de ondas sísmicas:



Las ondas P son las más veloces, son las primeras en llegar a la superficie, y son ondas de compresión.

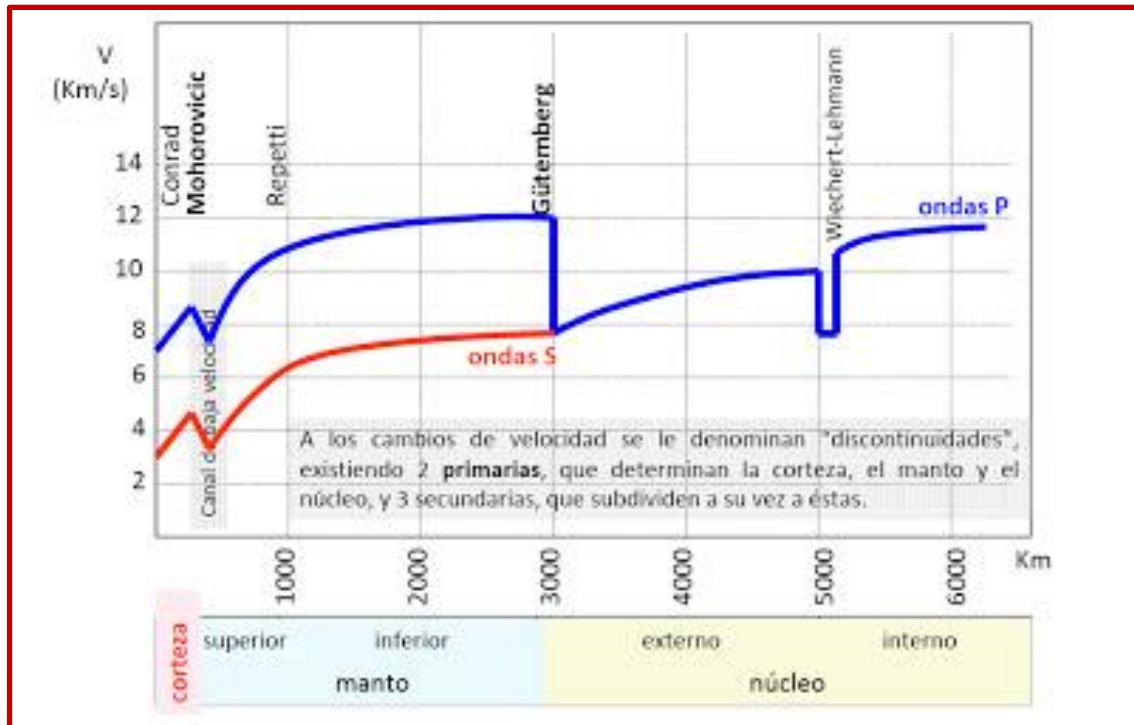


Sismograma

Las ondas P y S, al propagarse desde el hipocentro, pueden atravesar distintas capas del interior terrestre.

Si esas capas tienen distinta composición o distinta densidad, cuando las ondas pasan de un medio a otro pueden cambiar su velocidad y refractarse (igual que lo hace la luz cuando entra en el agua).

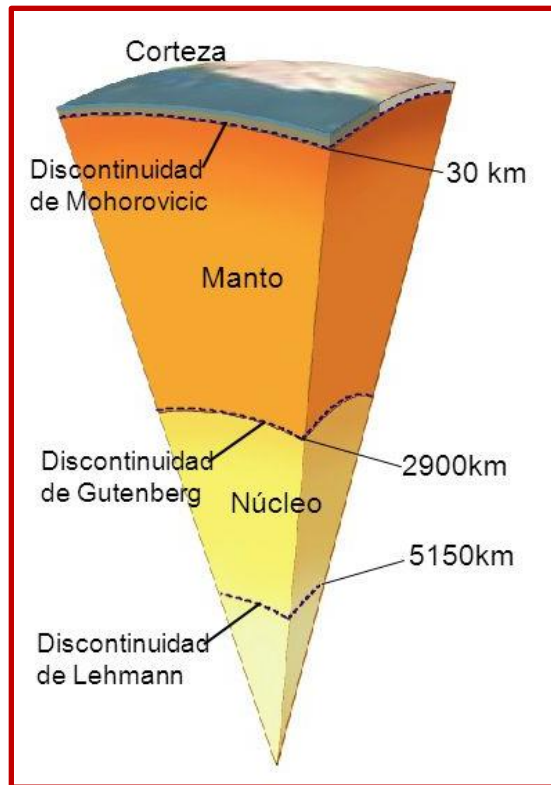
Esos cambios de velocidad pueden medirse y ponen de manifiesto las discontinuidades que separan las capas terrestres.



Discontinuidades:

- Mohorovicic
- Guttemberg
- Wiechert-Lehman

3.2 MODELO GEOQUÍMICO



Este modelo describe el interior de la Tierra como una gigantesca estructura rocosa distribuida en capas concéntricas (corteza, manto y núcleo) separadas por discontinuidades.

Las discontinuidades separan capas con distinta composición o con distinto estado físico (núcleo externo líquido y núcleo interno sólido).

3.3 CAPAS

A. CORTEZA

Es la capa más externa, es sólida y está formada por silicatos de aluminio mayoritariamente. Hay dos tipos:

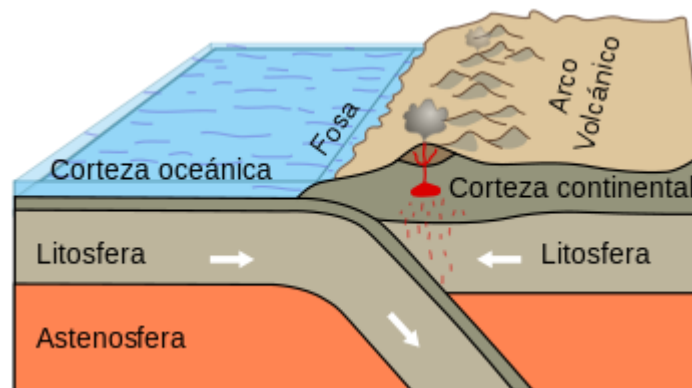
- Continental – más gruesa (hasta 70 km de profundidad)
- Oceánica – más fina (de 6 a 12 km) y más reciente que la continental.

B. MANTO

Está formado en su mayoría por silicatos de magnesio y de hierro.

Su temperatura y presión van aumentando hacia el interior y las rocas se encuentran fundidas.

La parte superior del manto es sólida y a la capa que forma junto con la corteza se le denomina LITOSFERA.



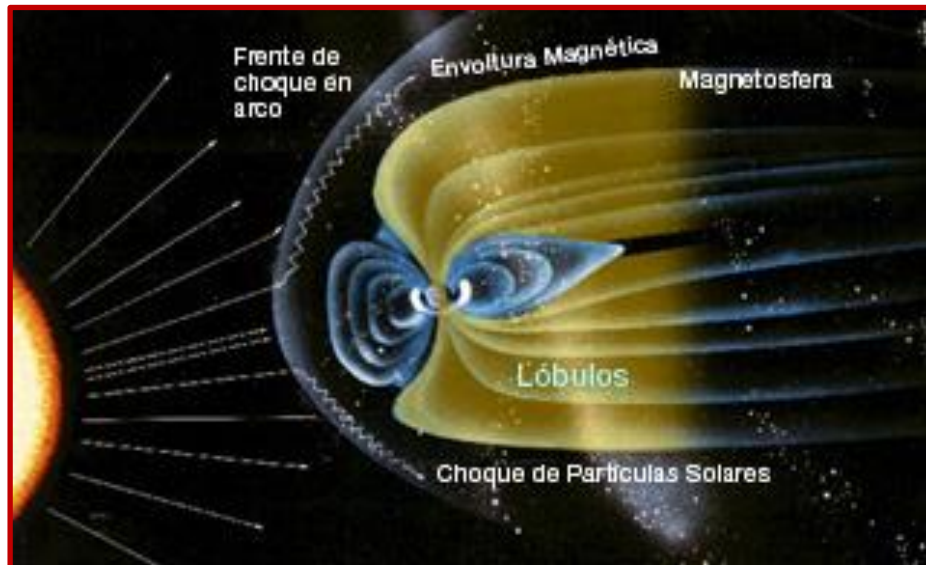
C. NÚCLEO

Es la capa más interna y está formada por Hierro y Níquel.

Se divide en dos capas :

- Núcleo externo – líquido
- Núcleo interno – sólido

El campo magnético terrestre se debe a las corrientes en los fluidos del núcleo externo. El campo magnético terrestre se denomina MAGNETOSFERA y nos protege de bombardeo de partículas del viento solar.

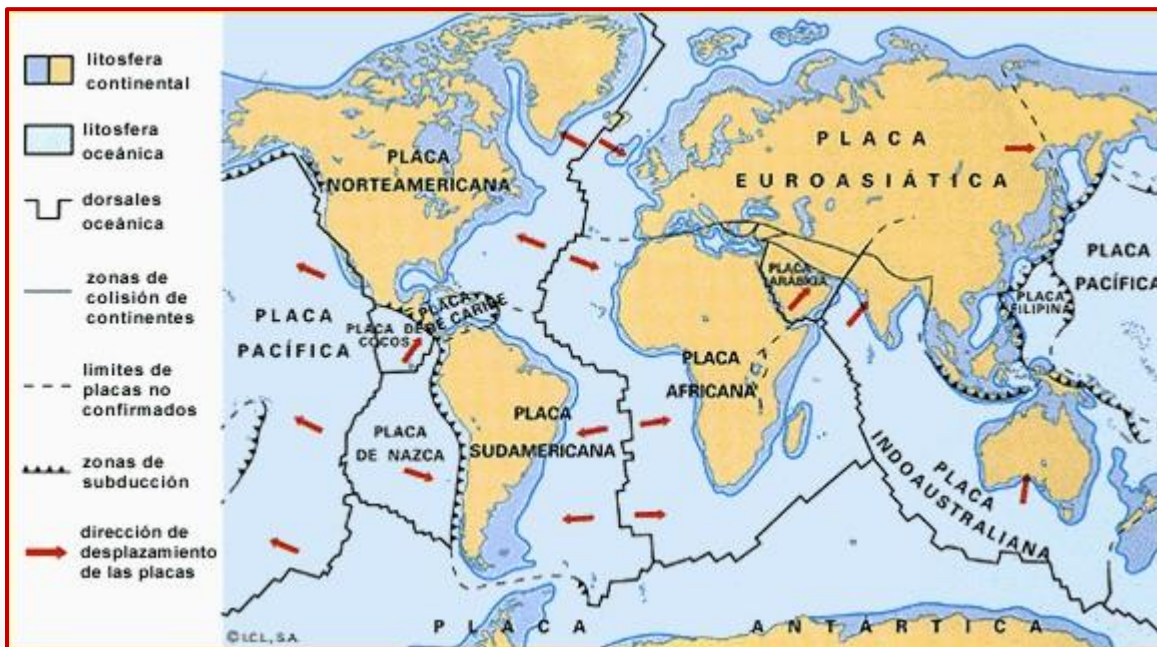


4. TECTÓNICA DE PLACAS

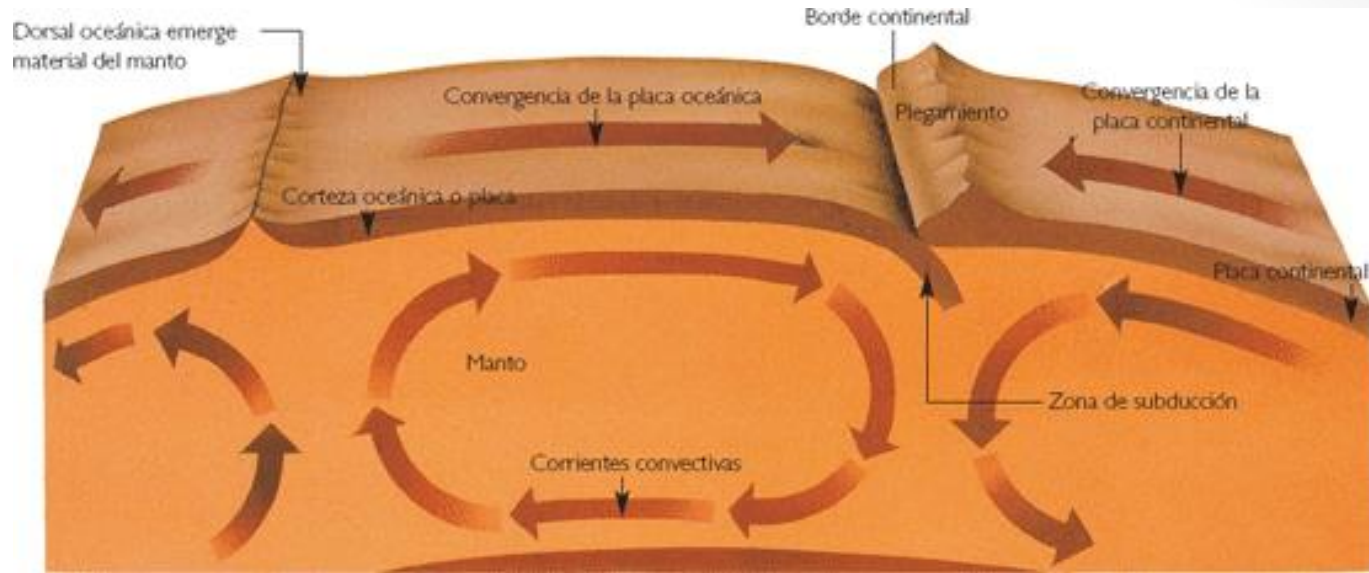
4.1 MOVIMIENTO DE LAS PLACAS

La Litosfera es una capa formada por la corteza y la parte superior del manto, de unos 100 km de espesor.

Está dividida en 7 grandes placas (y algunas más pequeñas) que no son estáticas sino que están en continuo movimiento, lo cual explica el movimiento de los continentes que había descrito Wegener.



Las placas se mueven a una velocidad de entre 2 y 20 cm /año.



Las placas se mueven debido a las corrientes de convección del manto fundido, gracias al calor generado desde el núcleo terrestre.

Estas corrientes hacen que haya zonas donde:

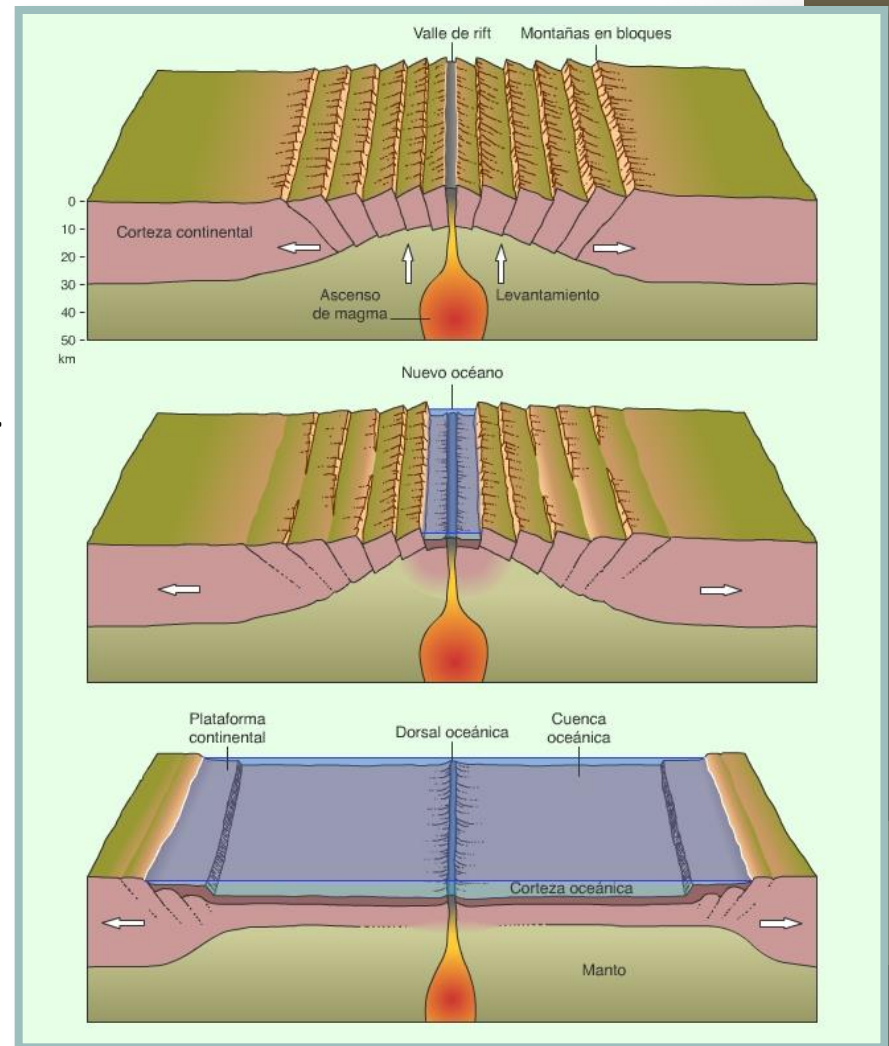
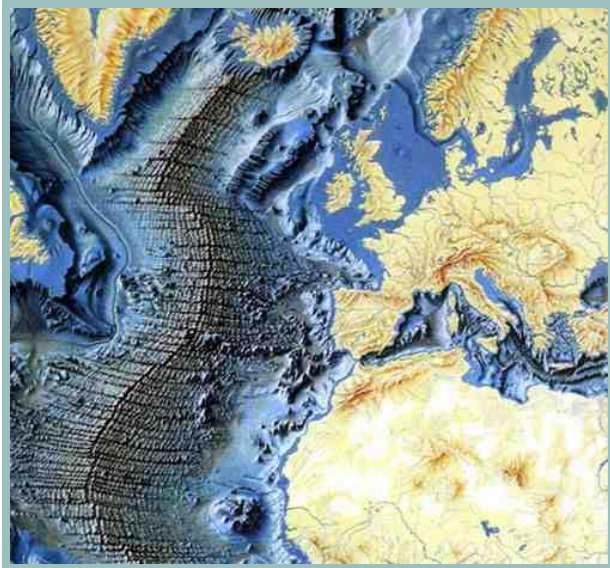
- las placas convergen y chocan → zonas de subducción
- y otros donde se separan → dorsales oceánicas

Los bordes de placa, por tanto, pueden ser de 3 tipos:

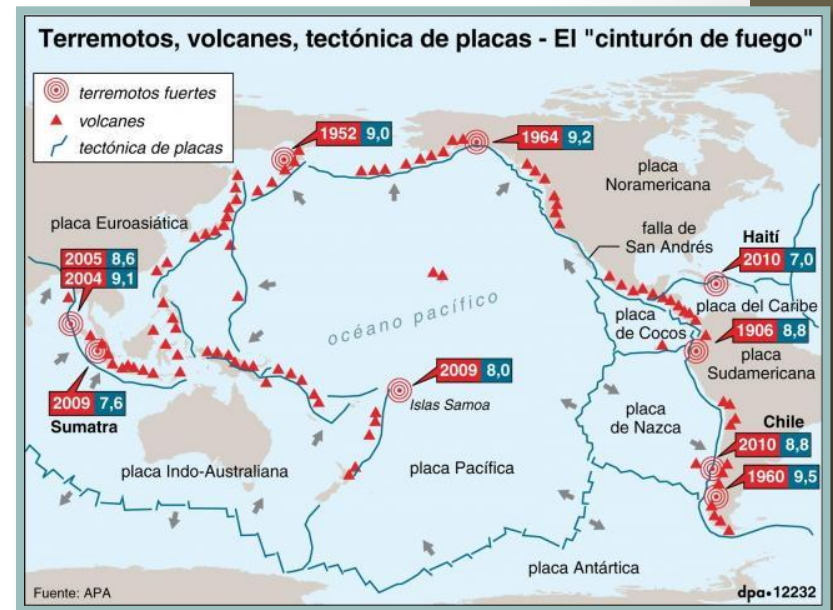
- zonas de subducción
- Dorsales oceánicas
- Fallas transformantes

4.2 BORDES DE PLACA

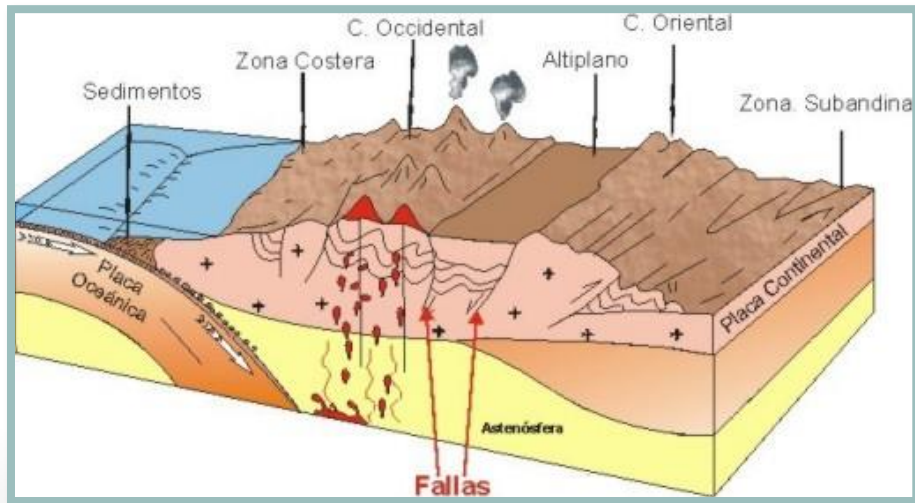
- Las **dorsales oceánicas**: son zonas donde dos placas se separan. La grieta que aparece entre ellas se va rellenando con el magma fundido que fluye del manto. Se llaman **bordes constructivos**, porque se crea corteza oceánica. También se llaman **valles de Rift**, por el valle del mismo nombre situado en África oriental.



- Las **zonas de subducción**: son zonas donde dos placas chocan, y una se desliza bajo la otra. Debido a las rocas que se hunden, se funden y que pueden volver a aflorar a la superficie, son zonas con actividad volcánica y sísmica. Un ejemplo es el **cinturón de fuego del Pacífico** que recorre el archipiélago de Japón y Filipinas. Estas zonas pueden llegar a ser muy profundas y forman las llamadas **fosas oceánicas**.

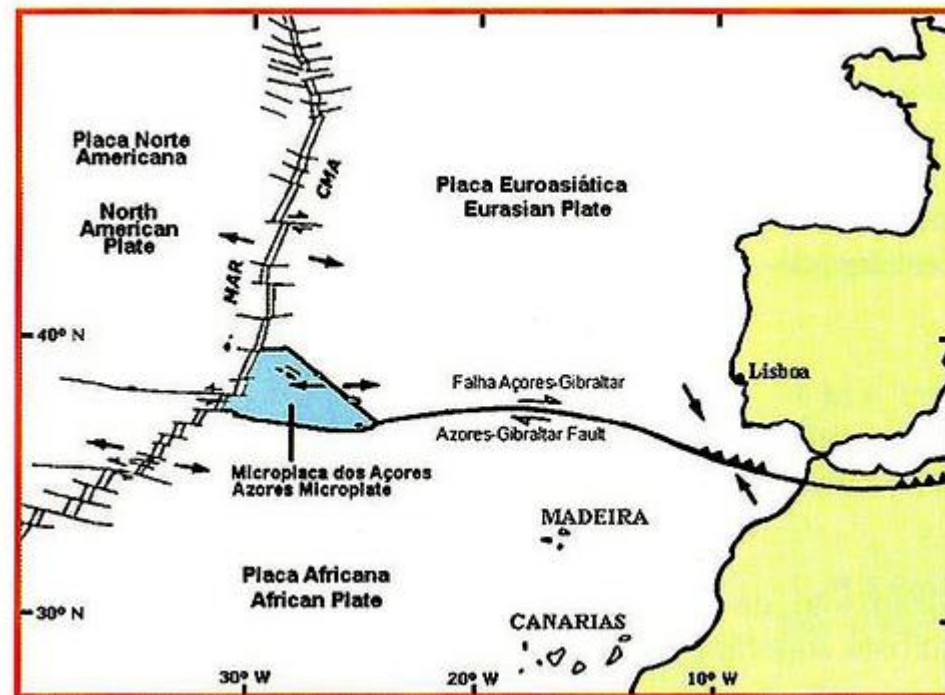
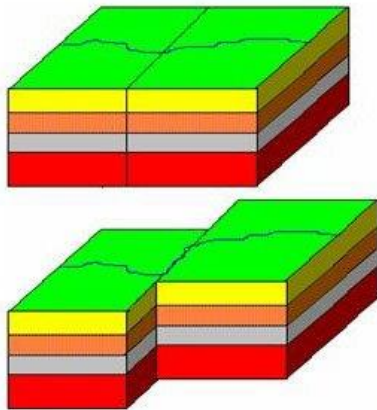


Cinturón de Fuego



Zona de subducción en la costa oeste de Sudamérica

- Las ***fallas transformantes*** son bordes neutros porque ni crean ni destruyen litosfera oceánica. Son desgarres de terreno en zonas sometidas a fuerzas opuestas. En estos lugares las placas se deslizan una con respecto a la otra, generando actividad sísmica, pero sin vulcanismo.



© 2002 sram e gespea, Portugal

4.3. FENÓMENOS GEOLÓGICOS

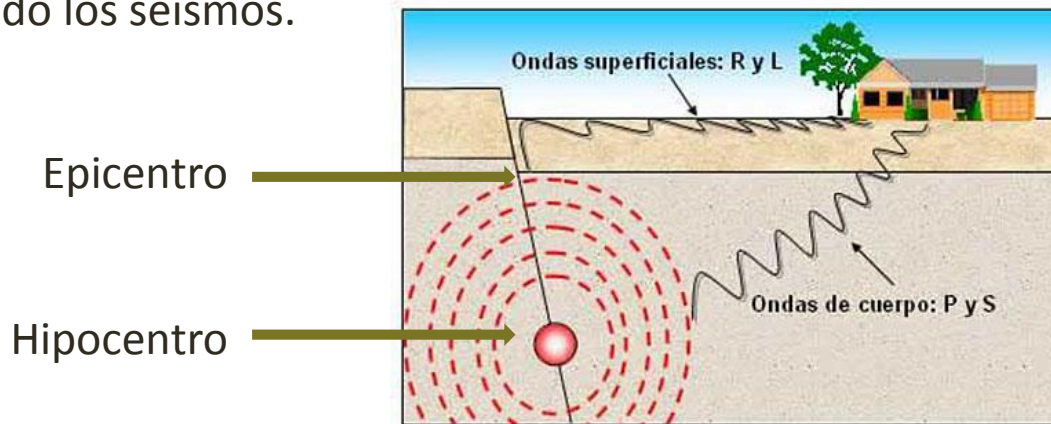
La tectónica de placas es una teoría global ya que explica, no sólo el movimiento de las placas y la deriva continental, sino también los volcanes, terremotos, etc. Todos estos fenómenos están motivados por la misma causa, el **calor interno de la Tierra**, que es el motor que mueve las placas litosféricas.

- Seísmos
- Volcanes
- Formación de montañas
- Expansión de los océanos
- Deriva continental
- Yacimientos minerales y petrolíferos

- **SEÍSMOS**

Los seísmos se producen en las zonas de subducción, dorsales oceánicas y fallas transformantes.

Se producen porque las placas se mueven, colisionan o se separan provocando tensiones en las rocas, que se liberan de forma brusca rompiendo las rocas y provocando los seísmos.



Para medir la energía liberada se usan dos escalas:

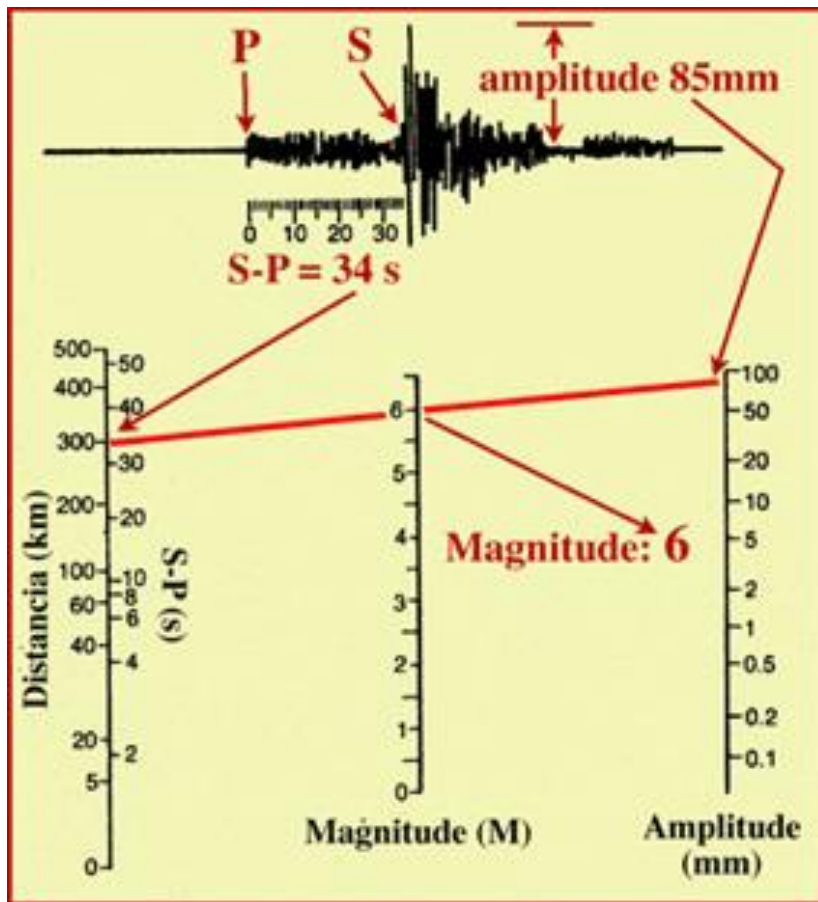
- **ESCALA RICHTER:** mide la intensidad en base a la amplitud de las ondas que miden los sismogramas. No tiene límite aunque el máximo registrado fue el de Valdivia (Chile) en 1960, de magnitud 9,6.
- **ESCALA MSK:** mide la intensidad, en base a los daños producidos. La intensidad depende de la distancia al epicentro.

Magnitud en Escala Richter	Efectos del terremoto
Menos de 3.5	Generalmente no se siente, pero es registrado
3.5 - 5.4	A menudo se siente, pero sólo causa daños menores
5.5 - 6.0	Ocasiona daños ligeros a edificios
6.1 - 6.9	Puede ocasionar daños severos en áreas muy pobladas.
7.0 - 7.9	Terremoto mayor. Causa graves daños
8 o mayor	Gran terremoto. Destrucción total a comunidades cercanas.

Escala Richter

Escala MSK

Grado	Descripción
I. Muy débil	Imperceptible para la mayoría excepto en condiciones favorables. Aceleración menor a 0.5 Gal.
II. Débil	Perceptible sólo por algunas personas en reposo, particularmente aquellas que se encuentran ubicadas en los pisos superiores de los edificios. Los objetos colgantes suelen oscilar. Aceleración entre 0.5 y 2.5 Gal.
III. Leve	Perceptible por algunas personas dentro de los edificios, especialmente en pisos altos. Muchos no lo reconocen como terremoto. Los automóviles detenidos se mueven ligeramente. Sensación semejante al paso de un camión pequeño. Aceleración entre 2.5 y 6.0 Gal.
IV. Moderado	Perceptible por la mayoría de personas dentro de los edificios, por pocas personas en el exterior durante el día. Durante la noche algunas personas pueden despertarse. Perturbación en cerámica, puertas y ventanas. Las paredes suelen hacer ruido. Los automóviles detenidos se mueven con más energía. Sensación semejante al paso de un camión grande. Aceleración entre 6.0 y 10 Gal.
V. Poco Fuerte	La mayoría de los objetos se caen, caminar es dificultoso, las ventanas suelen hacer ruido. Aceleración entre 10 y 20 Gal.
VI. Fuerte	Lo perciben todas las personas, muchas personas asustadas suelen correr al exterior, paso insostenible. Ventanas, platos y cristalería dañadas. Los objetos se caen de sus lugares, muebles movidos o caídos. Revoque dañado. Daños leves a estructuras. Aceleración entre 20 y 35 Gal.
VII. Muy fuerte	Pararse es dificultoso. Muebles dañados. Daños insignificantes en estructuras de buen diseño y construcción. Daños leves a moderados en estructuras ordinarias bien construidas. Daños considerables estructuras pobremente construidas. Mampostería dañada. Perceptible por personas en vehículos en movimiento. Aceleración entre 35 y 60 Gal.
VIII. Destructivo	Daños leves en estructuras especializadas. Daños considerables en estructuras ordinarias bien construidas, posibles colapsos. Daño severo en estructuras pobremente construidas. Mampostería seriamente dañada o destruida. Muebles completamente sacados de lugar. Aceleración entre 60 y 100 Gal.
IX. Ruinoso	Pánico generalizado. Daños considerables en estructuras especializadas, paredes fuera de plomo. Grandes daños en importantes edificios, con colapsos parciales. Edificios desplazados fuera de las bases. Aceleración entre 100 y 250 Gal.
X. Desastroso	Algunas estructuras de madera bien construida destruidas. La mayoría de las estructuras de mampostería y el marco destruido con sus bases. Rieles doblados. Aceleración entre 250 y 500 Gal.
XI. Muy desastroso	Pocas, si las hubiera, estructuras de mampostería permanecen en pie. Puentes destruidos. Rieles curvados en gran medida. Aceleración mayor a 500 Gal.
XII. Catastrófico	Destrucción total con pocos sobrevivientes. Los objetos saltan al aire. Los niveles y perspectivas quedan distorsionadas.

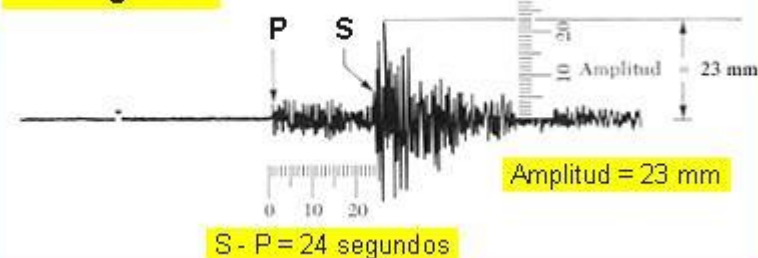


La magnitud de un terremoto en la escala Richter se puede calcular mediante un **nomograma** (gráfica que permite calcular un valor a partir de unos datos).

Se necesitan los datos de :

- Tiempo desde que llega la onda P hasta que llega la onda S
- Amplitud máxima de la onda S

Sismograma



Calcula la intensidad de este terremoto...

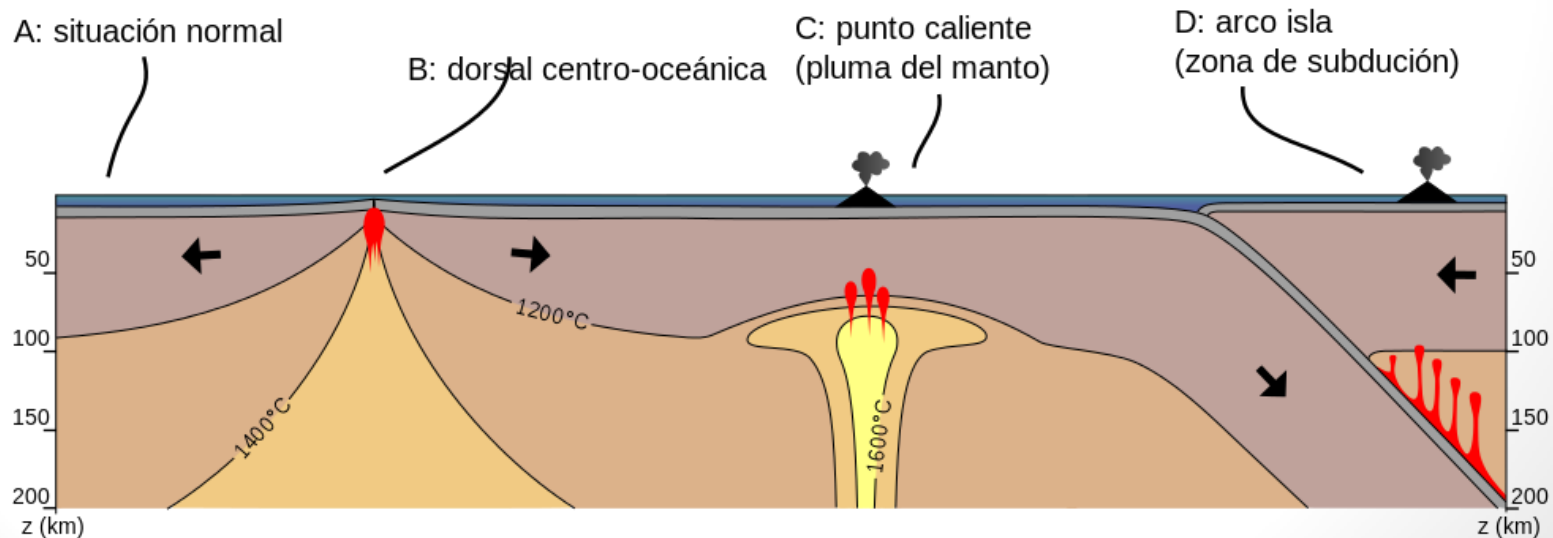
- **VOLCANES**

Los volcanes se forman cuando el magma procedente del manto asciende hacia la superficie a través de fisuras en la corteza.

El magma es una mezcla de materiales rocosos fundidos a una temperatura de unos 1000°C , junto con rocas sólidas y gases.

Se pueden formar:

- Dentro de las placas, en los llamados “puntos calientes”.
- En las dorsales oceánicas.
- En las zonas de subducción.



a. Puntos calientes

En ocasiones, una pluma de magma puede alcanzar la superficie de la litosfera, que puede provocar la aparición de una cadena de volcanes bajo el océano, que pueden dar lugar a islas. Es el caso de las Canarias o de Hawai.

b. Dorsales oceánicas

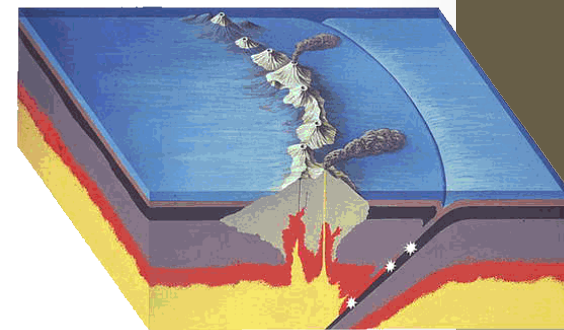
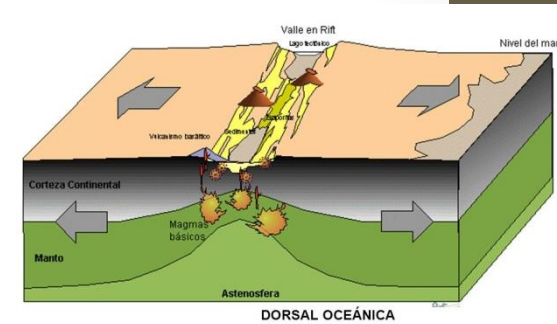
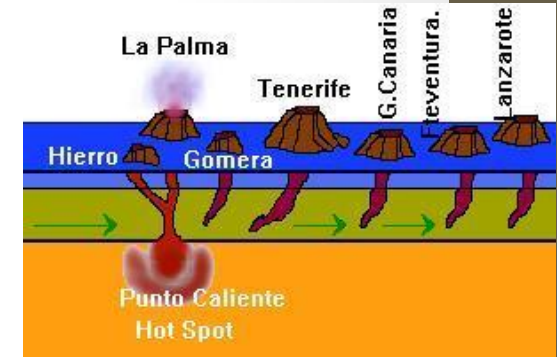
A lo largo de las dorsales, pueden formarse volcanes de fisura por los que emerge lava muy fluída, de forma lenta, que al enfriarse forma la corteza oceánica.

c. Zonas de subducción

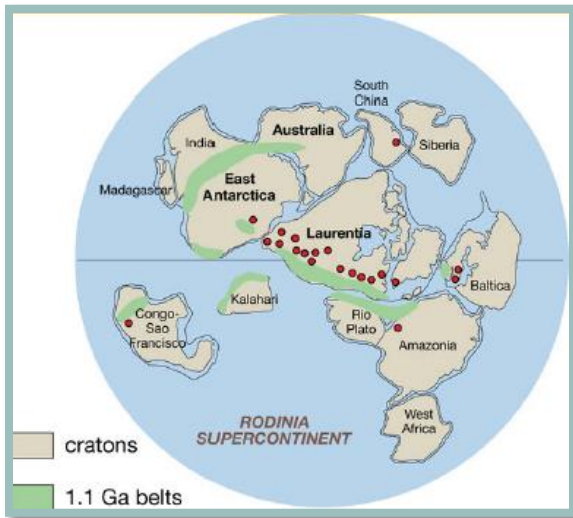
La mayor parte de volcanes asociados a estas zonas se encuentran en el Cinturon de Fuego del Pacífico. Se dan dos tipos de situaciones:

- Cuando la litosfera oceánica subduce bajo otra placa oceánica, se forman volcanes que originan archipiélagos en forma de arco. Ej: Filipinas, Japón.
- Cuando la placa oceánica subduce bajo la placa continental, los volcanes se forman en cadenas montañosas. Ej: Los Andes

En las zonas de subducción la lava es más densa, las erupciones son violentas y los volcanes son más elevados, en forma de cono.

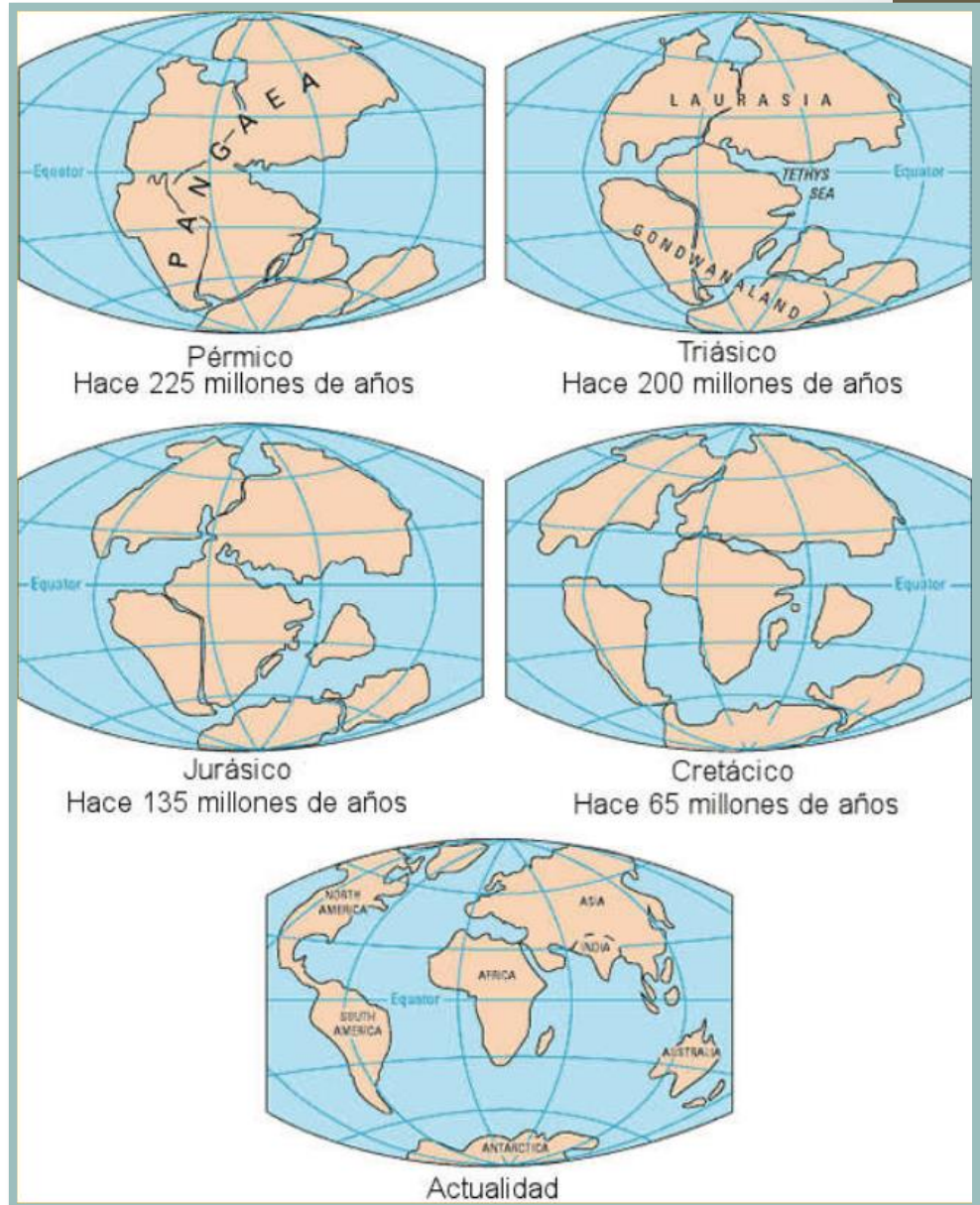


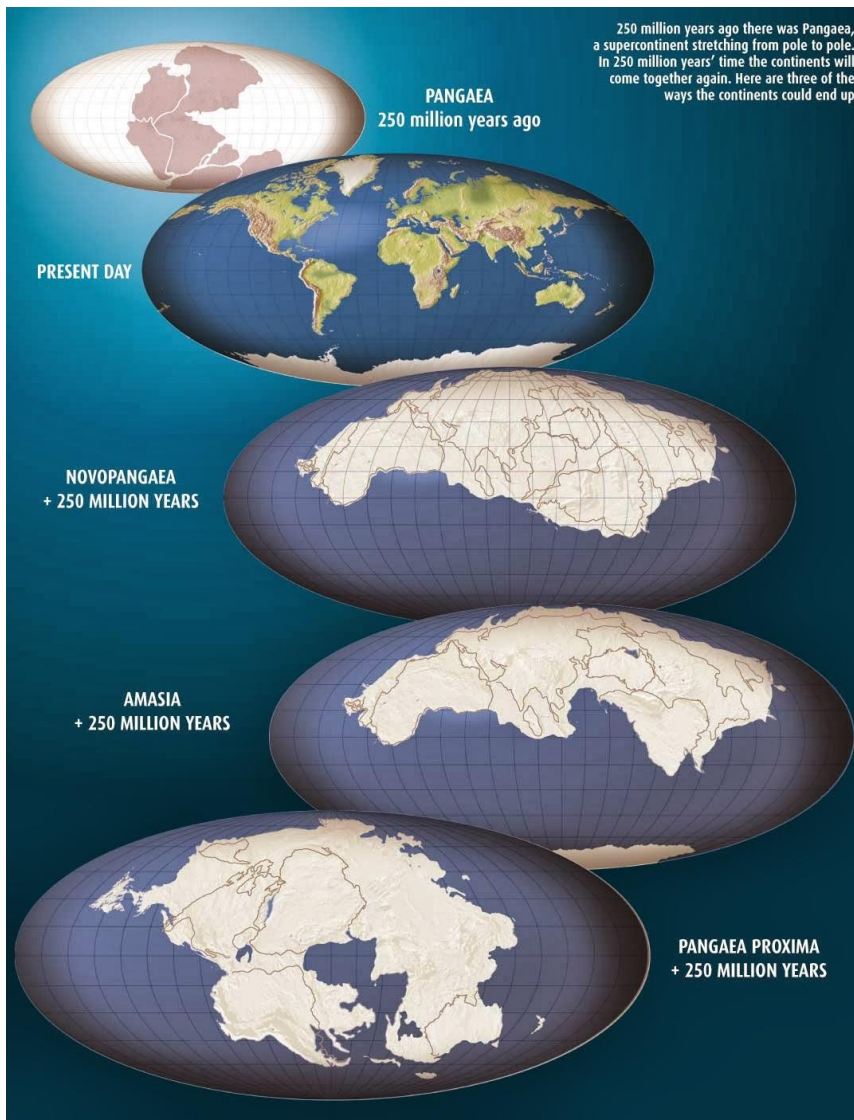
5. DERIVA CONTINENTAL Y CICLO DE WILSON



Pangea I en el Precámbrico

Pangea II a finales del Paleozoico y su evolución hacia la forma actual.





... y si las placas se mueven como hasta ahora, ¡en el futuro volveremos a encontrarnos!

Este es un modelo de las tres posibilidades del nuevo supercontinente que se formará dentro de unos 250 millones de años.

El **CICLO DE WILSON** es una descripción ordenada de las etapas que dan lugar a la formación de las cadenas montañosas , así como la apertura y cierre de los océanos, a lo largo del tiempo.

Las etapas de este ciclo son:

- El continente se fragmenta por acción de puntos calientes, originándose un rift continental (como **el Rift africano**).
- En la línea de fragmentación se empieza a formar litosfera oceánica que separa los fragmentos continentales (como el actual **mar Rojo**).
- Los continentes se separan progresivamente. Entre ellos aparece una cuenca oceánica ancha, con una dorsal bien desarrollada (como el **Océano Atlántico** actual).
- Cuando la cuenca oceánica alcanza cierto tamaño, los bordes de contacto con los fragmentos continentales se vuelven fríos y densos y comienzan a hundirse debajo de los continentes y se genera una zona de subducción que origina una cadena montañosa que va bordeando al continente (como la **cordillera de los Andes**).
- Otros bordes constructivos pueden empujar a los fragmentos continentales en sentido contrario, con lo que la cuenca oceánica se va estrechando (como en el **Mar Mediterráneo**).
- Finalmente, al desaparecer la cuenca oceánica las dos masas continentales chocan y se origina un continente único, y sobre la sutura que cierra el océano se forma una cordillera (como la **cordillera del Himalaya**).